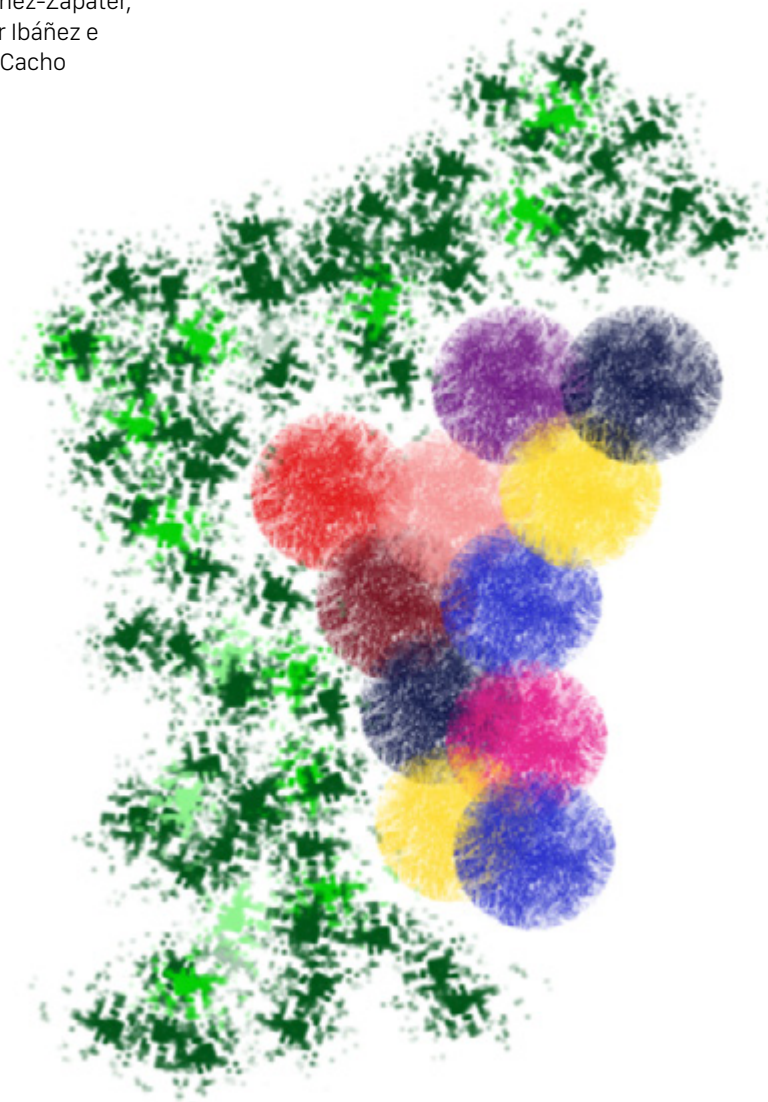


O POTENCIAL AROMÁTICO DAS VARIEDADES DE VIDE CULTIVADAS EN GALICIA

Mar Vilanova, José
Maria Oliveira,
Ricardo Rivas, Juan
Carlos Alonso,

José Miguel
Martínez-Zapater,
Javier Ibáñez e
Juan Cacho



O POTENCIAL AROMÁTICO DAS VARIEDADES DE VIDE CULTIVADAS EN GALICIA

Mar Vilanova, José Maria Oliveira,
Ricardo Rivas, Juan Carlos Alonso,
José Miguel Martínez-Zapater,
Javier Ibáñez e Juan Cacho

Coordinadora **Mar Vilanova de la Torre**

Edita:
Xunta de Galicia
Consellería do Medio Rural

Asesoramento lingüístico:
Antonia Vega

Lugar:
Santiago de Compostela

Deseño e maquetación:
Rubine Red Co.

Deseño de portada:
Mar Vilanova de la Torre

Ano:
2017

DL:
C 884-2017

PRÓLOGO

En Galicia sempre defendemos que os nosos viños teñen unha clara identificación co territorio. As condicións climáticas, os solos e ata a orografía lles confiren un carácter único e diferenciado.

Esta singularidade ponse de manifesto tamén na existencia de diferentes variedades autóctonas, con nomes tan suxestivos como Albariño, Brancellao, Dona Branca, Sousón ou Mencía, entre outros moitos.

Estamos, pois, ante unha personalidade ben definida, vinculada estreitamente á terra e que se percibe con claridade a través dos cinco sentidos, e entre eles, de maneira especial, o do olfacto. De aí que falemos dun potencial aromático específico para as variedades de vide cultivadas en Galicia.

A analizar este potencial dedícase boa parte deste libro, cuxos contidos xiran tamén ao redor do sector vitivinícola galego en sentido amplo, a súa historia e a orixe e parentes das devanditas variedades.

É esta, polo tanto, unha obra de carácter técnico e profesional, dende logo, pero tamén de interese xeral para todos os amantes do viño e a súa cultura, centrada no acervo dos nosos viños.

O completo e acreditado equipo multidisciplinar que conforman os seus autores é outro argumento de peso para percorrer estas páxinas cargadas de coñecemento e suxestivos aromas, os das uvas propias de Galicia.

Ángeles Vázquez Mejuto

Conselleira do Medio Rural

PRESENTACIÓN DO LIBRO E AGRADECEMENTOS

Este libro componse de dúas partes. A primeira parte introdutoria desenvólvese en tres capítulos. O primeiro capítulo describe os profundos cambios que se produciron na viticultura galega nos últimos 30 anos; o segundo aborda a orixe e as relacións de parentesco das variedades de cultivo tradicional en Galicia; e o terceiro introduce o lector no mundo do aroma dos viños e as familias aromáticas implicadas na percepción deste.

A segunda parte do libro desenvolve de xeito minucioso e mediante fichas o estudo do potencial aromático das variedades de vide de cultivo tradicional en Galicia, establecendo os perfís aromáticos por variedade tanto no que concirne aos compostos volátiles libres coma dos precursores do aroma. As fichas varietais engloban os datos obtidos durante os últimos 23 anos, froito dos traballos que se realizaron nas diferentes universidades e centros de investigación, Universidade de Bordeos (Francia), Universidade de Santiago de Compostela, Universidade de Vigo, Australian Wine Research Institute (Adelaida, Australia), Universidade do Miño (Braga, Portugal) e Consello Superior de Investigacións Científicas (CSIC, Pontevedra).

Polo tanto, os meus agradecementos a todas as institucións citadas e á Xunta de Galicia polo financiamento da maior parte destes traballos, ben a través de proxectos de investigación como a través de bolsas para a realización de estancias de investigación nalgúns dos centros mencionados.

Támén agradezo á Estación Experimental de Viticultura e Enoloxía de Ribadumia por poñer á miña disposición a colección de variedades e ás adegas que me permitiron realizar parte dos meus traballos nos seus viñedos.

O meu maior agradecemento vai dirixido ás persoas coas que traballei man a man e que me transmitiron os seus coñecementos ao longo destes anos, e que cito por orde cronolóxica dos meus traballos de investigación: Denis Dubourdieu, Isabelle Masneuf, Tomás González-Villa, Pilar Blanco, Esperanza Fernández, Isaac Pretorius, Paul Henschke, Tracy Siebert, Zlatina Genisheva, Luca Rolle, Susana Río e moi especialmente a José Maria Oliveira, coautor na segunda parte deste libro, en cuxo laboratorio realicei unha parte importante do traballo que se presenta.

Quero mostrar un especial agradecemento aos autores colaboradores que desenvolven a primeira parte deste libro e que desinteresadamente achegaron os seus coñecementos para introducir o lector nos diferentes aspectos do libro, a viticultura galega, a orixe das variedades cultivadas en Galicia e o aroma dos viños.

Por último, quero agradecer aos consellos reguladores das denominacións de orixe Monterrei, Rías Baixas, Ribeira Sacra, Ribeiro, Valdeorras e ao Consello Regulador das Augardentes e Licores Tradicionais de Galicia polo seu interese e apoio para que este libro chegue ao sector.

Grazas a todos
Mar Vilanova de la Torre



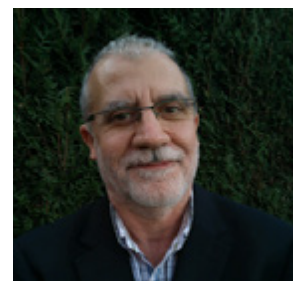
MAR VILANOVA DE LA TORRE

Doutora en Ciencias Biolóxicas pola Universidade de Santiago de Compostela e máster en Viticultura e Enoloxía pola Universidade Politécnica de Madrid. Exerceu como docente nas universidades de Santiago de Compostela, Vigo, A Coruña, A Ríoxa e a UNED. Desenvolveu a súa investigación en diferentes institucións de España, Portugal, Francia, Australia e Italia. Dende o ano 2004 é investigadora na Axencia Estatal CSIC (Misión Biolóxica de Galicia). A súa actividade científica centrouse na selección e mellora de lévedos de vinificación e a caracterización bioquímica e sensorial das variedades de vide. Nos últimos anos a súa actividade céntrase no efecto do ambiente ("terroir" e prácticas de cultivo) sobre a calidade da uva. A súa produción científica engloba máis de sesenta artigos científicos, unha patente, seis libros e numerosos artigos técnicos e de divulgación.



JOSÉ MARIA MARQUES OLIVEIRA

Doutor en Enxeñería Química e Biolóxica pola Universidade do Miño. Actualmente é profesor auxiliar e investigador no Departamento e no Centro de Enxeñería Biolóxica da Universidade do Miño. A actividade pedagóxica céntrase sobre todo na temática das tecnoloxías alimentarias, en especial a enoloxía, os procesos fermentativos, os métodos instrumentais de análise e os servizos industriais. Exerce a súa actividade científica na área da biotecnoloxía agroalimentaria, con especial relevancia na influencia da tecnoloxía de vinificación e da materia prima na calidade química e sensorial do produto final. O desenvolvemento de métodos instrumentais de análise para a identificación e cuantificación de compostos volátiles en diversas matrices, por GC e GC-MS, representa outro aspecto relevante do seu traballo.



RICARDO RIVAS BARROS

Enxeñeiro agrónomo pola Universidade Politécnica de Madrid. A práctica totalidade da súa carreira profesional está ligada ao servizo da Xunta de Galicia. Tras un breve paso como analista de proxectos de investimento agroindustriais na Dirección Xeral de Promoción e Incentivos Económicos da Consellería de Economía e Facenda (embrión do que logo sería o IGAPE), pasou a desenvolver a súa actividade na Consellería do Medio Rural, primeiro en Lugo, onde colaborou activamente na posta en marcha da denominación de orixe Ribeira Sacra, e logo xa nos servizos centrais, en Santiago de Compostela. No ano 1998 foi nomeado xefe do Servizo de Fomento da Industrialización Agroalimentaria e dende 1999 é o responsable da subdirección que, con distintas denominacións ao longo deste tempo, se ocupa dos temas relacionados coa industrialización, a comercialización e a política de calidade agroalimentaria.



JUAN CARLOS ALONSO BOUZA

Enxeñeiro técnico agrícola na especialidade de Explotacións Vitícolas e máster en Viticultura, Enoloxía e Márketing do Viño. Traballou como profesional libre para ARVE-UTE (Unión Temporal de Empresas formada para o establecemento do Rexistro Vitícola Español, en colaboración co INDO-MAPA). Dende 1999 é empregado público da Xunta de Galicia na Consellería do Medio Rural con responsabilidades relacionadas coa vitivinicultura de Galicia, como son a coordinación, xestión e control do potencial produtivo do sector vitivinícola galego, asistencia técnica para o rexistro vitícola de Galicia, aplicación do programa de apoio ao sector vitivinícola español para os plans de reestruturación e reconversión do viñedo en Galicia e asesor do programa de selección clonal das variedades de vide autóctonas de Galicia.



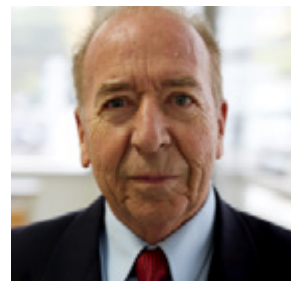
JOSÉ MIGUEL MARTÍNEZ-ZAPATER

Doutor en Ciencias Biolóxicas pola Universidade Autónoma de Madrid e profesor de investigación da Axencia Estatal CSIC. Desenvolveu a súa actividade investigadora no MSU-DOE Plant Research Laboratory (East Lansing, Michigan, USA) e posteriormente en España no INIA (Madrid) e no CSIC (Centro Nacional de Biotecnología, Madrid). Na actualidade é director do Instituto de Ciencias da Vide e do Viño (CSIC, Universidade da Rioxa, Goberno da Rioxa, Logroño) no que forma parte do Grupo de Xenética e Xenómica da Vide. Nos últimos anos o seu traballo céntrase no estudo do desenvolvemento reprodutivo da vide e o seu impacto na calidade da uva. Tamén está implicado no desenvolvemento e aplicación de ferramentas xenómicas para a mellora xenética desta especie tanto na uva de mesa coma de vinificación. A súa produción científica recóllese en máis de cen publicacións científicas, dúas patentes e numerosos artigos técnicos e de divulgación.



JAVIER IBÁÑEZ MARCOS

Doutor en Ciencias Biolóxicas pola Universidade Complutense de Madrid. Comezou a traballar coa vide no IMIDRA (Madrid) en 1995, co fin de aplicar a análise do ADN ao estudo das variedades da vide. Posteriormente interesouse ademais pola base xenética da variación natural para caracteres reprodutivos da vide. En 2009 incorporouse ao CSIC no Instituto de Ciencias da Vide e do Viño (ICVV, A Rioxa), integrando o Grupo Xenética e Xenómica da Vide e afondando no estudo da diversidade xenética da vide e do seu desenvolvemento reprodutivo, fundamentalmente en relación co carácter compactidade do acio. Neste tempo liderou e participou en proxectos de investigación e contratos con empresas, dirixiu tres teses de doutoramento e conta con máis de 70 publicacións relacionadas coa temática exposta.



JUAN CACHO PALOMAR

Catedrático Emérito de Química Analítica na Facultade de Ciencias da Universidade de Zaragoza. Profesor <<ad honorem>> na Facultade de Enoloxía da Universidade Rovira e Virgili. Académico da Real Academia das Ciencias da Universidade de Zaragoza. Medalla de ouro á investigación enolóxica da Federación Española de Asociacións de Enólogos. Fundador e director <<ad honorem>> do Laboratorio de Análise do Aroma e Enoloxía da Universidade de Zaragoza.

PRIMEIRA PARTE 11

O SECTOR VITIVINÍCOLA GALEGO NO SÉCULO XXI. O TRIUNFO DAS VARIEDADES DE CULTIVO TRADICIONAL

Ricardo Rivas e Juan Carlos Alonso

1. Introducción	13
2. Unha longa decadencia	13
3. Tres décadas de profundos cambios	14
4. Un novo mapa vitivinícola	15
5. As variedades de cultivo tradicional: a clave do éxito	17

ORIXE E PARENTESCOS DAS VARIEDADES DE VIDE CULTIVADAS EN GALICIA

José M. Martínez-Zapater e Javier Ibáñez

1. Introducción	21
1.1. Bioloxía da vide	21
1.2. As poboacións de vide silvestre en Europa e na Península Ibérica	22
1.3. A viticultura na Península Ibérica	22
2. Información xenética sobre a orixe das variedades ibéricas	23
2.1. Ferramentas de análise derivadas dos xenomas da vide	23
2.2. As variedades cultivadas na Península Ibérica están relacionadas coas poboacións silvestres por vía materna	23
2.3. A variación no xenoma nuclear das variedades de vide da Península Ibérica é compatible coa existencia de introgresión das poboacións silvestres	24
2.4. A estrutura xenética das variedades de vide cultivadas na Península Ibérica suxire a existencia de dous grupos xenéticos principais	24
2.5. As análises de pedigrees identifican a existencia de hibridacións espontáneas que constitúen a orixe próxima das variedades da Península Ibérica cultivadas na actualidade	25
3. A orixe das variedades galegas	26
3.1. Contexto histórico	26
3.2. Variedades cultivadas	26
3.3. Relacións de parentesco	28
Agradecementos	30
Referencias bibliográficas	30

O AROMA DO VIÑO: A SÚA PERCEPCIÓN E COMPOSICIÓN

Juan Cacho

1. Introducción	35
2. O efecto do etanol	37
3. Influencia dos metabolitos da fermentación	37
4. Familias de aromas sutís	38
4.1. Varietais	38
4.2. De fermentación	39
4.3. De crianza	39
5. Aromas e varietalidade	39
Referencias bibliográficas	44

SEGUNDA PARTE 45


O POTENCIAL AROMÁTICO DAS VARIEDADES DE VIDE CULTIVADAS EN GALICIA

Mar Vilanova e José María Oliveira

1. Introducción	47
2. A viticultura atlántica. Variedades galegas	47
2.1. Variedades brancas	49
2.2. Variedades tintas	50
3. Perfil aromático das variedades de cultivo tradicional en Galicia	51
3.1. Perfil aromático das variedades brancas	52
Variedade Agudelo	52
Variedade Albariño	54
Variedade Branco Lexítimo	56
Variedade Caiño Branco	58
Variedade Dona Branca	60
Variedade Godello	62
Variedade Loureira	64
Variedade Treixadura	66
3.2. Estudo comparativo das variedades brancas cultivadas en Galicia segundo a súa composición aromática	68
3.3. Perfil aromático das variedades tintas	70
Variedade Brancellao	70
Variedade Caiño Tinto	72
Variedade Espadeiro	74
Variedade Loureiro Tinto	76
Variedade Mencía	78
Variedade Merenzao	80
Variedade Pedral	82
Variedade Sousón	84
3.4. Estudo comparativo das variedades tintas cultivadas en Galicia segundo a súa composición aromática	86
Referencias bibliográficas	88

PRIMEIRA PARTE INTRODUCCIÓN

*Ricardo Rivas e Juan Carlos Alonso
José Miguel Martínez-Zapater e Javier Ibáñez
Juan Cacho*





O SECTOR VITIVINÍCOLA GALEGO NO SÉCULO XXI. O TRIUNFO DAS VARIEDADES DE CULTIVO TRADICIONAL

Ricardo Rivas e Juan Carlos Alonso

Consellería do Medio Rural. Xunta de Galicia

1. INTRODUCCIÓN

A vitivinicultura galega atravesamos un momento doce. Os nosos viños están presentes nos mercados dos principais países consumidores do mundo, son eloxiados por prestixiosos críticos e acaparan premios e recoñecementos a nivel internacional.

A realidade actual non ten nada que ver coa que había nun pasado aínda recente. Seguramente nin os máis optimistas poderían pensar hai apenas tres décadas que hoxe iamos estar nesta situación. De auténtica revolución, pola súa rapidez e magnitude, poderíase cualificar o cambio operado, que dificilmente ten parangón noutros campos da actividade agroalimentaria e mesmo da actividade económica galega en xeral.

2. UNHA LONGA DECADENCIA

A principios da década dos 80 do século pasado en Galicia producíanse con carácter xeral viños comúns. Segundo se recollía no Programa de calidade dos viños galegos, aprobado en 1986 pola entón Consellería de Agricultura, das aproximadamente 33.000 hectáreas ocupadas polo viñedo, só unha pequena parte estaba cultivada con variedades potencialmente produtoras de viños de calidade. A maior parte das viñas estaban constituídas pola variedade branca Palomino e a tinta Garnacha Tintureira ou, o que é peor, por híbridos produtores directos (HPD), que dominaban as comarcas das Rías Baixas.

Estas variedades constituían case o 75% do noso viñedo e nin sequera a superficie restante podería considerarse apta na súa totalidade para a produción de viños de calidade. Isto era así porque en moitos casos as vides de calidade estaban en plantacións mesturadas coas variedades comúns antes citadas ou con HPD, con dificultade para facer unha vendima separada, e noutros casos as cepas estaban en terreos pouco axeitados. A estimación que se facía no citado Programa de calidade dos viños galegos, que supón un texto de gran valor para facer unha revisión actual da evolución da nosa vitivinicultura, era que tan só un 12% da superficie vitícola naquel entón podería producir viños de calidade.

Polo que se refire á elaboración, a situación tampouco animaba ao optimismo. A mediados da década dos oitenta do século pasado apenas había unha vintena de adegas coa tecnoloxía axeitada para elaborar viños de calidade. O tradicional minifundismo do noso sector agrario reproducíase de xeito exacerbado no sector enolóxico, de maneira que se contabilizaban case 35.000 instalacións cunha capacidade inferior aos 50.000 litros, o que supoñía unha ratio de menos de unha hectárea por adega. Só un cento de adegas tiña unha capacidade instalada superior aos 5.000 litros. Prácticas enolóxicas xeneralizadas noutras zonas vitivinícolas, como o sulfitado, eran aquí ignoradas nunha boa parte das elaboracións e o equipamento habitual das escasas adegas industriais na maioría dos casos era obsoleto e non permitía o control da temperatura en fermentación. En definitiva, as técnicas de elaboración practicadas pola maioría dos adegueiros eran tamén moi deficientes.

Con esta débil estrutura industrial, preto do 80% do viño era elaborado en pequenas adegas polo propio viticultor e só un 20% era elaborado por empresas vitivinícolas, que compraban as uvas, ou mesmo o viño xa feito, aos viticultores. Deste xeito, a maior parte do viño que entraba no mercado procedía da elaboración dos viticultores logo de detraer unha parte para o autoconsumo. Unha parte vendíase directamente a establecementos de restauración, pero a maior parte comercializábase a través de intermediarios, almacenistas en orixe e en destino, que encarecían un produto, en xeral, de escasa calidade e que dificilmente podía competir en prezo cos viños de Castela ou A Mancha, debido aos grandes custos de produción da viticultura galega. A comercialización de viños galegos nas cadeas de distribución era anecdótica, as vendas fóra da nosa Comunidade Autónoma eran moi pouco relevantes e a exportación case unha entelequia.

A principios dos anos 80 en Galicia existían unicamente dúas denominacións de orixe, Ribeiro (recoñecida xa en 1932 e cuxo primeiro regulamento é de 1957) e Valdeorras (regulada en 1957), que languidecían nun

mercado dominado por viños comúns e nos que o segmento dos viños de calidade estaba copado pola omnipresente denominación de orixe Rioja. Abonde indicar que no Ribeiro o 98% da superficie vitícola estaba ocupada polas variedades Palomino e Garnacha Tintureira e que en Valdeorras esta vinífera supoñía o 50% e o Palomino o 18% da superficie plantada.

A situación da vitivinicultura galega nesa época era a consecuencia dunha longa decadencia que se iniciara no século XVIII, unha vez perdidos -por diferentes razóns de conxuntura política- os mercados exteriores que tiveran certa importancia nos dous séculos anteriores. A partir de aí, a maior parte da produción galega vai caer no mercado interno, o que ocasionou excedentes e baixadas de prezos. A superficie vitícola recuou e, en moitos casos, o cultivo trasladouse das abas ao fondo dos vales, buscando maiores producións a menor custo. Pero a baixada da calidade producida e a mala conservación dos viños aínda agravou máis a situación, de xeito especial a partir de principios do século XIX.

Nesta situación entraron en Galicia ao longo da segunda metade do século XIX as novas enfermidades da vide: o oídio, o mildio e a filoxera, que desfizeron case a totalidade da nosa viticultura, de xeito tal que durante o século XX non se recuperou máis que parcialmente a superficie cultivada anteriormente, coa desaparición case total dos viñedos da costa cantábrica, a entrada dos híbridos produtores directos, o emprego de portaenxertos non axeitados e a chegada de novas variedades de cepas foráneas. As variedades de cultivo tradicional recuarán polo aumento dos custos anuais (en tratamentos e portaenxertos) e pola inadaptación aos primeiros portaenxertos. Os viños de calidade esmorecerán sen un mercado capaz de adquirilos e as variedades foráneas, máis produtivas pero de menor calidade, asentaranse nas bacías dos ríos Miño e Sil e os híbridos produtores directos estenderanse polas diferentes comarcas vitícolas das Rías Baixas.

3. TRES DÉCADAS DE PROFUNDOS CAMBIOS

Esta situación non empezaría a mudar ata principios dos anos oitenta, aínda que na década anterior xa se poderían enxergar algúns tímidos síntomas dun cambio de tendencia. Este cambio, que como dicíamos antes podería ser considerado unha revolución, debeuse a un conxunto de factores, entre os que destacaríamos a modificación nos hábitos de consumo do viño, a integración de España na UE (daquela CEE) e a autonomía política que acadou Galicia no marco constitucional do que se dota o Estado coa chegada do réxime democrático.

Polo que se refire aos hábitos dos consumidores, debemos indicar que nos últimos trinta anos o consumo per cápita de viño en España caeu drasticamente, de maneira

que a cifra actual é inferior á metade da dos anos 80. Pero este descenso concentrouse nos viños comúns, os antes denominados viños de mesa, de xeito que o consumo de viños de calidade -viños con denominación de orixe ou indicación xeográfica- mesmo aumentou nese período. Distintas causas nas que non imos afondar -o aumento do nivel de vida, as campañas das autoridades sanitarias advertindo dos riscos do consumo excesivo de alcohol, a substitución do viño por outras bebidas, como a cervexa, etc.- están detrás desta tendencia. En definitiva, bébese menos, pero bébese mellor, e os consumidores de viño son cada vez máis entendidos, teñen curiosidade por saber que viños beben, con que uvas se elaboran e como están feitos. Este cambio de costumes, que por prolongado no tempo non podemos considerar moda, beneficiou claramente o desenvolvemento dos nosos viños de calidade, elaborados con variedades locais adaptadas ás nosas condicións edafoclimáticas e descoñecidas noutras zonas e, polo tanto, viños diferentes e moi do gusto do consumidor actual. Cando falamos de viños brancos, que son os que maioritariamente se producen en Galicia, este consumidor busca viños frescos, con perfecto equilibrio en alcohol e acidez, aromáticos, afroitados, lixeiros e brillantes, atractivos na súa presenza global, características que teñen os nosos brancos cando se elaboran correctamente e se utilizan as nosas mellores variedades.

O segundo aspecto que incidiu claramente no despegue da nosa vitivinicultura foi a entrada de España na CEE en 1986. A partir dese momento prodúcese unha importante modernización do sector agroalimentario español, que tivo que adaptarse ao mercado común e que recibiu unha moi voluminosa achega de fondos para homoloxarse ao sector agroalimentario europeo. Así, os fondos do FEOGA-O primeiro e do Feader despois serviron tanto para acometer unha profunda reconversión e reestruturación do noso viñado, substituindo variedades comúns e HPD por cepas de variedades nobres, coma para realizar unha espectacular renovación das instalacións de elaboración, nas que se xeneralizaron o uso de tanques de aceiro, con control de temperatura, o uso de equipos de filtrado e o doutros equipamentos fundamentais na moderna enoloxía.

Outro aspecto clave no cambio de tendencia foi a asunción polo Goberno galego das competencias en materia de agricultura, de acordo co Estatuto de Autonomía de Galicia, aprobado en 1981. A partir dese momento será unha Administración máis pegada ao territorio, e polo tanto cun mellor coñecemento da realidade, a que tomará as decisións en relación a temas fundamentais para o desenvolvemento do noso sector agrario. Esta preocupación por poñer a viticultura galega á altura da súa potencialidade reflíctese na elaboración e aprobación do citado Programa de calidade dos viños galegos.

Nel, tras un diagnóstico da situación, marcáronse unha serie de obxectivos e liñas de actuación para o período de 1987-2006. Aínda que o programa non contou cun financiamento específico nin foi obxecto dun seguimento no seu teórico período de aplicación, serviu como guía tanto para o sector coma para a Administración autonómica, e a maior parte dos obxectivos marcados fóronse, en maior ou menor medida, acadándose.

A posta en marcha en 1985 da Estación de Viticultura e Enoloxía de Galicia en Leiro supón un fito na historia recente da nosa vitivinicultura e outra proba da preocupación que o sector suscitou na nova administración agraria galega. O seu primeiro director, José Antonio Yglesias Prieto, foi un dos grandes impulsores da modernización da vitivinicultura galega e do citado programa de calidade.

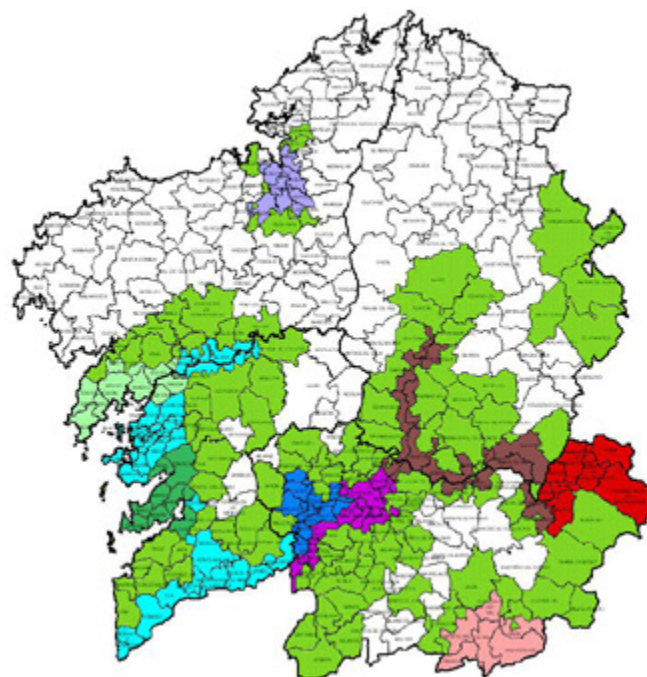
4. UN NOVO MAPA VITIVINÍCOLA

Un dos aspectos máis relevantes da actuación administrativa en prol do sector foi a confección dun novo mapa vitivinícola galego, coa creación de novas denominacións de orixe e indicacións xeográficas (antes coñecidas como "viños da terra"), de xeito que a gran maioría das comarcas vitivinícolas galegas quedaron cubertas por algunha destas figuras de protección da calidade. Así, ás dúas únicas denominacións de orixe que existían anteriormente –as xa mencionadas Ribeiro e Valdeorras– uníronselles as denominacións de orixe Rías Baixas (1988), Monterrei (1992) e Ribeira Sacra (1995) e as indicacións xeográficas protexidas Valle del Miño-Ourense/Val do Miño-Ourense (1987), Betanzos (2000) e Barbanza e Iria (2006).

Os casos das denominacións de orixe Ribeira Sacra e Rías Baixas son dous claros exemplos de decisións afortunadas. En ambos os dous casos creouse unha denominación única a partir de varias comarcas vitivinícolas históricas diferentes, pero con características comúns, evitando caer en localismos. Houbo que crear mesmo dúas marcas novas: Rías Baixas xa era un termo abondo coñecido como ámbito xeográfico, pero non como nome dun viño, e o nome da Ribeira Sacra era absolutamente descoñecido para a cidadanía, e hoxe é unha referencia, non só como denominación de orixe vitivinícola, senón para aludir a todo un territorio de gran valor paisaxístico e histórico-artístico, que se desenvolveu en gran medida grazas ao impulso que lle deu o sector vitivinícola.

Estas cinco denominacións de orixe e as tres indicacións xeográficas, estas últimas cunha achega case testemuñal, supoñen a práctica totalidade do noso sector vitivinícola con vocación comercial, xa que a elaboración de viño sen a certificación dalgún destes indicativos de calidade –o que antes se denominaba "viño de mesa"– en Galicia é pouco relevante. Porén, segue habendo unha importante cantidade de viño sen DOP nin IXP que se

Mapa vitivinícola de Galicia



Denominacións de Orixe Protexidas (DOP)

- DOP Ribeiro
- DOP Valdeorras
- DOP Monterrei
- DOP Ribeira Sacra
- DOP Rías Baixas

Indicacións Xeográficas Protexidas (IXP)

- IXP Val do Miño - Ourense
- IXP Betanzos
- IXP Barbanza e Iria
- IXP Ribeiras do Morrazo *(en trámite de protección)*

Resto (sen indicación xeográfica)

- Concellos con viña

elabora para autoconsumo e que moitas veces acaba entrando no mercado por diferentes vías.

Cos datos do último ano pechado (2015), as denominacións de orixe e indicacións xeográficas protexidas galegas implican a máis de dezaseis mil viticultores que cultivan unha superficie próxima ás 9.000 hectáreas e a preto de medio milleiro de adegas, que nese ano comercializaron un volume de viño arredor dos 390.000 hectolitros, cun valor en orixe de case 180 millóns de euros. Na seguinte táboa recóllense os principais datos produtivos das diferentes denominacións de orixe e indicacións xeográficas en 2015.

Táboa 1. Principais datos produtivos das DOP e IXP galegas (2015)

	Nº viticultores	Nº adegas	Superficie (ha)	Produción (hL)	Valor económico (miles €)
Monterrei	446	25	533	23.876	11.317
Rías Baixas	5.756	183	4.077	203.442	101.721
Ribeira Sacra	2.582	94	1.268	34.999	17.499
Ribeiro	5.812	107	1.504	84.276	25.283
Valdeorras	1.460	44	1.171	40.614	23.720
Total DOP	16.056	453	8.553	387.207	179.540
Betanzos	14	6	10	83	33
Barbanza e Iria	11	3	8	139	56
Val do Miño-Ourense	8	5	5	37	15
Total IXP	33	14	23	259	104
TOTAL	16.089	467	8.576	387.466	179.644

(Fonte: Consellería do Medio Rural)

As adegas que producen estes viños, aínda as de pequeno tamaño, están dotadas do equipamento axeitado para a elaboración de viños de calidade e, tamén de xeito xeneralizado, contan con asesoramento enolóxico especializado na elaboración. Nada que ver, polo tanto, coa situación que se producía hai só dúas ou tres décadas.

A enorme mellora produtiva a nivel empresarial fixo posible tamén unha espectacular evolución na comercialización,

de xeito que moitos dos viños, aínda con diferenzas entre as diferentes denominacións de orixe, atópanse con relativa facilidade nos establecementos da distribución e na canle horeca, non só en Galicia, senón tamén nas principais capitais españolas. Os progresos na internacionalización tamén foron moi grandes, de xeito que nas últimas campañas vitivinícolas a porcentaxe das vendas que se realizan fóra de España están próximas ao 20 %, como se reflicte na táboa 2.

Táboa 2. Peso relativo (%) da exportación na comercialización dos viños galegos con denominación de orixe

	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15
Monterrei	18,87	11,65	9,52	10,79	12,10	17,12	19,00
Rías Baixas	19,04	16,04	18,58	26,16	28,77	25,34	24,42
Ribeira Sacra	0,47	0,62	1,22	1,59	1,40	10,71	0,99
Ribeiro	1,25	2,46	2,48	0,98	7,67	8,58	9,12
Valdeorras	4,18	2,79	4,68	6,60	9,67	7,18	10,81
TOTAL	11,51	10,69	12,49	15,11	19,49	18,72	17,52

(Fonte: Consellería do Medio Rural e elaboración propia)

Como se pode apreciar na táboa, a situación é bastante desigual entre as denominacións de orixe. Así, mentres a DO Rías Baixas xa comercializa unha cuarta parte da súa produción fóra de España, as cifras da DO Ribeira Sacra son moi cativas. A especialización desta denominación en viños tintos é seguramente a principal razón que explica esta situación.

5. AS VARIEDADES DE CULTIVO TRADICIONAL: A CLAVE DO ÉXITO

Sen medo a equivocarnos podemos afirmar que a clave do éxito dos viños galegos está na clara aposta que o sector fixo polas variedades de viníferas locais. Estas variedades son, sen ningunha dúbida, o punto máis forte da nosa vitivinicultura. A diversidade de microclimas e solos de Galicia e as técnicas de produción e selección sabiamente empregadas polos vellos viticultores deron como resultado unha magnífica herdanza que, logo de estar a punto de ser perdida, foi recuperada nas últimas décadas. Trátase dun grupo de variedades, tanto brancas coma tintas, que están adaptadas ás condicións edafoclimáticas das diferentes comarcas galegas, viníferas potencialmente produtoras de viños de gran calidade, viños comparables a algúns dos máis afamados do mundo que, como no caso de Galicia, se producen en

rexións nas que o clima presenta condicións límite para o desenvolvemento da viticultura.

Na regulación que se realizou das novas denominacións de orixe e indicacións xeográficas fíxose unha clara aposta por estas variedades de vinífera, fuxindo do doado recurso, ao que se acudiu noutras zonas, de introducir novas variedades foráneas de renome internacional (como Cabernet Sauvignon, Chardonnay, Merlot, etc.) e impedindo nunhas denominacións de orixe a utilización das variedades foráneas que xa estaban fortemente arraigadas na nosa viticultura ou noutras denominacións limitando a porcentaxe do seu uso nas elaboracións. Nas denominacións de orixe máis antigas tamén se deron pasos nesa liña. Así, a DO Valdeorras modificou a súa regulación en 2009 para dar un papel protagonista ás súas dúas variedades estrela, Godello e Mencía, e a DO Ribeiro iniciou tamén un proceso de modificación da súa normativa no ano 2016 na dirección do fomento dos viños elaborados coas variedades máis adaptadas ao seu territorio, entre as que destaca a Treixadura.

Na táboa 3 recóllense as distintas variedades de *Vitis vinifera* admitidas actualmente de acordo coa regulación de cada denominación de orixe e indicación xeográfica e a consideración que nesa regulación teñen: recomendada (ou preferente, ou principal) ou autorizada.

Táboa 3. Variedades de *Vitis vinifera* admitidas nas diferentes DOP e IXP

VARIEDADES DE UVA	Viños de calidade (DOP/IXP)							
	DENOMINACIÓN DE ORIXE PROTEXIDA (DOP)					INDICACIÓN XEOGRÁFICA PROTEXIDA (IXP)		
	Monterrei	Rías Baixas	Ribeira Sacra	Ribeiro	Valdeorras	Barbanza e Iria	Betanzos	Val do Miño Ourense
Agudelo, Chenín Blanc (B)						R	R	
Albariño (B)	A	R	R	A	R	R		R
Albillo Real* (B)				A				
Branca de Monterrei (B)	A							
Brancellao (T)		A	R	A	R	R	R	R
Branco Lexítimo, Albarín Branco (B)						R	R	
Caíño Branco (B)	A	R						
Caíño Bravo (T)	A	R		R	R	R		R
Caíño Longo (T)	A	R		R	R	R		R
Caíño Tinto (T)	A	R		R	R	R		R
Castañal (T)		A						
Dona Branca (B)	R		R		R			R
Espadeiro, Torneiro (T)		R			R	R		

Víños de calidade (DOP/IXP)

VARIETADES DE UVA	DENOMINACIÓN DE ORIXE PROTEXIDA (DOP)					INDICACIÓN XEOGRÁFICA PROTEXIDA (IXP)		
	Monterrei	Rías Baixas	Ribeira Sacra	Ribeiro	Valdeorras	Barbanza e Iria	Betanzos	Val do Miño Ourense
Ferrón (T)				A	R			
Garnacha Tintureira (T)			A	A	A		A	A
Godello (B)	R	A	R	A	R	R	R	R
Gran Negro (T)					A		A	
Juan García, Mouratón (T)			A		A			R
Lado (B)					R			
Loureira, Loureiro Branco, Marqués (B)	A	R	R	A	R	R		R
Loureiro Tinto (T)		R				R		
Macabeo, Viura (B)				A				
Mencía (T)	A	A	R	A	R	R	R	R
Merenza, María Ordoña (T)	A		R		R		R	R
Palomino (B)				A	A		A	A
Pedral, Dozal (T)		A						
Sousón (T)	A	R		A	R	R		R
Tempranillo (T) (Araúxa**)	A			A	R			
Torrontés (B)		A	R	A	R	R		R
Treixadura (B)	R	R	R	R	R	R		R

B \ branca

T \ tinta

R \ recomendada

A \ autorizada

* Albillo Real: en realidade trátase da variedade Albillo/a (diferente de Albillo Maior e de Albillo Real), pero aínda sen rexistrar como tal no RVC.

** Araúxa: sinonimia local non recollida oficialmente por non estar inscrita no Rexistro de Variedades Comerciais (RVC).

A dinámica de funcionamento das cinco denominacións de orixe para adaptarse ás demandas do mercado deu como resultado que ao longo dos anos nas sucesivas vendimas foron collendo cada vez máis peso determinadas variedades potencialmente produtoras de víños de calidade. Así, nas Rías Baixas hai un dominio total, xa dende os inicios da denominación, da variedade Albariño, que na última vendima (2016) supuxo case o 97% do total vendimado; no Ribeiro a variedade Treixadura supón case o 43% do total da vendima desa denominación; en Valdeorras, entre o Godello e a Mencía acumularon máis do 84% da uva recollida; na Ribeira Sacra a Mencía supuxo o 85% e en Monterrei, o Godello, a Treixadura e a Mencía achegaron o 90% da uva que entrou nas adegas, sempre con datos de 2016.

Na táboa 4 recolleemos os datos da vendima 2016 do conxunto das cinco denominacións de orixe, coa repartición da

produción entre as diferentes variedades brancas e tintas e o seu peso.

De acordo con estes datos, as variedades Albariño, Godello e Treixadura supoñen case o 88% da uva branca que entrou nas adegas das cinco denominacións de orixe, mentres que o peso da variedade Palomino apenas supera o 8%. Nas variedades tintas destaca a Mencía, con máis do 79% da produción, seguida a gran distancia da Garnacha Tintureira, que non chega ao 9%.

Estes datos son reveladores da profunda renovación que sufriu a viticultura galega, renovación baseada na recuperación do seu patrimonio xenético. Porén, queda moito camiño por andar. De acordo cos datos do Rexistro Vitícola de Galicia (RVG), na Comunidade Autónoma hai 33.369 hectáreas de viñado e, destas, 20.947 hectáreas están en zonas protexidas con DOP e 2.521 en zonas con

Táboa 4. Datos da vendima 2016

VARIEDADES BRANCAS			VARIEDADES TINTAS		
Variedade	Produción (kg)	Porcentaxe (%)	Variedade	Produción (kg)	Porcentaxe (%)
Albariño	32.642.057	65,19	Brancellao	117.561	1,22
Caíño Branco	337.814	0,67	Caíño Longo	55.838	0,58
Dona Branca	91.707	0,18	Caíño Tinto	97.693	1,01
Godello	5.368.888	10,72	Castañal	7.219	0,07
Lado	14.177	0,03	Espadeiro	23.791	0,25
Loureira	337.065	0,67	Garnacha Tintureira	950.245	9,86
Torrontés	718.557	1,44	Loureira Tinta	3.593	0,04
Treixadura	5.903.047	11,79	Mencia	7.624.040	79,10
Palomino	4.187.565	8,36	Merenzaio	80.469	0,83
Varias preferentes	472.260	0,94	Ferrón	13.519	0,14
TOTAL	50.073.138	100	Mouratón	2.895	0,03
			Pedral	6.904	0,07
			Sousón	334.051	3,47
			Tempranillo	229.422	2,38
			Varias autorizadas	26.189	0,27
			Varias preferentes	90.910	0,94
			TOTAL	9.638.150	100

(Fonte: Consellos reguladores das denominacións de orixe)

IXP. En total son 23.468 hectáreas no territorio delimitado fronte a 8.576 hectáreas que están producindo viño certificado. É dicir, hai case 15.000 hectáreas en zonas con DOP ou IXP que están á marxe delas. Unha boa parte serán viñedos que polas condicións naturais do terreo onde se sitúan non son susceptibles de producir viños de calidade, e ademais en moitos casos tratarase de viñedos formados con variedades comúns, non admitidas na normativa dos nosos viños de calidade. Pero estes datos reflicten que, na medida en que a demanda dos nosos viños de calidade o aconselle, hai potencial para o aumento da produción. Este aumento sería ademais a base dunha produción que, aínda que teoricamente ten como destino principal o autoconsumo, en moitas ocasións acaba no mercado, facendo competencia desleal aos viños comercializados con todos os requisitos legais.

Polo que se refire ao viñedo implantado fóra das zonas con DOP e IXP, temos 9.901 hectáreas, de acordo cos datos do RVG, que maioritariamente estarán en zonas con condicións naturais que dificultan o cultivo das

variedades de uva potencialmente produtoras de viños de calidade. Pero aínda hai zonas nas que se poden cultivar, e se cultivan, variedades compatibles con viños de calidade, e polo tanto esas zonas poden ser obxecto de integración por ampliación do territorio dalgunha das DOP ou IXP existentes ou de identificación de novas indicacións xeográficas, como é o caso dos viños da península do Morrazo e concellos limítrofes, para os que está en trámite actualmente este distintivo.

En definitiva, o obxectivo é seguir gañando mercados con viños singulares, e a base desa singularidade, dando por suposta a correcta elaboración, é a utilización desa gran colección de variedades de uva adaptadas ás condicións específicas das nosas comarcas produtoras e que son o resultado dun longo proceso de selección e adaptación. Variedades que se caracterizan por dar lugar a viños aromáticos e afroitados, moi do gusto do consumidor actual. E é precisamente o potencial aromático destas variedades o obxecto principal desta obra.

ORIXE E PARENTESCOS DAS VARIETADES DE VIDE CULTIVADAS EN GALICIA

José M. Martínez-Zapater e Javier Ibáñez

Instituto de Ciencias da Vide e do Viño (CSIC, UR, Goberno da Rioxax)

1. INTRODUCCIÓN

O cultivo da vide e a elaboración do viño están tan intergrados na cultura europea que o coñecemento da orixe dos nosos viños e variedades de vide achega información relevante sobre a historia, e esta historia contribúe a explicar o devir da vitivinicultura. O estudo detallado da morfoloxía das variedades de vide, coñecido como ampelografía, permite identificar familias de variedades con caracteres e mesmo nomes varietais relacionados [1]. Non obstante, non é ata o desenvolvemento dos marcadores moleculares de tipo microsatélite e a súa aplicación na identificación das variedades de vide [2] cando empeza a ser evidente a relación xenética existente entre moitas das variedades cultivadas nunha mesma rexión [3]. O rápido desenvolvemento de marcadores moleculares fixo posible a identificación de proxenitores e descendentes dun gran número de variedades cultivadas [4, 5], e máis recentemente a análise de amplas coleccións das variedades de vide indica que máis do 75% das variedades analizadas mostran relacións de parentesco en primeiro grao con outras variedades [6-8]. Estas relacións son consecuencia de hibridacións espontáneas entre variedades que se cultivaron nalgún momento na mesma zona xeográfica e da súa reprodución por sementes. O seu estudo permite agora reconstruír a historia das variedades que perduraron ata a actualidade como testemuñas da co-evolución da vide e das sociedades humanas.

Neste capítulo revisaremos a información dispoñible sobre a orixe e os parentescos das variedades de vide que se cultivan na actualidade en Galicia, con especial atención a aquelas que, por non se cultivar noutras rexións, cabe pensar que poderían ser autóctonas do noroeste da Península Ibérica. Nos próximos anos, o desenvolvemento de novos marcadores moleculares e a súa aplicación a grandes mostras de variedades, ampliadas grazas ás tarefas de prospección e recolección que ocupan a moitos grupos de investigación en todas as zonas vitícolas, permitirán identificar variedades adicionais, das que aínda quedan algunhas cepas representativas en moitos dos viñedos vellos que van desaparecendo progresivamente. Como marco para integrar toda esta información, nesta

introdución faremos unha breve descrición da bioloxía da vide e da súa distribución como especie silvestre e de cultivo na Península Ibérica. Posteriormente, describiremos a información dispoñible sobre a orixe e a estrutura xenética das variedades de vide cultivadas na Península Ibérica, para finalmente comentar a información dispoñible sobre as variedades galegas.

1.1. Bioloxía da vide

A vide (*Vitis vinifera* L.) é a única especie supervivente do xénero *Vitis* nativa de Eurasia. Dentro desta especie adoitan distinguirse dúas formas: a forma silvestre da que aínda existen algunhas pequenas poboacións, xeralmente localizadas en bosques de ribeira, e que taxonomicamente se considera como a subespecie *sylvestris*; e a forma cultivada na que se agrupan todas as variedades cultivadas baixo a denominación da subespecie *sativa* ou *vinifera*. As formas silvestres son dioicas, e nas súas poboacións coexisten plantas masculinas e femininas. As plantas silvestres trepan ata o dosel do bosque para florecer e frutificar. A polinización é anemófila e os froitos pequenos, redondos e negros agrúpanse en pequenos acios e acumulan azucres na maduración para atraer as aves que realizan a diseminación das sementes [9]. A dioecia evita a autofecundación das flores polo que as plantas de vide son altamente heterocigóticas. Pola contra, as formas cultivadas son na súa maioría hermafroditas, pódanse intensamente e cultívanse como arbustos en viñedos. As variedades tamén son moi heterocigóticas e a súa multiplicación vexetativa mantén o xenotipo varietal orixinal durante séculos, aínda que non pode evitar a acumulación de mutacións, responsables da variación somática que é a base da selección clonal [10].

As diferenzas morfolóxicas observadas entre as formas silvestres e as formas cultivadas son consecuencia do proceso de domesticación [11] e débense a dous efectos principais. Por un lado, o proceso de domesticación seleccionou os trazos característicos das formas cultivadas que afectan a súa produción e calidade, tales como a formación de flores hermafroditas, o aumento no tamaño das uvas e dos acios e un elevado contido de azucre [12,

13]. Polo outro, o mesmo proceso tamén xerou unha ampla diversificación morfolóxica como consecuencia da adaptación do cultivo a distintos usos, ambientes e gustos, o que se pode observar na diversidade para a cor da baga [14], o sabor moscatel [15] ou a ausencia de sementes en variedades de uva de mesa [16, 17]. Finalmente, outros caracteres como a forma e o tamaño das follas e sementes tamén parecen terse modificado indirectamente durante o proceso de domesticación [11].

1.2. As poboacións de vide silvestre en Europa e na Península Ibérica

Ata hai poucos séculos a vide silvestre (*Vitis vinifera* L. subsp. *silvestris* (Gmelin) Hegi) era unha especie moi común nas ribeiras fluviais, nas zonas pedregosas (coluviais) de ladeiras húmidas e ocasionalmente en acantilados e praias costeiras en Europa Central e na bacía Mediterránea. Actualmente as súas poboacións só se localizan nalgunhas reservas naturais e en zonas moi concretas do sur e do centro de Europa, norte de África, Oriente Medio e no sur do mar Caspio [18-21]. A diminución desta especie na natureza débese principalmente a dous factores: i) o desenvolvemento das poboacións humanas e con elas a fragmentación do hábitat, a xestión dos ríos e a redución dos bosques de ribeira; e ii) a chegada a Europa, a finais do século XIX, de patóxenos e pragas cunha incidencia moi negativa tanto no cultivo da vide coma nas súas poboacións naturais [22], que reduciron drasticamente as poboacións e a súa área de distribución [23]. As poboacións actuais non se poden considerar poboacións puras da subespecie *silvestris*. Unha análise destas poboacións en Francia demostrou que adoitan conter unha mestura de formas silvestres, formas cultivadas naturalizadas e mesmo portaenxertos escapados de viñedos. Ademais, tamén se poden identificar híbridos espontáneos derivados da polinización cruzada entre as distintas formas [24]. Unha situación similar describiuse tamén en Italia [25]. A existencia de fluxo xénico entre as formas cultivadas e as plantas silvestres cuantificouse en poboacións francesas próximas a viñedos [20] e pode afectar a evolución das escasas poboacións silvestres. Por outra parte, o fluxo de xenes non parece ser frecuente entre os portaenxertos naturalizados e as vides silvestres, debido posiblemente a que presentan diferentes comportamentos ecolóxicos [23].

A Península Ibérica, ao igual que outras penínsulas mediterráneas, serviu de refuxio a moitas especies de plantas durante as glaciacións do período cuaternario que conxelaron o norte e o centro de Europa [26], e constituíu unha parte moi importante do maior centro de biodiversidade de Europa, a bacía mediterránea [27]. As poboacións de vide silvestre eran moi numerosas na Península, ocupaban unha gran extensión xeográfica, e

mesmo se aproveitaron para distintos usos ata finais do século XIX [28]. Actualmente, localizáronse poboacións nalgunhas bacías fluviais e áreas costeiras relacionadas coa Serra de Ossa en Portugal e Serra Morena en España [29], en localizacións de Andalucía Occidental [28] e no norte da Península, principalmente en Asturias e o País Vasco [30, 31]. Recentemente, De Andrés et al. [32] publicaron un primeiro inventario de poboacións de vide silvestre en España. A primeira conclusión deste estudo é que, ao igual que en Francia e en Italia, as poboacións de vide silvestre contan, en xeral, cun número moi reducido de individuos, e frecuentemente inclúen tanto formas silvestres coma formas cultivadas naturalizadas e híbridos espontáneos entre ambas as dúas subespecies. O traballo analiza un total de 237 plantas procedentes de 61 localizacións distintas en 13 bacías fluviais. A maior presenza destas poboacións localízase no sur, en Andalucía Occidental e no norte nas comunidades de Asturias, País Vasco, Navarra e o norte de Castela e León. No mesmo traballo analízanse tamén algunhas poboacións residuais en Extremadura e Castela-A Mancha. Ademais, describiuse a presenza de poboacións de vide silvestre na Rioxa [33] e en localizacións adicionais de Castela e León [34], así como en varias bacías fluviais do centro e sur de Portugal [35, 36]. Ata o momento non existen evidencias sobre a permanencia de poboacións de vides silvestres en Galicia.

1.3. A viticultura na Península Ibérica

A identificación de sementes de vide silvestre nos depósitos arqueolóxicos mesolíticos e neolíticos do mediterráneo occidental demostra que os seus poboadores xa recollían uvas nos bosques de ribeira e as consumían como froita [37]. Concretamente, na Península Ibérica o consumo de vide silvestre está documentado nos xacementos do Calcolítico (aprox. 3000 anos a.C) [38]. Non obstante, a produción de viño non se documenta ata os séculos VII e VI a.C nos xacementos do sur e este da Península Ibérica, xa fortemente influídos pola colonización fenicia. Os fenicios non só importaron viño senón tamén as primeiras plantas de vide domesticada e mesmo os sistemas de cultivo para establecer os primeiros viñedos nas súas colonias ibéricas [39]. Ademais dos fenicios, tamén os gregos e os romanos diseminaron na Península Ibérica as súas prácticas vitícolas e as súas variedades [40]. Uns séculos despois da caída do Imperio Romano de Occidente, a Península Ibérica foi colonizada por musulmáns dende o norte de África, o que supuxo unha interacción cultural que se iniciou no século VIII e rematou no século XV, dependendo das distintas zonas xeográficas. Os musulmáns trouxeron unha viticultura máis centrada no uso de variedades orientais de uva de mesa, e a produción de viño quedou posiblemente restrinxida na súa área de influencia. Loxicamente, a

interacción coa cultura musulmá tamén contribuíu ao acervo vitícola da Península con prácticas e usos particulares, así como coa importación de variedades orientais utilizadas, fundamentalmente como uva de mesa. Variedades como Beba, Teta de Vaca, Dominga, Valenci Tinto ou Planta Fina aínda hoxe se poden localizar tanto na Península Ibérica coma nos países do Magreb [41-43]. Por outra parte, conforme os reinos cristiáns ampliaban os seus dominios, promovían as novas plantacións de viñedo como estratexia para fixar as poboacións de campesiños que se asentaban nos novos territorios [44, 45]. Polo tanto, ao longo da historia, as relacións xeográficas, históricas, comerciais, políticas e relixiosas entre a Península Ibérica e outras zonas xeográficas deron lugar a un amplo intercambio e diseminación de variedades de vide que contribuíu a aumentar a diversidade xenética das vides ibéricas. Estes mesmos factores, xunto á mencionada chegada de novas enfermidades e pragas no século XIX e o desenvolvemento de novas formas de produción, tamén tiveron un efecto contrario de redución desta diversidade xenética noutros momentos da historia [28]. A interacción conxunta de factores positivos e negativos modelou a mestura de xenotipos de vide que se poden encontrar actualmente nos viñedos españois e portugueses e nos seus bancos de xermoplasma.

2. INFORMACIÓN XENÉTICA SOBRE A ORIXE DAS VARIEDADES IBÉRICAS

A arqueoloxía é a disciplina que tradicionalmente aborda a reconstrución da historia das poboacións humanas e dos seus usos e costumes. Non obstante, a xenética molecular e a secuenciación do xenoma humano están a xerar contribucións moi importantes para comprender a evolución da especie humana [46]. Do mesmo xeito, a información xenética e xenómica dispoñible en plantas e animais domésticos contribúe tamén ao coñecemento dos procesos de domesticación destas especies de moi diversas maneiras, tales como a identificación das especies silvestres proxenitoras, a estimación do número e localización dos sucesos de domesticación ou o seguimento da secuencia temporal do proceso de domesticación [47-49]. No caso da vide, a culminación da secuencia do seu xenoma de referencia [50, 51] ofrece novas oportunidades para a súa aplicación na resolución de preguntas históricas e biolóxicas sobre a súa domesticación ou sobre o uso da uva e do viño por distintas culturas. Dalgún xeito poderíamos dicir que a historia do proceso de domesticación da vide está escrita no xenoma das variedades que chegaron ata os nosos días e pode constituír unha das evidencias máis sólidas deste proceso.

2.1. Ferramentas de análise derivadas dos xenomas da vide

Ademais do xenoma nuclear, a célula vexetal contén dous orgánulos subcelulares que dispoñen do seu propio xenoma, os cloroplastos e as mitocondrias, e ambos os dous secuenciáronse tamén recentemente en xenotipos de referencia de *Vitis vinifera* [52, 53]. A variación na secuencia de ADN de calquera xenoma clasifícase en dous tipos básicos: i) substitucións de nucleótidos que provocan polimorfismos de nucleótidos únicos ou SNP (Single Nucleotide Polymorphisms); e ii) insercións ou deleccións coñecidas como INDEL. Este segundo grupo inclúe todo tipo de insercións-deleccións dende un só nucleótido ata segmentos de gran lonxitude. As repeticións de secuencias nucleotídicas simples, coñecidas como microsatélites, tamén se poden considerar como un tipo especial de INDEL. O estudo da variación xenética de tipos SNP e microsatélite que existe nos xenomas cloroplástico e nuclear de variedades e de plantas silvestres de vide proporciona información sobre as súas orixes e relacións xenéticas. O xenoma nuclear da planta evoluciona a unha velocidade catro veces maior que o xenoma do cloroplasto [54], convertendo os marcadores de ADN nuclear (SNP e microsatélites) na ferramenta máis útil para o estudo dos procesos de domesticación nas plantas. Por outro lado, o xenoma cloroplástico transmítese de xeito uniparental na maior parte das especies (xeralmente por vía materna nas anxiospermas e paterna nas ximnospermas), e polo tanto é moi útil para determinar a contribución relativa da liña materna á estrutura xenética das poboacións [55], analizar a existencia de fluxo xénico entre as plantas cultivadas e silvestres ou establecer a orixe materna dos xenotipos específicos.

2.2. As variedades cultivadas na Península Ibérica están relacionadas coas poboacións silvestres por vía materna

O xenoma do cloroplasto da vide é unha molécula de ADN circular de 160.928 bp con contido e orde xénica idéntica á doutros xenomas cloroplásticos doutras especies de anxiospermas [53]. Os cloroplastos da vide hérdanse por vía materna [56, 57], o que indica que os polimorfismos cloroplásticos só se poden transmitir ás plantas da seguinte xeración por sementes ou gallos, pero nunca polo pole. O estudo da diversidade xenética do xenoma cloroplástico da vide analizouse ata o momento mediante o estudo de polimorfismos en loci de microsatélites [56, 58]. Os microsatélites cloroplásticos son repeticións de mononucleótidos que presentan variación no número de repeticións, e polo tanto na súa lonxitude en distintos xenotipos. Dun total de 34 loci analizados no xenoma cloroplástico da vide, só cinco mostraron polimorfismos [19]; ver tamén [59]. O estudo da variación para estes loci polimórficos nunha

ampla mostra de accesións de vide, cultivadas e silvestres, permitiu identificar entre 2 e 3 alelos por locus, que se combinaron en oito clorotipos ou tipos distintos de xenomas cloroplásticos. Entre eles, os catro que mostraron unha frecuencia superior ao 5% na mostra analizada denomináronse A, B, C e D. O estudo das frecuencias destes clorotipos nas poboacións de vides silvestres analizadas ao longo da bacía mediterránea mostrou que a súa distribución xeográfica non é homoxénea. O clorotipo A, moi distinto dos clorotipos B, C e D, é moi frecuente nas poboacións silvestres de Europa Occidental e Central, así como nas poboacións do Magreb, pero está ausente das poboacións silvestres analizadas en Oriente Próximo e en Asia. Ademais, os clorotipos C e D son moi frecuentes en poboacións de Oriente Próximo e Asia pero non se encontran en poboacións de Europa Occidental [19].

Á vista destes resultados, resulta moi informativo comprobar que o clorotipo A é moi abundante tamén nas variedades de vide de Europa Occidental e, especialmente, en variedades de vinificación da Península Ibérica, mentres que o clorotipo C é característico das variedades orientais e moi abundante nas variedades de uva de mesa [19]. Esta mesma distribución de clorotipos tamén se observou en variedades cultivadas e accesións silvestres portuguesas [60]. Na Península Ibérica ao redor dun 75% das variedades de vinificación son portadoras do clorotipo A, que é o clorotipo máis abundante encontrado nas poboacións ibéricas de vides silvestres (*V. vinifera* ssp. *sylvestris*) [19, 60]. No Magreb, no norte de África, obsérvase o contrario, mentres que as mostras de accesións silvestres recollidas en poboacións naturais son principalmente portadoras do clorotipo A, a maior parte das variedades cultivadas adoitan ser portadoras do clorotipo C, característico das variedades de uva de mesa [41, 43, 61].

Está amplamente aceptado que os primeiros sucesos de domesticación da vide documentados e datados a partir de restos arqueolóxicos tiveron lugar posiblemente na rexión transcaucásica que hoxe forma parte do norte de Irán. Dende esta zona, a cultura do viño e o cultivo da vide estendéronse primeiro cara ao sur pola antiga Mesopotamia ata chegar ao antigo Exipto e posteriormente de leste a oeste pola bacía mediterránea. Os resultados da análise de clorotipos suxiren a existencia de sucesos de domesticación secundarios no occidente da bacía mediterránea e en particular na Península Ibérica, que constitúen a orixe da liña materna de moitas das variedades cultivadas na actualidade nesta zona xeográfica [19].

2.3. A variación no xenoma nuclear das variedades de vide da Península Ibérica é compatible coa existencia de introgresión das poboacións silvestres

No xenoma nuclear, a elevada taxa evolutiva dos loci microsatélites foi moi útil para rastrexar os antecesores das

variedades de vide e estimar a súa diversidade xenética [6, 7, 62-64]. Non obstante, os microsatélites están a ser substituídos rapidamente polos SNP [8, 65-67] que poden proporcionar miles de marcadores xenéticos en cada análise. Todos os estudos de microsatélites nucleares que comparan as poboacións occidentais de *Vitis vinifera* ssp. *sylvestris* con diferentes conxuntos de variedades de *Vitis vinifera* ssp. *vinifera* (de Europa Occidental e Central ou do norte de África) poñen de manifesto que os xenotipos silvestres e cultivados se distribúen en grupos xenéticos distintos non relacionados [32, 41, 43, 61, 68, 69]. Estes resultados xeraron a idea de que en Europa Occidental as poboacións de *V. vinifera* ssp. *sylvestris* e as variedades cultivadas pertencen a diferentes grupos xenéticos con distintas orixes. Soamente un estudo recente combina a análise do xenoma nuclear de variedades cultivadas con mostras de *V. vinifera* ssp. *sylvestris* procedentes tanto de zonas occidentais coma de zonas orientais da súa área de distribución [8]. Os resultados deste estudo suxiren unha maior similitude xenética entre as variedades orientais e as poboacións de *V. vinifera* ssp. *sylvestris* orientais que entre as variedades occidentais e as *sylvestris* occidentais [8]. Estes resultados supoñen a primeira evidencia xenética que apoia unha domesticación inicial da vide en Oriente, seguida pola diseminación dos xenotipos domesticados en dirección leste-oeste. Non obstante, este estudo tamén avala a existencia da introgresión de material xenético de poboacións occidentais de *V. vinifera* ssp. *sylvestris* nas variedades occidentais, o que explicaría a similitude xenética lixeiramente maior que existe entre variedades occidentais e *sylvestris* occidentais que entre estas *sylvestris* occidentais e as variedades orientais. Na mesma liña, o estudo da estrutura xenética das poboacións silvestres españolas, mencionado anteriormente [32], tamén identifica a existencia de sucesos de introgresión máis actuais tanto de material silvestre nas formas cultivadas coma de material cultivado nas poboacións silvestres. Polo tanto, pódese concluír que esta introgresión existe e ten lugar en ambas as dúas direccións, aínda que non se dispón de información sobre cal foi a súa incidencia ao longo dos miles de anos que levan convivindo a vide cultivada coa vide silvestre na Península Ibérica. Malia o seu interese e de estar de acordo cos resultados da análise de clorotipos, estes resultados deben interpretarse con cautela dado o pequeno número de mostras analizadas ata a data.

2.4. A estrutura xenética das variedades de vide cultivadas na Península Ibérica suxire a existencia de dous grupos xenéticos principais

Os escasos estudos que ata o momento analizaron a estrutura xenética das variedades de vide da Península Ibérica poñen de manifesto a existencia dun alto grao de mestura varietal, posiblemente froito da complexa

historia de civilizacións e invasións da Península [63]. Este traballo, baseado nos xenotipos obtidos para 20 marcadores de tipo microsatélite, identifica dous grupos xenéticos nos que se poden encadrar a maioría das variedades ibéricas cun pedigree non excesivamente mesurado. O primeiro grupo estaría formado por variedades de vinificación que poderíamos denominar occidentais ou do occidente europeo e o segundo grupo incluíría variedades principalmente orientais utilizadas nuns casos para uva de mesa e noutros para vinificación. Dun total de 226 variedades ibéricas analizadas por Bacilieri et al. [63], a maior parte mostran un perfil xenético moi mesurado e só 37 e 55 delas pertencerían respectivamente aos dous grupos xenéticos mencionados. Estes resultados coinciden cos de De Andrés et al. [32] que noutro estudo de estrutura xenética, realizado cos mesmos 20 microsatélites pero máis limitado en canto ao número e orixe das variedades analizadas, tamén identificaron dous grupos xenéticos de variedades cultivadas. O primeiro inclúe a maior parte das variedades da Península, mentres que o segundo agrupa moitas das variedades europeas occidentais e inclúe tamén algunhas das variedades ibéricas cultivadas en Galicia como Caíño Branco, Caíño Longo ou a variedade tinta Mencía. Cando estas análises da estrutura xenética tratan de maximizar o número de grupos xenéticos, acaban identificando grandes familias de variedades emparentadas [63, 70, 71].

2.5. As análises de pedigrees identifican a existencia de hibridacións espontáneas que constitúen a orixe próxima das variedades da Península Ibérica cultivadas na actualidade

Que aconteceu dende o cultivo das primeiras vides domésticas inicialmente importadas e das que posiblemente se domesticaron secundariamente na Península Ibérica, ata as variedades que se cultivan na actualidade? Desgraciadamente, nos rexistros que chegaron ata os nosos días, non hai descrições suficientemente claras que permitan a identificación das variedades de vide cultivadas nos diferentes períodos. Algunhas variedades como as moscateis estendéronse pola bacía mediterránea dende os tempos de Grecia e Roma clásicas e poderían ser introducidas na Península Ibérica hai máis de mil anos. De feito, estas variedades pódense recoñecer entre as descritas polo agrónomo andaluz do século XII Ahmad Ibn al-awwam al-Ishbili (Abu Zacaria) no *Kitab al Fila*, ou *Libro de Agricultura* [72], un importante texto medieval no que se describen as variedades de vide do seu tempo. Á parte do caso dos moscateis, non é ata o século XVI cando as primeiras descrições ampelográficas de Alonso de Herrera [73] permiten identificar algunhas das variedades ibéricas que aínda están en cultivo.

O estudo das relacións de parentesco entre as variedades de vide mediante o uso de marcadores moleculares

de tipo microsatélite iniciouse en 1997 co descubrimento de que Cabernet Sauvignon procede da hibridación espontánea entre Cabernet Franc e Sauvignon Blanc [5]. Este estudo abriu o camiño para análises similares en diferentes rexións vitivinícolas que mostraron que moitas variedades xeneticamente relacionadas dentro da mesma zona xeográfica [3] son en realidade parentes próximos [4, 74, 75]. Posto que as hibridacións da vide dirixidas polos melloradores non comezaron ata o século XIX e moitas das variedades mencionadas coñécense dende hai varios séculos, cabe supoñer que na maior parte dos casos se trata de híbridos espontáneos que chegaron a cultivarse como consecuencia ben do uso de sementes para a reprodución da vide ou ben dunha xestión “descoidada” dos viñedos, que permitía que plantas híbridas entrasen en produción nos campos de cultivo.

Os estudos de relacións de parentesco entre variedades de vide realizados en grandes mostras, con marcadores microsatélites ou SNP, coinciden en sinalar que aproximadamente tres cuartas partes das variedades analizadas en cada caso comparten un 50% dos seus alelos [6-8]. Estas relacións de parentesco vanse analizando en detalle en cada rexión vitivinícola e existe un crecente número de traballos que analizan os pedigrees de variedades francesas [4, 11, 75], italianas [6, 76, 77] ou centroeuropeas [78, 79]. Unha situación similar tamén a detectan as primeiras análises de parentesco realizadas ata o momento entre as variedades da Península Ibérica. Estes traballos poñen de manifesto o papel que como proxenitores das variedades actuais tiveron algunhas variedades practicamente desaparecidas. Na Península Ibérica cabe destacar o papel da variedade feminina Hebén, que se encontrou de forma residual en moitos viñedos antigos de Aragón, Castela-A Mancha, Extremadura e Andalucía [1], e que é proxenitora dun gran número de variedades ibéricas [80]. Esta variedade comparte o 50% dos alelos nos loci analizados (é proxenitor ou descendente), con máis de 60 variedades da Península [7]. Por hibridación coa variedade Tortozón xerou a variedade Subirat Parent (Alarije ou Malvasía da Rioxa), en cruzamentos cunha variedade denominada Falso Brustiano deu lugar ás variedades Macabeo e Xarel.lo [7, 81], ou xunto con outras variedades peninsulares como Monastrell, Graciano ou Albillo Maior a variedades máis minoritarias como Eperó de Gal, Gorgollasa, Mandón ou Viñaté [81]. Como veremos máis adiante, Hebén tamén participa nos pedigrees de variedades cultivadas actualmente en Galicia e en Portugal e está emparentada con Cayetana Blanca (Pardina, Jaén Blanco), que é á súa vez un posible proxenitor das variedades ibéricas na franxa occidental da Península, e está emparentada con máis de 20 variedades coñecidas [7, 74]. Á parte do papel destas variedades moi prolíficas que indica que no seu día tiveron unha implantación vitícola

moi relevante, tamén se puido trazar a orixe de variedades que na actualidade se recoñecen como moi importantes pero que, non obstante, derivan do cruzamento de variedades menores. Este é o caso da variedade Tempranillo, xerada a partir do cruzamento entre Albillo Maior (Turruntés da Rioxa) e Benedicto, unha variedade aragonesa que na actualidade se considera desaparecida dos campos de cultivo [82].

3. A ORIXE DAS VARIEDADES GALEGAS

3.1. Contexto histórico

O noroeste da Península Ibérica posúe características edáficas e climatolóxicas diferenciais que determinan o perfil das variedades de vide cultivadas na zona [70]. Sen dúbida, tamén a súa posición xeográfica influíu na historia da viticultura na rexión. Concretamente, Galicia é a rexión máis afastada dos deltas do Ebro e do Guadalquivir que, segundo a antigüidade dos xacementos arqueolóxicos encontrados, foron as zonas polas que se introduciu a cultura do viño na Península Ibérica. De feito, foi posiblemente coa chegada do imperio romano e a romanización de toda a Península cando o cultivo da vide se estendeu ata a actual Galicia, que entón formaba parte da provincia Tarraconensis (Strabon [83]). Posteriormente, a influencia musulmá seguramente foi de menor intensidade nesta rexión que no resto da Península, dado que o noroeste ibérico foi a primeira zona xeográfica recuperada polos reinos cristiáns. En particular, as cidades de León, Lugo, Astorga e Zamora volveron ao dominio cristián en menos dun século despois de culminarse a invasión musulmá ao longo do século IX [84]. Ademais, a partir do século X as peregrinacións á tumba do apóstolo Santiago ao longo da cornixa norte da Península crean unha canle de comunicación entre Galicia e o resto da Europa cristiá que se consolidará cando aumenten as dificultades de peregrinación a Xerusalén e se vaia ampliando o territorio de influencia cristiá no norte da Península Ibérica. Neste territorio instálanse diversas ordes monásticas do centro de Europa para dar soporte aos peregrinos traendo con elas os seus costumes e a súa cultura vitivinícola, incluíndo posiblemente as variedades de vide tan relevantes na elaboración do viño necesario para a liturxia cristiá [83]. Finalmente, cabe mencionar tamén como outro factor histórico que nos axude a comprender a orixe e distribución das variedades de vide que a fronteira que separa Galicia do norte de Portugal non se creou ata o século XII. Durante este tempo o norte do actual Portugal formou parte sucesivamente dos reinos de León, de Castela e León e de Castela.

3.2. Variedades cultivadas

As rexións vitivinícolas do noroeste da Península Ibérica, fundamentalmente Galicia, Asturias e O Bierzo leonés, comparten moitas variedades de vide, se ben cada zona presenta tamén as súas propias particularidades. Esta zona integra sete denominacións de orixe protexidas (DOP): cinco en Galicia (Monterrei, Rías Baixas, Ribeira Sacra, Ribeiro e Valdeorras), unha no principado de Asturias (Cangas) e outra no Bierzo (O Bierzo). Neste capítulo referirémonos fundamentalmente ás variedades cultivadas e/ou admitidas nas DOP galegas, algunhas das cales se encontran tamén nas outras rexións (Táboa 1).

Ademais dunha importante riqueza varietal, existe na zona unha grande abundancia de denominacións para as distintas variedades, que deu lugar á aparición de sinonimias, homonimias e falsas sinonimias que xeran unha gran confusión e dificultan a identificación varietal. Por citar un exemplo, á variedade branca de referencia en Galicia, Albariño, adxudicáranse sinonimias erróneas como Savagnin Blanc e Caíño Branco, o que esixiu a realización de traballos específicos de identificación para resolver as dúbidas xeradas [85, 86]. Nos últimos anos varios equipos de investigación contribuíron de forma importante a clarificar a situación, utilizando ferramentas morfolóxicas, morfométricas e moleculares para caracterizar diversos grupos varietais [70, 87-93]. Ademais do Albariño antes citado, outras variedades concretas mereceron traballos particulares, como é o caso de Albarín Branco [94] ou Mencía [95]. O uso dun mesmo xogo de marcadores moleculares de tipo microsatélite en moitos destes traballos permitiu o establecemento de sinonimias e homonimias claras, tanto nacionais coma internacionais, de maneira que non existen dúbidas en canto á identificación molecular dos principais cultivares de Galicia. É de destacar a existencia de numerosos casos de sinonimias ibéricas, con nomes españois e portugueses, para moitas das variedades estudadas, que se describen na Táboa 1. Nesta táboa recóllese a denominación varietal máis común en Galicia, en España e no Catálogo Internacional de Variedades de Vide (VIVC). Non obstante, aínda existen incógnitas por resolver, como o caso da variedade Branca de Monterrei, que Cabello et al. [1] consideran unha sinonimia de Dona Branca, pero para a que Díaz-Losada et al. [93] describen un xenotipo diferente. Neste último traballo menciónanse tamén outros xenotipos obtidos para accesións de vide da zona que ata o momento non se poden adxudicar a ningunha variedade coñecida. Estas accesións poderían corresponder a variedades locais en perigo de extinción, como tamén é o caso de Tinta Castañal [96]. Á vista destes exemplos poderíamos dicir que, a pesar dos importantes esforzos realizados por varios grupos nas dúas últimas décadas, o coñecemento do patrimonio vitícola galego está aínda por completar e pode deparar novas sorpresas.

Táboa 1. Variedades de vide incluídas nas DO galegas ou cultivadas no noroeste peninsular

Nome DO Galicia	Nome principal España	Cor ^a	Nº da variedade VIVC ^b	Nome principal VIVC ^b	Sinonimias / Península Ibérica ^c
Albariño	Albariño	B	15689	ALVARINHO	Albariña
Albilla	Chasselas*	B	2473	CHASSELAS BLANC	* Segundo [100] é diferente de Chasselas. Albillo, Malvasía do Bierzo, Temprano, Temprano Blanco
Branca de Monterrei	Blanca de Monterrei	B	2124	CARREGA BRANCO	Segundo [1] é Dona Branca, aínda que Dona Branca é outra variedade autorizada en Monterrei
Brancellao	Brancellao	T	1650	ALVARELHAO	Albarelo, Alvarello, Brancello, Brencellao, Brencello, Serradelo, Serradillo
Caíño Branco	Caíño Blanco	B	371	CAINHO DE MOREIRA	
Caíño Bravo	Caíño Bravo	B	818	AMARAL	Caíño Astureses
Caíño Longo	Caíño Longo	B	5178 / 24614	CAÍÑO LONGO	
Caíño Tinto	Caíño Tinto	T	1564	BORRACAL	Cachiño, Cachón, Caíño do País, Caíño Gordo, Caíño, Espadeiro, Caíño Redondo, Tinta Femia, Tinto Redondo
Castañal	Castañal	T	23051	CASTANAL	
Dona Branca	Doña Blanca	B	2742	SIRIA	Blanca de Monterrei, Cigüente, Cigüeriles, Claireto, Malvasía, Malvasía Castellana, Moza Fresca, Moza Fresca Valenciana, Siria, Valenciana, Valenciana Blanca
Espadeiro	Espadeiro	T			Caíño Redondo, Gascón, Tinto Gascón, Torneiro, Padeiro
Ferrón	Ferrón	T	7340	MANSENG NOIR	Caíño do Freixo, Espadeiro, Ferrol, Negrón
Garnacha Tintureira	Garnacha Tintorera	T	304	ALICANTE HENRI BOUSCHET	Alicante, Alicante Bouschet, Colorina, Garnacha, Moratón, Negral, Tintorera, Tintorera de Liria, Tintorera de Longares
Godello	Godello	B	12953	GOUVEIO	Cumbrao, Verdello, Verdejo Blanco
Gran Negro	Gran Negro	T	5012	GRAND NOIR	Negrón
Lado	Lado	B	23156	LADO	
Loureira	Loureira	B	6912	LOUREIRO BLANCO	Marqués
Loureiro Tinto	Loureiro Tinto		17346	LOUREIRO TINTO	Segundo Cabello ^e é Sousón, aínda que Sousón é outra variedade autorizada nas Rías Baixas
Macabeo	Macabeo	B	13127	VIURA	Blanco de Daroca, Blanco Fino, Malvasía, San Diego, Tortosina, Verdigell, Viuna
Mencía	Mencía	T	7623	MENCÍA	Jaén, Tinto Mencía, Tinta Mollar
Merenzaio	Merenzaio	T	12668	TROUSSEAU NOIR	Bastardo, Carnaz, María Ordoña, María Ordoñez, Maturana Tinta, Pecho, Roibal, Tinta, Tintilla, Verdejo, Verdejo Negro, Verdejo Tinto

Nome DO Galicia	Nome principal España	Cor ^a	Nº da variedade VIVC ^b	Nome principal VIVC ^b	Sinonimias / Península Ibérica ^c
Mouratón	Juan García	T	8082	MOURATÓN	Collón de Galo, Juan García, Mencía Gorda, Negreda, Negrón de Aldán, Tinto Madrid
Palomino	Palomino Fino	B	8888	PALOMINO FINO	Jerez, Jerezana Fina, Listán Blanco, Listán Blanco de Canarias, Listán Gacho
Pedral	Pedral	T	9078	PEDRAL	Dozal, Pedral Negro, Pedrol
Sousón	Sousón	T	13100	VINHAO	Alvarello, Loureira Tinta, Pazao, Retinto, Sousao, Sousóns, Souzón Retinto, Tintilla, Viñón
Tempranillo	Tempranillo	T	12350	TEMPRANILLO TINTO	Albillo, Aragonés, Araúxa, Cencibel, Tinto Fino, etc.
Torrontés	Torrontés	B	715	MALVASÍA FINA	Arinto do Dão, Boal, Boal Cachudo, Gual, Tarantey de Nerga, Uval
Treixadura	Treixadura	B	12629	TRAJADURA	

Non incluídas nas DO galegas

	Albarín Blanco	B	22838	ALBARÍN BLANCO	Branca do País, Blanca Legítima, Blanco Legítimo, Blanco País, Blanco Verdín, Raposo
	Bruñal	T	277	ALFROCHEIRO	Albarín Negro, Albarín Tinto, Baboso Negro, Bastardo Negro, Caíño Gordo, Tinta Francesa, Tinto Serodo
	Cagarrizo	B	4178	FOLGASAO	Silveiriña
	Carrasquín	T	2123	CARRASQUÍN	
	Prieto Picudo	T	9694	PRIETO PICUDO TINTO	Picudo, Verdejo Negro, Verdejo Tinto

^a B \ branca
T \ tinta

^b VIVC (Catálogo Internacional de Variedades de Vide). 31/05/2017

^c De acordo a [1, 93, 99]

3.3. Relacións de parentesco

Os resultados das diversas análises xenéticas realizadas con marcadores de microsátélites nas variedades de vide cultivadas en Galicia poñen de manifesto a existencia, tamén aquí, de grupos de variedades emparentadas. Concretamente, se se exclúen das variedades cultivadas na actualidade (Táboa 1) aquelas cuxa procedencia doutras rexións parece ben coñecida [Albillo (sinónima Chasselas Blanc), Garnacha Tintureira (sinónima de Alicante Henri Bouschet), Gran Negro, Macabeo, Palomino Fino e Tempranillo], o núcleo de variedades que poderíamos denominar autóctonas pertence na súa maior parte a catro grupos ou familias varietais que parecen organizarse arredor doutras tantas variedades fundadoras ou proxenitoras (Figura 1).

Posiblemente o grupo máis típico é o que ten como posible fundador a variedade tinta Caíño Bravo coñecida tamén como Caíño Astureses [90], e que en Portugal se coñece como Amaral. Esta variedade está relacionada con parentesco de primeiro grao, é dicir, é proxenitora ou descendente de moitas variedades cultivadas na zona, tanto tintas coma brancas [Castañal, Caíño Longo, Caíño Tinto (Tinta Femia) e Sousón] [90, 97]. Ademais, Caíño Bravo foi proxenitora de dúas variedades brancas de relevancia en Galicia e en Portugal como son Caíño Branco (Caíño de Moreira en Portugal) e Loureira. A primeira deriva do seu cruzamento espontáneo coa variedade Albariño [7, 97] e a segunda coa variedade portuguesa Branco Escola (Espadeiro Branco) [7].

Figura 1. **Relacións de parentesco entre variedades cultivadas no noroeste da Península Ibérica.** As cores azul, vermella, amarela e verde marcan as catro familias varietais ás que se fai referencia no texto. Os nomes rodeados por unha liña continua corresponden a variedades aprobadas nalgũa DOP galega. Os nomes rodeados por liñas descontinuas corresponden a variedades aprobadas noutras denominacións do noroeste da Península. As liñas descontinuas entre variedades indican unha relación de parentesco en primeiro grao na que se descoñece a dirección entre proxenitor e descendente. As frechas indican unha relación definida de proxenitor a descendente na dirección da frecha.



Caíño Bravo estaría tamén relacionada con máis de dez variedades portuguesas como Amaral Branco, Falso Azal Branco, Barcello, Boal Molle, Douradinha, Malvasía de Colares, Mourisco do Minho, Rabo de Ovelha (Rabigato) e Falso Souza [7].

A citada variedade Branco Escola comparte a metade dos seus alelos coa variedade portuguesa Batoca [7], que á súa vez está emparentada en primeiro grao con variedades cultivadas na actualidade tanto en Galicia coma no norte de Portugal. Entre elas encóntranse o Espadeiro (tinto) e a variedade Treixadura, ambas as dúas protexidas nas DO galegas, así como as variedades portuguesas Azal, Cascal, Doçal e Doçal de Refoios [7].

Un terceiro grupo estaría formado ao redor dunha variedade de orixe europea denominada Traminer no norte de Italia e Savagnin en Francia, que está emparentada en primeiro grao con máis de 50 variedades, fundamentalmente francesas, italianas, alemás, portuguesas e españolas [7]. Os parentes de Traminer na Península Ibérica concéntranse fundamentalmente no noroeste e inclúen coñecidas variedades na zona como Carrasquín, Merenzao (Trousseau Noir), Albarín Branco (Branco Lexítimo) ou Prieto Picudo (Verdejo Negro) [7]. Ademais, a hibridación espontánea entre Traminer e Castellana Blanca (unha variedade ibérica que tamén contribuíu nalgúns pedigrees da Península) [7] daría lugar á variedade Godello (Gouveio

en Portugal) e á variedade Verdejo, amplamente cultivada en Castela e León, e ambas as dúas aromáticas. A variedade Bruñal (Albarín Negro, Alfrocheiro) é outro posible descendente de Traminer, e tamén podería estar na orixe de moitas variedades cultivadas no noroeste da Península Ibérica como Mencía [70], Torrontés, Mouratón e Douradinha [7, 70, 74]. Ademais, entre os parentes europeos de Traminer é importante sinalar a variedade Petit Manseng, que á súa vez podería estar emparentada con Gros Manseng e este á súa vez podería ser proxenitora ou descendente da variedade galega Albariño [7].

Finalmente, o cuarto grupo varietal organízase ao redor de tres variedades fundadoras que seguramente foron amplamente cultivadas en Castela e na franxa occidental da Península: Hebén, Cayetana Blanca e a mencionada Castellana Blanca. Hebén é proxenitora xunto con Bruñal da variedade cultivada en Galicia como Torrontés e coñecida en Portugal co nome de Arinto do Dão ou Malvasía Fina. A variedade Cayetana Blanca, emparentada con Hebén, tamén hibridou con Bruñal para dar lugar á variedade Mouratón (Juan García). Cayetana Blanca está así mesmo emparentada en primeiro grao cun gran número de variedades ibéricas (españolas e portuguesas) como a variedade galega Dona Branca coñecida en Portugal como Siria, ou a variedade Castellana Blanca, mencionada anteriormente no pedigree do Godello e Verdejo [74].

Loxicamente, estes catro grupos non son compartimentos estancos e, como se mencionou, as variedades que consideramos fundadoras teñen descendentes comúns. Este é o caso das variedades portuguesas Malvasía de Colares, descendente do cruzamento entre Hebén e Caíño Bravo [98], ou Douradinha, descendente do cruzamento entre Caíño Bravo e Bruñal [7]. Tamén se podería dicir o mesmo das variedades galegas Caíño Branco e Loureira que resultan de hibridacións entre Caíño Bravo e unha variedade do grupo de Traminer no primeiro caso e entre Caíño Bravo e Batoca no segundo.

Entre as variedades actualmente cultivadas en Galicia que restan por emparentar cabe mencionar a Ferrón, sinónimo de Manseng Noir, e que como tal aparece relacionada con variedades francesas como Tannat ou portuguesas como São Mamede [7]. Finalmente, restarían catro variedades do noroeste da Península para as que ata o momento non se identificaron parentescos de primeiro grao con outras variedades coñecidas: Brancellao, Cagarrizo, Lado e Pedral. Brancellao, Lado e Pedral poderían estar relacionadas co grupo de Traminer [70], aínda que se requiren estudos de pedigrees máis precisos e con maior número de marcadores para confirmar esta información. A estas incógnitas habería que engadir a posibilidade de que Branca de Monterrei non sexa sinónima de Dona Branca (en principio o xenotipo analizado en EVEGA tamén podería estar relacionado co grupo da variedade Traminer) e de que Loureiro Tinto teña un xenotipo diferente de Sousón, dúbidas que quedan pendentes de futuras análises.

A análise dos xenotipos das variedades de vide europeas e ibéricas publicados ata a data permite identificar o parentesco e a posible orixe da maior parte das variedades cultivadas actualmente en Galicia e no noroeste da Península Ibérica. Como vimos, a maior parte están relacionadas con algunha das catro familias varietais descritas, ou descendentes de hibridacións entre variedades destas familias.

Agradecementos

Os autores agradecen a Emilia Díaz-Losada a súa lectura crítica do manuscrito e as súas achegas e comentarios.

Dúas destas familias varietais, centradas arredor de Caíño Bravo e de Batoca, agrupan variedades estendidas en Galicia e no norte de Portugal entre os ríos Miño e Douro e poderían considerarse os grupos máis autóctonos do acervo varietal da zona.

Unha terceira familia varietal constitúese arredor da variedade Traminer, posiblemente importada de Europa Central xunto con outras variedades como Manseng Noir (Ferrón) ou Gros e Petit Manseng. A identificación deste grupo de variedades vén sustentar xeneticamente as hipóteses sobre a influencia do Camiño de Santiago e das ordes monásticas do Císter na diseminación das variedades centroeuropeas en Galicia. O gran tamaño deste grupo varietal, que inclúe variedades como Bruñal, tamén cun gran número de descendentes, confirma a antigüidade destas introducións. É posible que algunha das variedades importadas fose proxenitora dunha das variedades actuais de referencia en Galicia, a variedade Albariño, algo que haberá que rastrexar con marcadores moleculares na zona.

Finalmente, as variedades do noroeste peninsular mostran tamén influencia dun cuarto grupo varietal que inclúe variedades como Hebén, Cayetana Blanca e Castellana Blanca que son proxenitoras de moitas variedades castelás, portuguesas e mediterráneas, e que posiblemente presentan uns trazos do tamaño da baga e do acio que se corresponden máis cos das variedades de uva de mesa, coas que posiblemente están máis relacionadas como consecuencia dunha maior interacción coa viticultura musulmá.

Como conclusión poderíamos dicir que Galicia conta cun acervo varietal moi complexo e característico, composto por un gran número de variedades autóctonas que a historia mesturou con variedades castelás e do occidente europeo. E este acervo constitúe posiblemente un dos elementos máis importantes da tipicidade dos seus viños, que é necesario coñecer e conservar.

Referencias bibliográficas

1. Cabello, F., J. Ortiz, G. Muñoz-Organero, I. Rodríguez-Torres, A. Benito, C. Rubio & R. Sáiz (2011) *Varietades de Vid en España*. Madrid: Comunidade de Madrid e Editorial Agrícola.
2. Thomas, M.R., P. Cain & N.S. Scott (1994) DNA typing of grapevines: A universal methodology and database for describing cultivars and evaluating genetic relatedness. *Plant Molecular Biology*, 25: 939-949.
3. Sefc, K.M., M.S. Lopes, F. Lefort, R. Botta, K.A. Roubelakis-Angelakis, J. Ibáñez & H. Steinkellner (2000) Microsatellite variability in grapevine cultivars from different European regions and evaluation of assignment testing to assess the geographic origin of cultivars. *Theoretical and Applied Genetics*, 100: 498-505.
4. Bowers, J.E., J.M. Boursiquot, P. This, K. Chu, H. Johansson & C.P. Meredith (1999) Historical genetics: the parentage of Chardonnay, Gamay, and other wine grapes of northeastern France. *Science*, 285: 1562-1565.
5. Bowers, J.E. & C.P. Meredith (1997) The parentage of a classic wine grape, Cabernet Sauvignon. *Nature Genetics*, 16 (1): 84-87.

6. Cipriani, G., A. Spadotto, I. Jurman, G. Di Gaspero, M. Crespan, S. Meneghetti & R. Testolin (2010) The SSR-based molecular profile of 1005 grapevine (*Vitis vinifera* L.) accessions uncovers new synonymy and parentages, and reveals a large admixture amongst varieties of different geographic origin. *Theoretical and Applied Genetics*: 1-17.
7. Lacombe, T., J.M. Boursiquot, V. Laucou, M. Di Vecchi-Staraz, J.-P. Pérois & P. This (2013) Large-scale parentage analysis in an extended set of grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 126 (2): 401-414.
8. Myles, S., A.R. Boyko, C.L. Owens, P.J. Brown, F. Grassi, M.K. Aradhya & E.S. Buckler (2011) Genetic structure and domestication history of the grape. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108 (9): 3457-3458.
9. Hegi, G. (1925) *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*. München (Alemaña): Hansen Verlag.
10. Torregrosa, L., L. Fernández, A. Bouquet, J.M. Boursiquot, F. Pelsy & J.M. Martínez-Zapater (2011) Origins and Consequences of Somatic Variation in Grapevine, in *Genetics, Genomics, and Breeding of Grapes*. Science Publishers: 68-92.
11. This, P., T. Lacombe & M.R. Thomas (2006) Historical origins and genetic diversity of wine grapes. *Trends in Genetics*, 22 (9): 511-519.
12. Levadoux, L. (1956) Les populations sauvages et cultivées de *Vitis vinifera* L., in *Annales de L'amélioration des plantes*: 59-118.
13. Olmo, H.P. (1995) Grapes. *Vitis, Muscadinia (Vitaceae)*, en *Evolution of Crop Plants*, J. Smartt & N.W. Simmonds, Editors. Longman Scientific & Technical: 485-490. London
14. Fournier-Level, A., T. Lacombe, L. Le Cunff, J.M. Boursiquot & P. This (2010) Evolution of the VvMybA gene family, the major determinant of berry colour in cultivated grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Heredity*, 104 (4): 351-362.
15. Emanuelli, F., J. Battilana, L. Costantini, L. Le Cunff, J.M. Boursiquot, P. This & M.S. Grando (2010) A candidate gene association study on muscat flavor in grapevine (*Vitis vinifera* L.). *BMC Plant Biology*, 10: 241.
16. Cabezas, J.A., M.T. Cervera, L. Ruíz-García, J. Carreno & J.M. Martínez-Zapater (2006) A genetic analysis of seed and berry weight in grapevine. *Genome*, 49 (12): 1572-1585.
17. Karaagac, E., A. Vargas, M. de Andrés, I. Carreño, J. Ibáñez, J. Carreño & J.A. Cabezas (2012) Marker assisted selection for seedlessness in table grape breeding. *Tree Genetics & Genomes*, 8 (5): 1003-1015.
18. Arnold, C., F. Gillet & J.M. Gobat (1998) Occurrence of the wild vine *Vitis vinifera* ssp. *silvestris* in Europe. *Vitis*, 37 (4): 159-170.
19. Arroyo-García, R., L. Ruíz-García, L. Bolling, R. Ocete, M.A. López, C. Arnold & J.M. Martínez-Zapater (2006) Multiple origins of cultivated grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *sativa*) based on chloroplast DNA polymorphisms. *Molecular Ecology*, 15 (12): 3707-3714.
20. Di Vecchi-Staraz, M., V. Laucou, G. Bruno, T. Lacombe, S. Gerber, T. Bourse & P. This (2009) Low Level of Pollen-Mediated Gene Flow from Cultivated to Wild Grapevine: Consequences for the Evolution of the Endangered Subspecies *Vitis vinifera* L. subsp. *silvestris*. *Journal of Heredity*, 100 (1): 66-75.
21. Grassi, F., M. Labra, S. Imazio, R.O. Rubio, O. Failla, A. Scienza & F. Sala (2006) Phylogeographical structure and conservation genetics of wild grapevine. *Conservation Genetics*, 7 (6): 837-845.
22. Töpfer, R., L. Hausmann & R. Eibach (2011) *Molecular Breeding, in Genetics, Genomics, and Breeding of Grapes*, A.F. Adam-Blondon, J.M. Martínez-Zapater & C. Kole, Editors. British Isles: Science Publishers: 160-185. Jersey.
23. Arrigo, N. & C. Arnold (2007). Naturalised *Vitis* Rootstocks in Europe and Consequences to Native Wild Grapevine. *PLoS ONE*, 2 (6): e521.
24. Lacombe, T., V. Laucou, M. Di Vecchi, L. Bordenave, T. Bourse, R. Siret & P. This (2003) Inventory and characterization of *Vitis vinifera* ssp. *silvestris* in France, en *Proceedings of the 8th International Conference on Grape Genetics and Breeding*, Vols 1 e 2, E. Hajdu & E. Borbas, Editors. p. 553-557.
25. Di Vecchi Staraz, M., R. Bandinelli, M. Boselli, P. This, J.M. Boursiquot, V. Laucou & D. Vares (2007) Genetic structuring and parentage analysis for evolutionary studies in grapevine: Kin group and origin of the cultivar sangiovese revealed. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 132 (4): 514-524.
26. Gómez, A. & D. Lunt (2006) Refugia within refugia: patterns of phylogeographic concordance in the Iberian Peninsula, en *Phylogeography of Southern European Refugia*, F.N. Weiss S, Editor. Springer: Dordrecht, the Netherlands: 155-188.
27. Myers, N., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. da Fonseca & J. Kent (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403 (6772): 853-858.
28. Ocete, R., M. Cantos, M.A. López, A. Gallardo, M.A. Pérez, A. Troncoso & J. Liñán (2007) Caracterización y conservación del recurso fitogenético vid silvestre en Andalucía. España: Fundación Andaluza del Alcornoque y el Corcho.
29. Ocete, R., M. Cantos, M.A. López, I. Gómez & A. Troncoso (2002) Wild grapevine populations in the Ossa-Morena mountain range (Portugal-Spain): Location, characterization and sanitary state. *Vitis*, 41 (1): 55-56.
30. Ocete, R., M. Ángeles López, A. Gallardo & C. Arnold (2008) Comparative analysis of wild and cultivated grapevine (*Vitis vinifera*) in the Basque Region of Spain and France. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 123 (1-3): 95-98.
31. Ocete Rubio, R., M.A. López Martínez, A. Gallardo Cano, C. Arnold, M.A. Pérez Izquierdo & I.M. Rubio Iribarren (2004) La Vid Silvestre en el País Vasco y territorios Limítrofes : Ecología, distribución y riesgos para su conservación. 1 ed. Vitoria-Gasteiz: Servizo Central de Publicacións do Goberno Vasco.
32. De Andrés, M.T., A. Benito, G. Pérez-Rivera, R. Ocete, M.A. López, L. Gaforio & R. Arroyo-García (2012) Genetic diversity of wild grapevine populations in Spain and their genetic relationships with cultivated grapevines. *Molecular Ecology*, 21 (4): 800-816.
33. Martínez de Toda, F. & J.C. Sancha (1999) Characterization of Wild Vines in La Rioja (Spain). *American Journal of Enology and Viticulture*, 50 (4): 443-446.
34. Santana, J.C., M. Heuertz, C. Arranz, J.A. Rubio, J.M. Martínez-Zapater & E. Hidalgo (2010) Genetic Structure, Origins and Relationships of Grapevine Cultivars from the Castilian Plateau of Spain. *American Journal of Enology and Viticulture*, 61 (2): 214-224.
35. Cunha, J., M. Baleiras-Couto, J.P. Cunha, J. Banza, A. Soveral, L.C. Carneiro & J.E. Eiras-Dias (2007) Characterization of Portuguese populations of *Vitis vinifera* L. ssp. *silvestris* (Gmelin) Hegi. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54 (5): 981-988.
36. Cunha, J., M.T. Santos, L.C. Carneiro, P. Feveireiro & J.E. Eiras-Dias (2009) Portuguese traditional grapevine cultivars and wild vines (*Vitis vinifera* L.) share morphological and genetic traits. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 56 (7): 975-989.
37. Guilaine, J. (1976) *Premiers bergers et paysans de l'Occident méditerranéen*. Paris. Mouton.
38. Arnanz, A.M. (1988) *Arqueobotánica de la Península Ibérica: Frutos y semillas*. Universidad Complutense. Madrid.
39. Ruíz-Mata, D. (2009) El vino en época prerromana en Andalucía Occidental, en *Arqueología del vino: Los orígenes del vino en Occidente*, S. Celestino Pérez, Editor. Consello Regulador das DD.OO. "Jerez-Xérès-Sherry" - "Manzanilla-Sanlúcar de Barrameda"

- e "Vinagre de Jerez". Universidade Autónoma de Madrid (UAM), Instituto de Arqueología-Mérida, Axencia Estatal Consello Superior de Investigacións Científicas (IAM-CSIC). Madrid.
40. Phillips, R. (2001) A short history of wine. New York: Ecco/HarperCollins.
 41. Ghaffari, S., N. Hasnaoui, L.H. Zinelabidine, A. Ferchichi, J.M. Martínez-Zapater & J. Ibáñez (2013) Genetic Identification and Origin of Grapevine Cultivars (*Vitis vinifera* L.) in Tunisia. American Journal of Enology and Viticulture. 64 (4): 538-544.
 42. Laiadi, Z., M.M. Bentchikou, G. Bravo, F. Cabello & J.M. Martínez-Zapater (2009) Molecular identification and genetic relationships of Algerian grapevine cultivars maintained at the germplasm collection of Skikda (Algeria). Vitis. 48 (1): 25-32.
 43. Zinelabidine, L.H., A. Haddioui, G. Bravo, R. Arroyo-García & J.M. Martínez-Zapater (2010) Genetic Origins of Cultivated and Wild Grapevines from Morocco. American Journal of Enology and Viticulture. 61 (1): 83-90.
 44. Borrero Fernández, M. (1995) La viña en Andalucía durante la Edad Media, en Historia y cultura del vino en Andalucía, J.J.I. Rodríguez, Editor. Universidade de Sevilla: Sevilla p. 33-63.
 45. Villegas Díaz, L.R. (2007) Variedades de viñedo en la Edad Media, en Cuadernos de Estudios Manchegos. p. 18-38.
 46. Paeaebo, S. (2014) The Human Condition-A Molecular Approach. Cell. 157 (1): 216-226.
 47. Burke, J.M., J.C. Burger & M.A. Chapman (2007) Crop evolution: from genetics to genomics. Current Opinion in Genetics & Development. 17 (6): 525-532.
 48. Purugganan, M.D. & D.Q. Fuller (2009) The nature of selection during plant domestication. Nature. 457 (7231): 843-848.
 49. Zeder, M.A., E. Emshwiller, B.D. Smith & D.G. Bradley (2006) Documenting domestication: the intersection of genetics and archaeology. Trends in Genetics. 22 (3): 139-155.
 50. Jaillon, O., J.M. Aury, B. Noel, A. Policriti, C. Clepet, A. Casagrande & P. Wincker (2007) The grapevine genome sequence suggests ancestral hexaploidization in major angiosperm phyla. Nature. 449 (7161): 463-467.
 51. Velasco, R., A. Zharkikh, M. Troggo, D.A. Cartwright, A. Cestaro, D. Pruss & R. Viola (2007) A high quality draft consensus sequence of the genome of a heterozygous grapevine variety. PLOS ONE. 2 (12): e1326.
 52. Goremykin, V.V., F. Salamini, R. Velasco & R. Viola (2009) Mitochondrial DNA of *Vitis vinifera* and the Issue of Rampant Horizontal Gene Transfer. Molecular Biology and Evolution. 26 (1): 99-110.
 53. Jansen, R.K., C. Kaitanis, C. Saski, S.B. Lee, J. Tomkins, A.J. Alverson & H. Daniell (2006) Phylogenetic analyses of *Vitis* (Vitaceae) based on complete chloroplast genome sequences: effects of taxon sampling and phylogenetic methods on resolving relationships among rosids - art. no. 32. BMC Evolutionary Biology. 6: 32-32.
 54. Wolfe, K.H., W.H. Li & P.M. Sharp (1987) Rates of nucleotide substitution vary greatly among plant mitochondrial, chloroplast, and nuclear DNAs. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 84: 9054-9058.
 55. Provan, J., W. Powell & P.M. Hollingsworth (2001) Chloroplast microsatellites: new tools for studies in plant ecology and evolution. Trends in Ecology & Evolution. 16 (3): 142-147.
 56. Arroyo-García, R., F. Lefort, M.T. de Andrés, J. Ibáñez, J. Borrego, N. Jouve & J.M. Martínez-Zapater (2002) Chloroplast microsatellite polymorphisms in *Vitis* species. Genome. 45 (6): 1142-1149.
 57. Strefeler, M.S., N.F. Weedon & B.J. Reisch (1992) Inheritance of chloroplast DNA in 2 full-sib *Vitis* populations. Vitis. 31 (4): 183-187.
 58. Imazio, S., M. Labra, F. Grassi, A. Scienza & O. Failla (2006) Chloroplast microsatellites to investigate the origin of grapevine. Genetic Resources and Crop Evolution. 53 (5): 1003-1011.
 59. This, P., J.M. Martínez-Zapater, J.P. Péros & T. Lacombe (2011) Natural variation in *Vitis*, in Genetics, Genomics, and Breeding of Grapes, A.F. Adam-Blondon, J.M. Martínez-Zapater & C. Kole, Editors. British Isles: Science Publishers: Jersey. p. 30-67.
 60. Cunha, J., M.T. Santos, J. Brazao, L.C. Carneiro, M. Veloso, P. Fevereço & J.E.J. Eiras-Dias (2010) Genetic Diversity in Portuguese native *Vitis vinifera* L. ssp *vinifera* and ssp *sylvestris*. Czech Journal of Genetics and Plant Breeding. 46: S54-S56.
 61. Snoussi, H., M.H. Ben Slimane, L. Ruiz-García, J.M. Martínez-Zapater & R. Arroyo-García (2004) Genetic relationship among cultivated and wild grapevine accessions from Tunisia. Genome. 47 (6): 1211-1219.
 62. Aradhya, M.K., G.S. Dangi, B.H. Prins, J.M. Boursiquot, M.A. Walker, C.P. Meredith & C.J. Simon (2003) Genetic structure and differentiation in cultivated grape, *Vitis vinifera* L. Genetical Research. 81 (3): 179-192.
 63. Bacilieri, R., T. Lacombe, L. Le Cunff, M. Di Vecchi-Staraz, V. Laucou, B. Genna & J.M. Boursiquot (2013) Genetic structure in cultivated grapevines is linked to geography and human selection. BMC Plant Biology. 13.
 64. Laucou, V., T. Lacombe, F. Dechesne, R. Siret, J.P. Bruno, M. Dessup & P. This (2011) High throughput analysis of grape genetic diversity as a tool for germplasm collection management. Theoretical and Applied Genetics. 122 (6): 1233-1245.
 65. Cabezas, J.A., J. Ibáñez, D. Lijavetzky, M.D. Vélez, G. Bravo, V. Rodríguez & J.M. Martínez-Zapater (2011) A 48 SNP set for grapevine cultivar identification. BMC Plant Biology. 11: 153.
 66. Lijavetzky, D., J.A. Cabezas, A. Ibáñez, V. Rodríguez & J.M. Martínez-Zapater (2007) High throughput SNP discovery and genotyping in grapevine (*Vitis vinifera* L.) by combining a re-sequencing approach and SNPlex technology. BMC Genomics. 8: 424.
 67. Myles, S., J.-M. Chia, B. Hurwitz, C. Simon, G.Y. Zhong, E. Buckler & D. Ware (2010) Rapid Genetic Characterization of the Genus *Vitis*. PLoS ONE. 5 (1): e8219.
 68. Dzhambazova, T., I. Tsvetkov, I. Atanassov, K. Rusanov, J.M. Martínez-Zapater, A. Atanassov & T. Hvarleva (2009) Genetic diversity in native Bulgarian grapevine germplasm (*Vitis vinifera* L.) based on nuclear and chloroplast microsatellite polymorphisms. Vitis. 48 (3): 115-121.
 69. Grassi, F., M. Labra, S. Imazio, A. Spada, S. Sgorbati, A. Scienza & F. Sala (2003) Evidence of a secondary grapevine domestication centre detected by SSR analysis. Theoretical and Applied Genetics. 107 (7): 1315-1320.
 70. Díaz-Losada, E., A.T. Salgado, A.M. Ramos-Cabrer, B. Díaz-Hernández & S. Pereira-Lorenzo (2012) Genetic and geographical structure in grapevines from northwestern Spain. Annals of Applied Biology. 161 (1): 24-35.
 71. Emanuelli, F., S. Lorenzi, L. Grzeskowiak, V. Catalano, M. Stefanini, M. Troggo & M.S. Grando (2013) Genetic diversity and population structure assessed by SSR and SNP markers in a large germplasm collection of grape. BMC Plant Biology. 13 (1): 39.
 72. Abu Zacari Iahia (Aben Mohamed Ben Ahmed Ebn el Awam) (1988) Libro de agricultura. Facsímil (1802) ed. Clásicos Agrarios. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca e Alimentación.
 73. Herrera, G.A.d. (1513) Agricultura General. Edición facsímil (1981) ed. Madrid: Servicio de Publicacións do Ministerio de Agricultura, Pesca e Alimentación.
 74. Zinelabidine, L.H., A. Haddioui, V. Rodríguez, F. Cabello, J.E. Eiras-Dias, J.M. Martínez-Zapater & J. Ibáñez (2012) Identification by SNP analysis of a major role for Cayetana Blanca in the genetic network of Iberian Peninsula grapevine varieties. American Journal of Enology and Viticulture. 63 (1): 121-126.

75. Boursiquot, J.M., T. Lacombe, V. Laucou, S. Julliard, F.X. Perrin, N. Lanier & P. This (2009) Parentage of Merlot and related winegrape cultivars of southwestern France: discovery of the missing link. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 15 (2): 144-155.
76. Crespan, M., A. Calo, S. Giannetto, A. Sparacio, P. Storchi & A. Costacurta (2008) 'Sangiovese' and 'Garganega' are two key varieties of the Italian grapevine assortment evolution. *Vitis*. 47 (2): 97-104.
77. Vouillamoz, J.F., A. Monaco, L. Costantini, M. Stefanini, A. Scienza & M.S. Grando (2007) The parentage of 'Sangiovese', the most important Italian wine grape. *Vitis*. 46 (1): 19-22.
78. Sefc, K.M., H. Steinkellner, J. Glossl, S. Kampfer & F. Regner (1998) Reconstruction of a grapevine pedigree by microsatellite analysis. *Theoretical and Applied Genetics*. 97: 227-231.
79. Vouillamoz, J., D. Maigre & C.P. Meredith (2003) Microsatellite analysis of ancient alpine grape cultivars: pedigree reconstruction of *Vitis vinifera* L. 'Cornalin du Valais'. *Theoretical and Applied Genetics*. 107 (3): 448-454.
80. Ibáñez, J., M.T. de Andrés, L.H. Zinelabidine, J.A. Cabezas, L. Gaforio, G. Muñoz Organero & J.M. Martínez-Zapater (2013) Estudio de parentesco de variedades de vid mediante marcadores de ADN, en Patrimonio cultural de la vid y el vino, S.C. Pérez & J.B. Pérez, Editors. UAM Ediciones: Madrid. p. 275-281.
81. García-Muñoz, S., T. Lacombe, M.T. de Andrés, L. Gaforio, G. Muñoz-Organero, V. Laucou & F. Cabello (2011) Grape varieties (*Vitis vinifera* L.) from the Balearic Islands: genetic characterization and relationship with Iberian Peninsula and Mediterranean Basin. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 59 (4): 589-605.
82. Ibáñez, J., G. Muñoz-Organero, L.H. Zinelabidine, M.T. de Andrés, F. Cabello & J.M. Martínez-Zapater (2012) Genetic Origin of the Grapevine Cultivar Tempranillo. *American Journal of Enology and Viticulture*. 63 (4): 549-553.
83. Huetz de Lempis, A. (1967) *Vignobles et vins du Nord-Ouest de L'Espagne*. Vol. 1. Bordeaux, France: Impressions Belleneff.
84. García de Cortázar, F. & J.M. González Vesga (1994) *Breve Historia de España*. Madrid: Alianza editorial.
85. Loureiro, M.D., M.C. Martínez, J.M. Boursiquot & P. This (1998) Molecular marker analysis of *Vitis vinifera* 'Albariño' and some similar grapevine cultivars. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 123 (5): 842-848.
86. Santiago, J.L., S. Boso, P. Gago, V. Alonso-Villaverde & M.C. Martínez (2007) Molecular and ampelographic characterisation of *Vitis vinifera* L.'Albariño', 'Savagnin Blanc' and 'Caiño Blanco' shows that they are different cultivars. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 5 (3): 333-340.
87. Santiago, J.L., S. Boso, M.D. Martínez, O. Pinto-Carnide & J.M. Ortiz (2005) Ampelographic comparison of grape cultivars (*Vitis vinifera* L.) grown in northwestern Spain and northern Portugal. *American Journal of Enology and Viticulture*. 56 (3): 287-290.
88. Gago, P., J.L. Santiago, S. Boso, V. Alonso-Villaverde, M.S. Grando & M.C. Martínez (2009) Biodiversity and Characterization of Twenty-two *Vitis vinifera* L. Cultivars in the Northwestern Iberian Peninsula. *American Journal of Enology and Viticulture*. 60 (3): 293-301.
89. Vilanova, M., M. de la Fuente, M. Fernández-González & A. Masa (2009) Identification of New Synonymies in Minority Grapevine Cultivars from Galicia (Spain) Using Microsatellite Analysis. *American Journal of Enology and Viticulture*. 60 (2): 236-240.
90. Díaz-Losada, E., A.T. Salgado, A.M. Ramos-Cabrer, S.R. Segade, S.C. Diéguez & S. Pereira-Lorenzo (2010) Twenty microsatellites (SSRs) reveal two main origins of variability in grapevine cultivars from Northwestern Spain. *Vitis*. 49 (2): 55-62.
91. Gago, P., J.L. Santiago, S. Boso, V. Alonso-Villaverde, I. Orriols & M.C. Martínez (2011) Identity of three grapevine varieties from a rediscovered viticulture region in northwest Spain. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*. 45 (4): 245-254.
92. Martín, J.P., C. Arranz, I.D. Castro, J. Yuste, J.A. Rubio, O. Pinto-Carnide & J.M. Ortiz (2011) Prospection and identification of grapevine varieties cultivated in north Portugal and northwest Spain. *Vitis*. 50 (1): 29-33.
93. Díaz-Losada, E., A.T. Salgado, I. Orriols-Fernández, A.M. Ramos-Cabrer & S. Pereira-Lorenzo (2013) New Synonyms and Homonyms for Cultivars from Northwestern Spain. *American Journal of Enology and Viticulture*. 64 (1): 156-162.
94. Santiago, J.L., S. Boso, M. Vilanova & M.C. Martínez (2005) Characterisation of cv. Albarin Blanco (*Vitis vinifera* L.). Synonyms, homonyms and errors of identification associated with this cultivar. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*. 39 (2): 57-65.
95. Martínez, M.C., J.L. Santiago, J.E. Pérez & S. Boso (2006) The grapevine cultivar Mencia (*Vitis vinifera* L.): Similarities and differences with respect to other well known international cultivars. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*. 40 (3): 121-132.
96. Santiago, J.L., S. Boso, P. Gago, V. Alonso-Villaverde & M.C. Martínez (2008) A contribution to the maintenance of grapevine diversity: The rescue of Tinta Castañal (*Vitis vinifera* L.), a variety on the edge of extinction. *Scientia Horticulturae*. 116 (2): 199-204.
97. Díaz-Losada, E., A.T. Salgado, A.M. Ramos-Cabrer & S. Pereira-Lorenzo (2011) Determination of Genetic Relationships of Albarino and Loureira Cultivars with the Caino Group by Microsatellites. *American Journal of Enology and Viticulture*. 62 (3): 371-375.
98. Lacombe, T., J.M. Boursiquot, V. Laucou, F. Dechesne, D. Vares & P. This (2007) Relationships and genetic diversity within the accessions related to malvasia held in the Domaine de Vassal grape germplasm repository. *American Journal of Enology and Viticulture*. 58 (1): 124-131.
99. Díaz-Losada E., I. Orriols, F. Rego, A. Tato Salgado, A.M. Ramos-Cabrer & S. Pereira-Lorenzo. 2011. A Colección de Vides da Estación de Viticultura e Enoloxía de Galicia. Xunta de Galicia, Consellería do Medio Rural, Santiago de Compostela, España.
100. Díaz-Losada, E., S. Cortés-Diéguez, I. Rodríguez-Torres, J. M. Miras-Avalos, I. Orriols-Fernández & S. Pereira-Lorenzo (2013). Characterization of the nearly extinct 'Albilla' cultivar from Galicia and its relationships with other Spanish 'Albillos'. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin* 47(4): 261-268.

O AROMA DO VIÑO: A SÚA PERCEPCIÓN E COMPOSICIÓN

Juan Cacho

Laboratorio de Análise do Aroma e Enoloxía
Departamento de Química Analítica. Facultade de Ciencias
Universidade de Zaragoza

1. INTRODUCCIÓN

Coñecer a composición química dun viño de forma rápida, sinxela e fiable e o efecto sensorial de tal composición foi dende sempre unha aspiración dos enólogos. Para dar resposta a esta demanda a química analítica puxo á súa disposición en cada momento os coñecementos e técnicas existentes, de xeito que foron identificados máis de mil compoñentes nos diferentes viños e nas adegas foi aumentando día a día o número de parámetros que se analizan no viño. A maioría das veces estes parámetros están relacionados directamente con aspectos legais e de evolución (acidez volátil, contido en sulfitos, IPT, etc.), pero tamén coas sensacións que nos produce a través dalgún dos nosos sentidos, tales como ton e a intensidade cromática ou adstrinxencia.

En relación co aroma, a situación é diferente pois a día de hoxe non soamente non existe un índice de aromas que de forma global indique nun viño a súa probable intensidade, senón tampouco e, máis importante, un algoritmo que diga, á vista dos datos cuantitativos dos seus compoñentes volátiles, a que ulirá exactamente, a non ser, claro está, que o viño teña un defecto ben marcado.

A razón desta diferenza estriba en que o sentido do olfacto parece operar de forma distinta ao resto dos sentidos e aínda non se coñece o mecanismo polo que o cerebro identifica os olores e os clasifica en agradables e desagradables. Este é un labor no que están inmersos os biólogos moleculares e os neurofisiólogos, e aínda que se estea lonxe da completa comprensión, grazas aos seus logros nos últimos 20 anos pódense explicar o por que de certos olores do viño.

Con frecuencia, os viños elaborados da mesma forma, ou un mesmo viño criado en barricas similares ou aparentemente iguais, presentan aromas moi diferentes, con notas que recordan a flores, froitas ou herbas ben distintas, e a análise química de tales viños non mostra diferenzas que expliquen o porque de tales aromas. Con frecuencia tampouco aparece o composto químico que normalmente é responsable desa nota aromática.

A causa destas diferenzas pódese explicar en parte grazas ao descuberto sobre os receptores olfactivos e a creación dos mapas de olores. De forma sinxela, pódese dicir que na pituitaria, na mucosa olfactiva, existen máis de cinco millóns de neuronas olfactivas de trescentos cincuenta tipos diferentes. Estas neuronas posúen unha forma pouco corrente, posto que teñen na súa extremidade unha mata de cilios nos que se encontran os receptores olfactivos, os cales se coñecen con diversos nomes: receptores transmembrana de sete dominios (en razón á súa ancoraxe mediante sete segmentos á membrana das células), receptores heptahelicoidais (en razón á súa estrutura helicoidal), receptores serpentinas e receptores ligados a proteínas G.

De forma xeral, estes receptores actúan como transdutores de sinais a través da membrana celular, é dicir, que a súa misión é conectar o mundo exterior co interior da célula. Reciben do exterior un ligando que ao unirse ao receptor altera a súa forma e xera un sinal que traspasa ao interior da célula. Alí o receptor adáptase a unha proteína G que se activa e fragmenta, e o fragmento libre (subunidade α) desencadea unha cadea de reaccións que altera o metabolismo da célula. Antes de que o ligando exterior se separe, o receptor pode activar centos de proteínas G, amplificando, loxicamente, o sinal.

As proteínas receptoras posúen rexións nas que a secuencia de aminoácidos dos distintos receptores é moi parecida, o que xustifica a pertenza a unha superfamilia. Pero noutras rexións da proteína a secuencia de aminoácidos cambia dun receptor a outro, e grazas a esta diversidade os receptores son capaces de unirse a un gran número de moléculas odorantes diferentes e así detectalos. O feito da diversidade na secuencia aminoacídica fai que sexan sensibles a certo número de odorantes, pero non a todos, é dicir, que algunhas moléculas de odorantes activan un receptor dado, pero outras son incapaces de facelo.

Demostrouse que un receptor non recoñece unha molécula como tal, senón unicamente unha parte, aquela a través

da cal a molécula se introduce no receptor e se une a el durante certo tempo. Por conseguinte, un receptor olfactivo pode recoñecer a varias moléculas odorantes distintas que teñan tal parte común, e á súa vez, unha molécula odorante con diversas agrupacións funcionais, é capaz de activar, ou ser recoñecida, por varios receptores de tipos diferentes. Igualmente, certas moléculas odorantes recoñécense por diferentes combinacións de receptores. Polo tanto, unha molécula pode unirse a un receptor por unha das súas rexións e a outros receptores por outras.

Ao activarse un receptor a proteína cambia a súa conformación e orixínase unha ferverza de reaccións encimáticas que ao final rematan en sinais eléctricos. Estas viaxan a través dos axóns celulares e transfírense a glomérulos do bulbo olfactivo. Dende aquí os sinais envíanse á codia cerebral e ao sistema límbico, o cal xera os sentimentos e as emocións. Posiblemente por ese motivo un olor pode evocar recordos e permite comparar, por exemplo, o olor dun viño co doutro degustado hai moito tempo.

A partir deses datos as neuronas cerebrais establecen diversos mapas sensoriais olfactivos e explica a razón pola que cun número limitado de receptores distintos se poden recoñecer un gran número de aromas, máis de dez mil, e tamén por que unha mestura de moléculas olorosas pode orixinar notas de olores diferentes aos das moléculas constituíntes da mestura. O recordo dunha nota pode ser fugaz porque aparecen outras formas concorrentes que o substitúan. De aquí a dificultade, ás veces, de confirmar a existencia dunha nota unha vez recoñecidas.

Nas mesturas de odorantes con frecuencia percíbese a sensación como composta, mesmo se os compoñentes non son identificables, pero noutras a sensación é homoxénea e non é posible a súa discriminación sensorial. En canto á intensidade, dificilmente é a suma dos compoñentes individuais. Isto débese a que, aínda cando o mesmo tipo de receptor responda a todas as moléculas, non o fai coa mesma eficacia, e nunha situación de competencia a mera aditividade dos efectos é bastante improbable.

Demostrouse que, en moitos casos, lixeiros cambios na estrutura química orixinan cambios no aroma pois actívanse distintas clases de receptores. Pero isto non sucede soamente ao modificar o grupo funcional da molécula, senón tamén nos isómeros. Así a vainillina ule a vainilla e a isovainillina ten un certo olor fenólico. Máis sorprendente e interesante é o que acontece con certos isómeros enantioméricos, como os da carvona. A forma R ule a menta mentres que a S ule a alcaravía. Non obstante, hai outros pares de enantiómeros que activan exactamente os mesmos tipos de receptores, e en consecuencia posúen o mesmo olor. É o caso dos enantiómeros R e S do alcanfor.

Tamén é moi interesante o efecto da isomería no limiar de detección. Determinados isómeros dan resposta a concentracións moi baixas, mentres que outros necesitan concentracións moito máis altas para activar o número suficiente de receptores. En canto ao olor percibido danse casos curiosos de cambio neste por variación da concentración. Ao aumentar esta, aumenta o número de receptores de clases distintas que se activan, e por conseguinte cambia substancialmente o mapa de olor obtido. É o exemplo do indol que a niveis de trazas posúe olor floral e ao aumentar a concentración ule a podre. O mesmo podería dicirse dos tiois polifuncionais como a 4-metil-4-mercapto-pentano-na con olores agradables a froita tropical a baixa concentración e a suor humana e mexos de gato a concentracións un pouco máis elevadas.

Outro aspecto interesante da olfacción dos odorantes é o efecto de enmascaramento ou atenuación do olor dunhas moléculas pola presenza doutras. Isto débese ao que acontece no bulbo olfactivo. A el chegan miles de mensaxes eléctricas e converxen en puntos de encontro chamados glomérulos. Cada glomérulo trata a información orixinada por un único tipo de receptor olfactivo dun certo rango de odorantes que posúen características moleculares similares. Os glomérulos localízanse próximo uns a outros orixinando clústers, cunha distribución tridimensional que non é aleatoria, senón que responde a unha lóxica molecular. Crea unha serie de mapas topográficos que son un factor clave para permitir ao "software" olfactivo procesar a información. Estes mapas olfactivos son capaces de interferir uns con outros. Demostrouse que os aceites esenciais do cravo e fiúncho, coas súas moléculas principais eugenol e anetol, activan clústers de glomérulos que están xunto aos activados por alquilaminas, e inhiben a transmisión dos sinais destas últimas ás neuronas mitrais. Isto supón a supresión do olor das alquilaminas, moléculas responsables dos olores pútridos dos alimentos descompostos, fundamentalmente carne e peixe, e explica o papel histórico que tivo o cravo e o fiúncho como ingredientes culinarios.

Así mesmo, o olor de certos aldehidos inhíbese pola acción do eugenol e explica o porque da mellora olfactiva dos viños prematuramente oxidados ao crialos en barrica. Exemplos deste tipo hai moitos, e dende un punto de vista enolóxico é interesante a interacción de terpenos e mercaptanos e a acción do etanol.

A modificación da percepción do aroma dunha mestura de odorantes no viño non se debe soamente a estes efectos, senón tamén á súa interacción cos seus compostos non volátiles. No viño están presentes familias de polifenóis, proteínas, polisacáridos, lípidos, poliois, etc., os cales modifican sensiblemente a volatilidade de moitos aromas, e como consecuencia o perfil aromático de tal viño, e polo tanto o aroma percibido ortonasalmente.

Demostrouse que se se separa a fracción volátil dun viño branco da súa fracción non volátil, e sobre esta última se suma a fracción volátil doutro viño branco diferente, o aroma percibido neste novo viño non difire substancialmente do viño orixinal, a pesar de que o aroma do outro viño fose ben distinto. Se a fracción volátil sumada correspondese a un viño tinto, o aroma percibido ortonasalmente do novo viño correspondería, sorprendentemente, tamén ao dun viño branco.

Da mesma forma, se sobre a fracción non volátil dun viño tinto se suma a fracción volátil dun viño branco, o aroma resultante é dun viño que se asemella totalmente ao dun viño tinto, e esa semellanza é tanto maior canto máis adstrinxente é o viño tinto orixinal. Como é de supoñer, se a fracción volátil que se engade é a doutro viño tinto, aínda que sexa moi diferente, o aroma do novo viño é o dun viño tinto.

Estas experiencias demostran claramente que a fracción non volátil modula sensiblemente o aroma que se desprende dun viño. Esta modulación explícase cos datos que se obteñen da análise por GC-MS e GCO do espazo de cabeza de tales viños e pon de manifesto que a fracción non volátil dun viño tinto ten un poder de retención de odorantes superior á do viño branco. Tales retencións dependen da natureza química dos odorantes. Así, os ácidos e os ésteres son especialmente sensibles mentres que nos alcohois a retención é case desprezable. En consecuencia, pódese afirmar que a polaridade e a funcionalidade son as responsables do diferente comportamento dos odorantes.

Como colofón de todo o dito, podemos concluír que a predición das notas aromáticas dun viño e a súa intensidade a partir da súa análise química habitual é difícil, ou imposible, sobre todo para un viño tinto. Non obstante, podemos explicar, nunha boa parte, o porque de certas notas sensoriais dun viño, xa que coñecemos os compoñentes aromáticos que as orixinan e, en moitos casos, os seus efectos aditivos, sinérxicos, antagónicos e de interacción coa fracción non volátil.

2. O EFECTO DO ETANOL

Aínda que en todo o anteriormente explicado non se dixo nada referente ao efecto dos compostos maioritarios volátiles na percepción do aroma dunha mestura, non dubidamos que intuitivamente a presenza de multitude de moléculas dunha substancia fai pensar que teñen que influír e modificar a percepción do resto. Isto é especialmente evidente no caso do viño, onde a auga é o compoñente maioritario, seguido do etanol, cun contido da orde do 12% ao 13%.

A auga é incolora, inodora e insípida, e sempre se encontra presente no aire que respiramos, logo polo seu olor

non pode ter efecto na percepción, aínda que si, indirectamente, pola súa polaridade, na evaporación doutras moléculas volátiles odoríferas. Non obstante, o efecto da percepción de odorantes en atmosferas humidificadas non foi particularmente estudado.

O etanol, pola contra, ten diversos efectos coñecidos na percepción sensorial tales como: crear un estímulo por activación de receptores trixeminais na boca e garganta, modificar o coeficiente de repartición de moitos odorantes, especialmente dos compostos máis hidrofóbicos, e modificar a tensión superficial e crear as bágoas e pernas do viño co seu efecto na evaporación de todos os volátiles. Na práctica, estes efectos tradúcense na diminución da percepción de certas notas como a froiteira dos ésteres ou a exaltación doutras como as do euxenol e decanol.

3. INFLUENCIA DOS METABOLITOS DA FERMENTACIÓN

No transcurso da fermentación orixínase unha mestura de metabolitos derivados fundamentalmente das accións encimáticas sobre os azucres, materia nitroxenada e materia lipídica e ás interaccións entre tales metabolitos. O seu olor é característico e os compoñentes da mestura están perfectamente integrados, de forma que o seu olor característico, a viño, é imposible relacionalo cun só compoñente ou grupo de compoñentes. O seu estudo por olfactometría demostrou que uns vinte compostos se atopan en todos os viños, dende os máis simples aos máis complexos aromaticamente falando, e os seus valores de aroma son altos. Con frecuencia 13 deles superan as 5 unidades e algúns deles as 20. O valor do aroma, OVA, é a relación entre a concentración analítica dunha substancia e o seu limiar de detección, isto é, o número de veces que se supera ese limiar ou o lonxe que se está de percibilo. Estes 20 compostos constitúen a base do aroma. Aparentemente, unicamente un composto, a β -damascenona, provén directamente das uvas, xa que o resto se orixina como consecuencia do metabolismo dos lévedos. Estas substancias son alcohois superiores (butílicos, isoamílico, hexílico, feniletílico), ácidos (acético, butílicos, hexanoico, octanoico, isovalerianico), ésteres etílicos dos ácidos graxos, acetatos e substancias como diacetilo, acetoina e acetaldehído.

Unha propiedade moi importante desta mestura é a mínima ou nula variación do seu aroma por modificación da concentración dalgún dos seus compoñentes. É un efecto similar ao das disolucións tampón que se utilizan nos laboratorios de química para manter o pH das disolucións. Unicamente a eliminación da β -damascenona ou do alcohol isoamílico orixina unha perceptible diminución da nota afroitada.

Segundo isto, todos os viños deberían ulir da mesma forma e todos sabemos que, afortunadamente, iso non é así. A razón está, en que ao igual que o tampón de pH se pode destruír por adición de ácidos ou bases fortes, tamén o tampón de aromas se pode destruír pola adición axeitada de certos compostos individuais ou pola acción sinérxica de mesturar algúns deles. Son os compostos impacto e as familias ou agrupacións de compostos sutís. Compostos destes tipos poden ser tamén os "off flavors" e "taints", como 4-etil-fenol e 2, 4, 6 tricloraanisol, pero a súa descrición e efecto saéese do contexto desta explicación.

4. FAMILIAS DE AROMAS SUTÍS

Outros compostos distintos aos anteriores, uns 16, tamén se atopan en case todos os viños, aínda que os seus valores de aroma son baixos, normalmente inferiores á unidade. Proceden tanto do proceso fermentativo coma das uvas, e son os responsables das notas sutís nos viños. As familias químicas ás que pertencen son 9 e nelas están incluídos loxicamente os compostos citados anteriormente. Así, téñense:

- a) Fenois volátiles tales como guaiacol, euxenol, isoeuxenol, 2,6-dimetoxifenol e alil-2,6-dimetoxifenol. Os precursores destas substancias encóntranse nas uvas.
- b) Ésteres etílicos dos ácidos graxos. As súas notas son froiteiras, a mazá, e os compoñentes da serie están moi relacionados.
- c) Acetatos de alcohois superiores.
- d) Ésteres etílicos de ácidos graxos cíclicos ou ramificados, identificados hai pouco tempo.
- e) Aldehidos alifáticos con 8, 9 e 10 átomos de carbono.
- f) Aldehidos ramificados como 2-metilpropanal, 2-metilbutanal e 3-metilbutanal.
- g) γ -lactonas alifáticas: γ -octa, nona, deca, undeca e dodecalactona, con notas a melocotón.
- h) Vainillina e derivados como acetovainillona e vainillatos de metilo e etilo.
- i) Compoñentes con aroma a caramelo, tales como furaneol, homofuraneol e maltol.

A todas estas familias habería que engadir certos derivados dos carotenoides e algúns terpenos.

Ademais destas familias, no viño hai outros moitos compostos que na súa acción conxunta poden chegar ao viño notas sutís distintas do aroma base. Algúns deles, como os derivados dos aminoácidos, confiren ao aroma do viño un perfil particular. Ao ser a composición aminoacídica distinta en cada variedade de uva, o seu

perfil aromático tamén o é cando non está enmascarado polos compostos impacto.

Os compostos impacto caracterízanse porque a partir de certa concentración, normalmente moi baixa, rompen o tampón de aromas e comunican ao viño o seu propio olor característico. Estes produtos poden proceder directamente das uvas, é dicir, ser compostos varietais (poden percibirse directamente no mosto ou revelarse durante a fermentación e crianza do viño), ou orixinarse como consecuencia do metabolismo de lévedos e bacterias na fermentación e tamén por extracción, reagrupamentos e outras reaccións químicas durante o proceso de crianza en barrica, depósito e botella.

Os máis importantes se os clasificamos pola súa orixe son:

4.1. Varietais

Linalol. Foi o primeiro composto impacto descrito na bibliografía. Posiblemente sexa o máis coñecido, pois atópase nas uvas Moscatel, tanto en estado libre coma combinado, a concentracións moi superiores aos límites de detección e de identificación. Tamén se atopa en uvas como Albariño e Treixadura. A presenza doutros terpenos, nerol, xeraniol, α -terpineol e citronelol, potencia extraordinariamente a percepción da nota linalol.

Óxido de rosa-cis. Atópase nas uvas de tipo Alsaciano como Gewürztraminer, Devin e noutras variedades brancas neutras, aínda que en concentracións moi inferiores ás citadas. Polo xeral nestas últimas está en forma ligada glicosídica, polo que nas uvas e mosto non se percibe o seu olor. Este é doce e moi agradable.

Rotundona. É un sesquiterpeno con aroma especiado, a pementa negra. Foi descrita a súa presenza en mostos e viños da variedade Syrah en Australia.

3-mercapto-hexanol. Atópase en forma ligada, aínda que non se coñece ben se os seus precursores son cisteínicos ou derivados do glutatión ou de ambos os dous. Atopouse tanto nos viños tintos (Cabernet-Sauvignon, Merlot) como rosados (Garnacha) e brancos (Petit Arvine). O seu olor lémbra-nos a mango verde ou a buxo.

4-metil-4-mercapto pentanona. Provéen de precursores cisteínicos e posiblemente do glutatión e o seu olor lembra ao do buxo. Nos viños Sauvignon Blanc e Scheurebe é un compoñente varietal importante.

Acetato de 3-mercapto hexilo. Comunica aos viños brancos as notas da froita tropical. É un compoñente clave do aroma do viño Sauvignon Blanc e do Verdejo. Curiosamente a percepción deste aroma é antagónica coa do linalol. Esta molécula podería clasificarse tamén no apartado seguinte.

Sulfuro de dimetilo (DMS). Este composto de olor a olivas negras coñécese dende hai moito tempo e clasifícase entre os odorantes desagradables do viño. Non obstante, recentemente demostrouse tanto a súa contribución á percepción das notas afroitadas do viño tinto (o DMS é un dos constituíntes importantes do aroma da trufa) coma a súa orixe varietal.

O sulfuro de dimetilo é moi volátil e durante o proceso de fermentación, conforme se vai xerando, vaise eliminando arrastrado polo CO_2 , polo que o seu contido no viño recentemente feito é moi pequeno. Non obstante, a súa concentración increméntase apreciablemente durante a crianza en botella, contribuíndo á xénese do "bouquet" de redución dos grandes viños tintos e ao dos viños de vendima tardía (contrariamente á súa percepción nos viños brancos novos).

4.2. De fermentación

Acetato de isoamilo. É o único éster capaz de comunicar ao viño o seu olor característico, a plátano. Encóntrase tanto nos viños brancos coma tintos (Tempranillo, Pinotage).

Diacetilo. É o composto responsable das notas a pastelería de certos viños e a súa percepción é moi dependente da concentración e tipo de viño. Parece evidente a súa contribución ás notas doce dos viños de Porto.

4.3. De crianza

Sotolón. O seu aroma, a doce, lembra a salsa curry. Aparece nos viños elaborados con uvas botritizadas e nos sometidos á crianza biolóxica e crianza oxidativa; tamén nos viños tipo Madeira e Porto.

Furfuriltiol. Esta substancia xérase por reacción entre o ácido sulfhídrico formado durante a fermentación, co furfural das doelas da barrica de carballo ou do metabolismo do azucre. O seu olor é a café e é perceptible en certos viños vellos.

Bencilmercaptopano. Atópase con frecuencia en certos viños de Champagne envellecidos e tamén en Chardonnays elaborados sobre lías. O seu olor é intenso a tostado e, conxuntamente co aroma anterior, é responsable de notas torrefactas e empireumáticas.

(E)- Whiskylactona. É o composto clave dos viños envellecidos en barricas de carballo. O seu olor lémbra-nos a coco, e un contido excesivo pode ser un defecto, pois a súa percepción lémbra-nos ao verniz.

Como xa se mencionou, todos estes compostos para poder identificalos nos diferentes viños necesitan superar un determinado limiar de concentración. Por debaixo del, o seu efecto máis habitual é contribuír a incrementar unha nota xenérica do viño, como, por exemplo, afroitada ou doce.

5. AROMAS E VARIETALIDADE

As moléculas odoríferas das uvas, polo xeral, son características da variedade, e por esta razón a estes aromas primarios ou prefermentativos denomínanse varietais. Os primeiros compostos desta clase que se identificaron pertencen á familia dos monoterpenos; son o linalol e o nerol, e aínda que están presentes en moitas variedades de uva, unicamente nas Moscatel e algunhas Alsacianas a súa concentración é alta e o seu olor corresponde ao dos seus viños.

Outras moléculas importantes existentes nas uvas pertencen á familia das pircinas, sendo a isobutilmetoxipircina a que ten o papel máis importante. O olor característico destas substancias é herbáceo e vexetal e, na maioría dos viños, non se pode considerar unha nota positiva. O contido en pircinas das uvas diminúe coa maduración e a súa concentración pode ser desprezable. Por esta razón unha nota destacada no viño indica case sempre unha vendima prematura. Estas moléculas están presentes en moitas variedades de uva e na familia dos Cabernet e Merlot é onde aparece a maior concentración.

O resto das moléculas odorantes en variedades de *Vitis vinifera* non contribúen ao aroma varietal do viño, e polo tanto non se poden considerar indicadores da variedade da uva. Quen de verdade contribúe, ademais de factores do "terroir", son os precursores de aromas inodoros que se revelan durante a fermentación e crianza.

Os aromas herbáceos que con frecuencia aparecen nos mostos e viños non son varietais. Normalmente, débense a aldehídos que se forman a partir de ácidos graxos insaturados existentes na pel e na polpa, e que ao romperse o gran, en contacto co aire, sofren un proceso encimático de oxidación que produce hexanal e 2-hexenal. Como todas as uvas conteñen estes produtos, e en concentración similar, os aromas non se poden considerar varietais. Durante a fermentación os lévedos reducen os aldehídos a alcohois. Por conseguinte, a presenza de cantidades elevadas de hexanal no viño pódese considerar un defecto.

No proceso fermentativo metabolízanse moitas familias de compostos que xeran o aroma do viño, e aínda que a tales familias se deberían considerar precursoras do aroma, como, por exemplo, os azucres, non se denominan así, xa que todas as uvas conducen aos mesmos produtos. Unicamente se consideran como tales os ácidos fenólicos e os aminoácidos, como xa se indicou.

Os ácidos cinámicos cumárico e ferúlico son os precursores dos fenos volátiles vinil e etil fenol e vinil e etil guaiacol respectivamente. Estes ácidos encóntranse maioritariamente na pel das uvas polo que, en principio, os viños obtidos das uvas maceradas deberían ter os contidos máis altos neses aromas. Non obstante, isto

non é así, xa que as actividades encimáticas de descarboxilación que leva a cabo a encima cinamato descarboxilasa, que está presente nos lévedos, inhíbense en presenza das catequinas. Ao ser o contido desta substancia inferior nos viños brancos que nos tintos pola súa distinta maceración, a actividade encimática xera máis cantidade de fenois volátiles citados.

Os aminoácidos xogan un papel fundamental no proceso fermentativo por ser fonte de nitróxeno para os lévedos. Por accións encimáticas descarboxilasas, transaminasas, deaminasas, liasas e desidratasas xéranse entre outras substancias alfa-cetoácidos, aldehidos, alcohois e ácidos carboxílicos. Ao ser o perfil aminoacídico das uvas unha característica varietal, tamén o é o perfil aromático xerado polos seus aminoácidos.

Durante a fermentación xéranse aromas que proveñen de derivados glicosilados, de carotenoides, de cisteína e de glutatión. Os derivados glicosilados son moléculas que combinan unha molécula de glicosa, inodora, con outra volátil e odorífera denominada aglicón. A molécula de glicosa pode estar unida a outro azucre orixinando un diglicósido.

A molécula de aglicona pode pertencer a familias moi diversas, pero para unirse á glicosa necesita ter unha función alcohol, fenol ou ácido. Como existen moitas moléculas que posúen estas funcións tamén é moi grande o número de precursores de glicósidos coñecidos, superior a 100.

A ruptura do enlace glicosídico e a liberación da aglicona volátil ten lugar tanto por vía encimática na fermentación alcohólica e na maloláctica coma por acción da acidez do viño, que hidroliza o enlace. Por conseguinte, a xeración de aromas ten lugar tamén durante a crianza.

As encimas glicosidásicas están presentes nas uvas, polo que se podería pensar que a liberación das agliconas tería lugar preferentemente durante o proceso fermentativo. Non obstante, isto non é así, xa que a glicosa inhibe a acción glicosidásica, o cal, unido ao pH baixo do mosto, limita moito a actividade das encimas citadas.

A industria bioenolóxica subministra preparados encimáticos de fungos filamentosos que posúen boa actividade ao final da fermentación, cando desapareceron a maioría dos azucres. Nestas condicións a liberación de aromas é apreciable. Tamén o é a transformación duns compostos noutros, como é o caso da formación de citronelol a partir de xeraniol.

O primeiro grupo de compostos glicosilados descuberto nas uvas foron os terpenos, cando en 1956 Cordonnier identificou linalol, xeraniol e α -terpineol. Dende entón

investigouse moito sobre estas substancias. Hoxe sábese que a súa acumulación nas uvas comeza na maduración, pero non se encontrou unha relación lineal entre os parámetros clásicos de seguimento desta e o contido en glicósidos. Esta é a razón pola que non existe un índice similar ao dos fenois.

Os carotenoides e os seus derivados son outra familia importante dos precursores dos aromas. Atópanse na pel das uvas, polo que a maceración pelicular xoga un papel importante no seu paso ao mosto e ao viño. Por degradación in vitro de β -caroteno orixínase un composto moi interesante, a β -ionona, que posúe un olor intenso a violetas. Este tipo de degradación non é específico desta substancia, senón que é bastante común, e outras substancias importantes como a β -damascenona tamén se orixinan por esta ruta, ademais de formarse por degradación dos seus correspondentes glicósidos e norisoprenoides. A β -damascenona ule a ameixa pasa, pero o seu papel máis importante é potenciar os aromas doutras substancias. Os carotenoides son os precursores bioxénéticos doutros glicósidos de C_{13} -norisoprenoides, como os vitispiranos con olores intensos a tabaco.

A diferenza das familias de odorantes derivados de carotenoides e de terpenos, a dos compostos xerados a partir dos S-conxugados de cisteína e glutatión son relativamente poucos. Ata o momento, e como importantes, unicamente se identificaron os seguintes S-(1-hidroxihex-3-il)-L-cisteína (P3MH) S-(4-metil-2-oxopent-4-il)-L-cisteína (P4MMP), S-(4-metil-2-oxopent-4-il)-L-glutatión, S-(4-metil-2-hidroxi-pent-4-il)-L-cisteína (P4MMPOH) e S-1-hidroxihex-3-il)-glutatión, todos eles precursores dos tiois anteriormente mencionados. Como precursor do sulfuro de dimetilo atopouse a metil-metionina.

Os contidos destes compostos son pequenos, pero xa se mencionou a importancia sensorial dos tiois que xeran. Estes precursores están localizados na polpa das uvas e na pel, nesta última especialmente o P3MH. Este composto é o máis abundante en todas as variedades de uva.

Como reiteradamente se mencionou, estes aromas varietais e os seus precursores son os que orixinan aromas ben distintos nas diferentes clases de viños, tanto ao final da fermentación coma no seu envellecemento. Os grandes viños expresan o mellor do seu aroma ao cabo duns anos cando os precursores se hidrolizaron e liberaron as notas sutís que nos fan revivir todo un universo aromático e cando os procesos de oxidación-redución xeraron novos odorantes. Polo tanto, estudemos mellor a xeración e evolución dos precursores nas uvas para conseguir que á adega chegue un froito que permita elaborar ese viño co que sempre soñamos.

Táboa 1. Compostos existentes no aroma do viño

Compostos	Nota aromática	Limiar de detección	Efectos no aroma do viño
Ésteres etílicos lineais			Beneficiosos. Contribuíntes importantes actuando como familias
Propanoato de etilo	Froiteira	5,5 a	
Butirato de etilo	Amorodo, láctico	125 b	
Hexanoato de etilo	Afroitado, anís, amorodo	62 b	
Octanoato de etilo	Amorodo	580 b	
Decanoato de etilo	Xabón	200 b	
Ésteres etílicos ramificados			Beneficiosos. Contribuíntes sutís actuando como familias
Isoburiato de etilo	Amorodo	15 b	
2-metil butirato de etilo	Afroitado, anís, amorodo	18 b	
3-metil butirato de etilo	Afroitado, anís	3b	
2-metil pentanoato de etilo	Doce, floral	10 b	
3-metil pentanoato de etilo	Doce	50 c	
4-metil pentanoato de etilo	Láctico, afroitado	75 c	
Acetatos			Beneficiosos. Contribuíntes importantes
Acetato de etilo	Pegamento	12,3 a	Podería ser un "off flavour"
Acetato de propilo	Afroitado, alcohólico		
Acetato de butilo	Afroitado	1,8 a	
Acetato de isobutilo	Doce, alcohólico	1,6 a	
Acetato de isoamilo	Plátano	30 b	Composto impacto
Acetato de hexilo	Plátano	1,5 a	
Acetato de fenil-etilo	Rosas	250 b	
Monoterpenoides e norisoprenoides			Beneficiosos. Contribuíntes sutís
Linalol	Floral, madeira de rosa	25 b	Composto impacto en moscatel e viños terpénicos
Acetato de linalol	Floral		
α -terpineol	Alcanforado	250 b	
β -citronelol	Cítrico	100 b	
Óxido de rosa-cís	Rosas		Presente en Gewürztraminer
Xeraniol	Xeranio	20 b	
Nerol	Rosa		
β -damascenona	Ameixa pasa, mazá asada	0,05 b	Potenciador do aroma
α -ionona	Violetas	2,5 b	
β -ionona	Violetas	0,09 b	
Lactonas			Beneficiosos. Contribuíntes sutís
<i>trans</i> -whisky lactona	Coco, madeira	790 b	Composto impacto en viños envellecidos en madeira de carballo
<i>cis</i> -whisky lactona	Coco, madeira	67 b	
γ -butirolactona	Doce, graxo, melocotón	35 a	Contribuínte desprezable
δ -octalactona	Melocotón	400 b	
γ -nonalactona	Coco, graxo	30 b	
δ -nonalactona	Graxo	2,6 a	
γ -decalactona	Melocotón	0,7 b	
δ -decalactona	Melocotón	386 b	

Compostos	Nota aromática	Limiar de detección	Efectos no aroma do viño
Ésteres cinámicos			Beneficiosos. Contribuíntes sutís
Dihidrocínamate de etilo	Doce, agradable	1,6 b	Composto impacto en viños de maceración carbónica
Cínamate de etilo	Floral, doce	1,1 b	Composto impacto en viños de maceración carbónica
Derivados da vainilla			Beneficiosos. Contribuíntes sutís
Vainillina	Vainilla	995 b	
Vainillato de metilo	Vainilla	3 a	
Vainillato de etilo	Vainilla	8 a	
Acetatovainillona	Vainilla	25 a	
Alcohois de fusel			Prexudiciais. Contribuíntes importantes
Isobutanol	Amargo, verde		
1-Butanol	Fusel	150 a	
Alcohol isoamilico	Fusel	30 a	
Metionol	Plástico, verde, carne	3,2 a	Depresor do aroma
Alcohol bencílico	Floral, rosas, químico	200 a	
β-Fenil etanol	Rosas	14 b	
1-Hexanol	Herba, verde	8 a	
cis-3-Hexenol	Herba	400 b	
Compostos carbonílicos			Prexudiciais
Acetaldehido	Mazá pasada		Podería ser un "off flavour". Contribución sutil ou desprezable
Diacetilo	Láctico, amorodo		Papel ambiguo. Contribuínte importante
Acetoina	Lácteo, graxa	150 a	Contribuínte sutil ou desprezable
Benzaldehido	Améndoas amargas	2 a	Contribuínte desprezable
Metional	Xudías verdes, patacas cocidas	0,5 b	Depresor do aroma
2-Metil butanal	Graxo, verde	16,5	
Octanal	Limón, laranxa, disolvente	2,5 b	
Nonenal	Verde, cítrico	2,5 b	
Decanal	Pel de laranxa, serraduras	1,25 b	
(E-E) 2,4 Decadienal	Rancio		
Isobutiraldehido	Punzante, froiteira	6 b	
Isovaleraldehido	Graxo, melocotón	4,6 b	
Heptanal	Noces, froiteira	15 b	
(E)-2-Hexenal	Améndoa amarga	4 b	
(E)-2-Heptenal	Améndoa amarga	9,3 b	
(E)-2-Octenal	Graxo, noces	3 b	
(E)-2-Nonenal	Serraduras	0,62 b	
(E-E) 2,6-Nonadienal	Cogombro	0,02 b	
Fenil acetaldehido	Mel	1 b	Negativo
2-Furaldehido (Furfural)	Madeira, doce	14,1 b	
2,3 Pentanodiona	Láctico		
1-octen-3-one	Champiñón	15 c	Pode ser un "off flavour"
3 metil nonanediona	Doce, froita madura		

Compostos	Nota aromática	Limiar de detección	Efectos no aroma do viño	
Ácidos			Papel ambiguo. Contribuíntes netos depresores	
Ácido acético	Vinagre	300 a	Podería ser un "off flavour"	
Ácido isobutírico	Queixo	33 b		
Ácido butírico	Queixo	173 b		
Ácido isovalerianico	Queixo			
Ácido hexanoico	Queixo de cabra	420 b		
Ácido octanoico	Rancio, graxo	500 b		
Ácido decanoico	Rancio, graxo	1 a		
Fenois			Depresores. Contribuíntes importantes dependendo do tipo de viño	
Guaiacol	Fume, fenólico	9,5 b	Depresor do aroma. Podería ser un "off flavour"	
4-metil guaiacol	Queimado	65 b		
4-etil guaiacol	Especiado, cravo	33 b		
4-vinil guaiacol	Pementa, cravo	40 b		
4-vinil fenol	Medicinal, tinta	180 b		
Isoeuxenol II	Espicias	6 b		
Euxenol	Cravo	6 b		
o-cresol	Betume	31 b		
p-cresol	Medicinal, coiro	10 b		
m-cresol	Farmacéutico	68 b		
Fenol	Tinta	250 b		
4-etil fenol	Cabalo, coiro	25 b		
3-etil fenol	Coiro, animal			
Siringol	Fume	2 a		
4-alil-2, 6 dimetoxifenol	Especiado, fume	1,2 a		
4-propilguaiacol	Fenólico	10 b		
2, 6 dimetoxifenol	Medicinal	570 b		
Enlonas				Contribuíntes importantes sutís ou impacto
Furaneol	Caramelo, algodón Candy	120 b		
Homofuraneol	Caramelo	125 b		
Cicloteno	Caramelo	2 a		
Maltol	Caramelo	5 a		
Dihidromaltol	Caramelo			
Sotolón	Doce, noz, curry	9 b		
Tiois polifuncionais			Beneficiosos. Compostos impacto en certos vinos	
4-metil-4-mercapto-2-pentanona	Buxo, suor	0,8 c	Impacto en viños Sauvignon de Nova Celandia	
3-mercapto hexanol	Pomelo, buxo	60 c	Composto impacto en certos rosados	
Acetato de 3-mercaptohexilo	Froita da paixón	4 c	Impacto en viño Verdejo. Contribuínte importante en moitos viños	
2- metil-3-furantiol	Tostado, fritos, grellados	1 c	Desprezable na maioría dos viños	
2-furfuriltiol	Café, tostado	0,4 c	Impacto en viños Sauvignon do Loira Desprezable noutros viños	
Benzil mercaptano	Queimado, tostado	0,3 c	Contribución desprezable na maioría dos viños	

Compostos	Nota aromática	Limiar de detección	Efectos no aroma do viño
Tiois volátiles			
Ácido sulfhídrico	Ovos podrecidos	1,1 b	Papel ambiguo. Dende potenciador do aroma ata "off flavour"
Sulfuro de metilo	Verdura podrecida	1,8 b	
Sulfuro de etilo	Allo		
Disulfuro de dietilo	Cebola	4,3 b	
Sulfuro de dimetilo	Asparaxina, marmelo	25 b	
Disulfuro de dimetilo	Col	29,5 b	
Sulfuro de dietilo	Allo	0,63 b	
Disulfuro de bis-2-metil-furilo	Flocos de millo, tostado		
Etanotiol	Goma	1,1 b	
Piracinas			Papel negativo
3,5 dimetil-2-metoxipiracina	Cartón, húmido		
3-isopropil-2-metoxipiracina	Terra, pemento	15 c	
2-acetil piracina	Tostado, queimado		
Misceláneos			
Lactato de etilo	Doce, froiteira	154 a	
Sucicanato de dietilo	Froiteira, mazá asada	200 a	
Furoato de etilo		16 b	
Ciclohexanoato de etilo	Afroitado		
2-metilisoborneol	Desagradable, lixivia	20 a	"off flavour"
2,4,6 Tricloroanisol	Humidade, cortiza	4 b	"off flavour"
Xeosmina	Balorento, lamacento	25 b	"off flavour"

Expresado en ppm (a)

Expresado en ppb (b)

Expresado en ppt (c)

Referencias bibliográficas

Francesc Montejo. Bridging the Olfactory Code. www.PerfumerFlavorist.com.

Kensaku Mori, Yuji K. Takahashi, Kei M. Igarashi & Masahiro Yamaguchi (2006) Maps of Odorant Molecular Features in the Mammalian Olfactory Bulb. *Physiol Rev*, 86: 409-433.

Yuji K. Takahashi, Shin Nagayama & Kensaku Mori (2004) Detection and Masking of Spoiled Food Smells by Odor Maps in the Olfactory Bulb. *The Journal of Neuroscience*, 24(40): 8690-8694.

Yuki Oka, Masayo Omura, Hiroshi Kataoka & Kazushige Touhara (2004) Olfactory receptor antagonism between odorants. *The EMBO Journal*, 23: 120-126.

Manuel Zarzo, David T. & Stanton (2009) Understanding the underlying dimensions in perfumers'odor perception space as a basis for developing meaningful odor maps. *Attention, Perception and Psychophysics*, 71 (2): 225-247.

SEGUNDA PARTE O POTENCIAL AROMÁTICO DAS VARIEDADES DE VIDE CULTIVADAS EN GALICIA

Mar Vilanova

José María Oliveira





O POTENCIAL AROMÁTICO DAS VARIEDADES DE VIDE CULTIVADAS EN GALICIA

Mar Vilanova¹ e José María Oliveira²

¹ Misión Biolóxica de Galicia
(CSIC-Pontevedra)

² Centro de Enxeñería Biolóxica
(Universidade do Miño-Braga)

1. INTRODUCCIÓN

O aroma do viño é dunha enorme complexidade, por unha parte debido ao gran número de compostos que intervén e por outra á gran variabilidade de concentracións. Ademais, cada composto presenta o seu propio limiar de percepción olfativo que moitas veces está condicionado polo conxunto doutros compostos presentes no viño [1, 2].

Esta composición aromática do viño está relacionada co desenvolvemento das diferentes etapas de produción e co traballo na adega desenvolvido polo enólogo, pero fundamentalmente é o reflexo da uva inicial, en particular da variedade e do "terroir".

Ademais, sábese que mentres que o perfil cualitativo varietal depende estritamente do cultivar, as cantidades relativas de cada composto, e polo tanto as súas características sensoriais, dependen do "terroir", que inclúe todos os parámetros que afectan unha zona vitícola, como son o clima, o solo e as prácticas de cultivo [3]. Así, aínda cando unha variedade de uva se atope en zonas xeográficas afastadas e sexa vinificada usando técnicas diferentes, o viño resultante posuirá certas calidades inherentes á tipicidade da variedade. Polo tanto, a identificación e cuantificación dos compostos aromáticos presentes na uva empregada na elaboración do viño é esencial xa que define, en boa medida, a súa calidade [4].

Os compostos aromáticos presentes nas variedades de vide pertencen ás familias de terpenos, C₁₃-norisoprenoides, alcohois, compostos en C₆, ácidos graxos, fenóis volátiles e outros compostos como lactonas, compostos carbonilados ou aldehidos (Táboa 1). Dependendo da orixe, o aroma dun viño clasifícase en varietal, pre-fermentativo, fermentativo e pos-fermentativo.

Terpenos e C₁₃-norisoprenoides. Son as familias de compostos máis relacionados coa tipicidade das variedades de vide. Estes atópanse na uva de dúas formas, como compostos volátiles libres e como compostos glicosilados ou precursores (fracción ligada do aroma). Os compostos glicosilados conforman unha importante

reserva de aromas varietais, o potencial aromático, que a través da súa hidrólise poden xerar compostos aromáticos incrementando as características aromáticas do produto final [5-11].

Os terpenos e C₁₃-norisoprenoides representan a base da tipicidade das variedades aromáticas xa que contribúen de forma significativa ao aroma varietal dos viños debido ao seu baixo limiar de detección olfactiva, así como á súa calidade aromática [12].

Os principais terpenos, incluíndo os máis interesantes dende o punto de vista olfativo, son linalol, nerol, xeraniol, citronelol, α -terpineol, Ho-trienol, óxidos monoterpénicos, óxidos de linalol e diendiois. Os diendiois terpénicos non teñen propiedades olfactivas de interese pero poden actuar como precursores posto que dan lugar a outros compostos aromáticos como Ho-trienol ou óxido de nerol.






A degradación dos carotenoides dá lugar a norisoprenoides. Deles, os de 13 átomos de carbono, C₁₃-norisoprenoides, teñen interesantes propiedades aromáticas polos seus baixos limiares de percepción. Os C₁₃-norisoprenoides están presentes na uva, fundamentalmente en forma de precursores glicosídicos. Entre eles destacan os precursores das iononas e da β -damascenona.

2. A VITICULTURA ATLÁNTICA. VARIEDADES GALEGAS

A viticultura atlántica sitúase no noroeste de Península Ibérica que inclúe Galicia e o norte de Portugal, onde se cultivan variedades comúns de vide (*Vitis vinifera*).

En Galicia as variedades brancas máis cultivadas son Agudelo, Albariño, Branco Lexítimo, Caíño Branco, Dona Branca, Godello, Loureira e Treixadura. Entre os cultivares tintos os máis destacados son Brancellao, Espadeiro, Caíño Tinto, Loureiro Tinto, Mencía, Mouratón, Pedral e Sousón.

Táboa 1. Familias aromáticas máis importantes e descritores aromáticos dos compostos máis comúns identificados na uva

Composto	Composto	Descritor	
Alcohois		Alcohol bencílico 2-feniletanol 1-butanol 1-propanol	Améndoa Rosa Herba cortada Froita
Compostos en C ₆		Hexanol E-3-hexenol Z-3-hexenol E-2-hexenol Z-2-hexenol	Resina de piñeiro Herba cortada Herba cortada Herba cortada Herba cortada
Terpenos		Linalol Nerol Xeraniol Citronelol α-terpineol 4-terpineol Ho-trienol Limoneno Farnesol	Floral, rosa Floral, rosa, lima Floral, xeranio, rosa Cítrico, limón verde Piñeiro, lirio Noz moscada Tileiro Cítrico, limón Floral, lirio
C ₁₃ -norisoprenoides		α-ionona β-ionona β-damascenona 3-oxo-α-ionol α-ionol β-damascona Teaspirano Vomifoliol	Violeta Violeta Mazá, mel, floral Especias, tabaco Framboesa Froita, tabaco Té Floral
Ácidos graxos		Ácido propanoico Ácido butanoico Ácido hexanoico Ácido octanoico Ácido decanoico	Lácteos Manteiga, queixo Queixo de cabra Rancio, graxo Cera, rancio, graxo
Fenois volátiles		Euxenol 4-etilfenol 4-vinilguaicol 4-vinilfenol Vainillina Guaiacol	Cravo Fenol, coiro Curry, cravo, especiado Medicinal, tinta Vainilla Fume, fenol
Outros		Metionol Benzaldehido Acetaldehido	Col cocida Améndoa amarga Mazá pasada

Descritores aromáticos dos diferentes compostos [13-15]

2.1. Variedades brancas

O Albariño en Galicia, e Alvarinho no norte de Portugal, é a variedade branca máis importante da viticultura atlántica, non só pola súa produción senón tamén pola súa alta calidade e recoñecemento.

A variedade Albariño foi obxecto de numerosos estudos [16-29]. Esta variedade estivo caracterizada por unha alta intensidade de aromas florais e froiteiros debido á súa alta concentración de terpenos responsables destas notas aromáticas.

Ribéreau-Gayon realizou un estudo comparativo dos aromas de diferentes variedades brancas e compara o viño Albariño con viños elaborados con variedades como Riesling, Muscadelle ou Sauvignon Blanc, demostrando que o Albariño era máis rico en compostos terpénicos [4].

Outros estudos desenvolvidos con esta variedade cultivada na denominación de orixe Rías Baixas [30] mostraron que a variedade Albariño contiña altas concentracións de terpenos tanto na súa fracción libre coma na súa fracción ligada. Neste estudo o viño Albariño estivo caracterizado por aromas balsámicos, froiteiros e florais con altos valores da súa actividade odorífera contribuíndo así, en grande medida, ao aroma.

Outros estudos permitiron estudar o efecto do "terroir" sobre o aroma do viño Albariño das diferentes subzonas da denominación de orixe Rías Baixas (Condado do Tea, Val do Salnés ou O Rosal e Ribeira do Ulla), tanto a nivel sensorial [31] coma a nivel de compostos volátiles [25, 32, 33]. No aspecto sensorial, o descritor aromático "mazá" foi o descritor común a todas as subzonas e os descritores que marcaron as diferenzas entre subzonas foron a froita madura, láctico, piña, plátano, pera, cítrico e floral. Nos compostos volátiles, os alcohois caracterizaron os viños Albariño da subzona do Rosal, terpenos e ésteres etílicos caracterizaron a subzona do Val do Salnés e C_{13} -norisoprenoides, fundamentalmente α -ionona, caracterizaron a subzona do Condado do Tea. Terpenos e alcohois foron as familias de compostos volátiles que diferenciaron os viños Albariño do norte e do sur de Galicia.

Outros investigadores [34] realizaron un estudo comparativo sobre a composición de dúas variedades aromáticas cultivadas na rexión dos viños verdes (norte de Portugal), Alvarinho (Albariño) e Loureiro (Loureira), variedades moi apreciadas para a elaboración de viños monovarietais polas súas características aromáticas a flores e froitas. Loureiro mostrou ser unha variedade aromática debido aos seus altos niveis de linalol na súa fracción libre. Alvarinho, variedade en xeral máis pobre en aromas na súa fracción libre que Loureiro, presentou interesantes niveis de compostos terpénicos na fracción ligada, ao igual que a variedade Loureiro.

Loureiro e Alvarinho son variedades cunha gran reserva de compostos volátiles [28, 34]. Isto é moi importante na

elaboración de viños xa que estes compostos, en particular o linalol, poden ser liberados do seu glicósido por encimas específicos e así contribuír ao aroma final do viño. Os compostos varietais que poden marcar o aroma destas variedades parecen ser o linalol, Ho-trienol, α -terpineol e β -damascenona. Os terpenos foron máis importantes na variedade Loureiro e os C_{13} -norisoprenoides na variedade Alvarinho.

Por outra parte, o viño Alvarinho é rico en ácidos graxos volátiles e ésteres etílicos, os cales achegan un carácter afroitado a estes viños. Loureiro contén altos niveis de ésteres de ácidos orgánicos e 2-feniletanol, achegando notas froiteiras e florais aos seus viños.

Outros traballos levados a cabo por Oliveira e col. no norte de Portugal [35, 36] mostraron o carácter tropical nos viños elaborados coa variedade Alvarinho, mentres que os viños elaborados coa variedade Loureiro mostraron intensas notas a cítricos. Nestes traballos tamén se indica a posibilidade de discriminar entre estas dúas variedades segundo a súa composición en compostos en C_6 na súa fracción libre, así como polos hidróxidos de linalol na súa fracción glicosilada.

Genisheva e Oliveira [29] compararon a composición volátil de todas as variedades brancas da rexión dos viños verdes (Arinto, Azal, Avesso, Batoca, Trajadura, Alvarinho e Loureiro). Na súa fracción libre, a variedade Loureiro podía ser doadamente diferenciada do resto das variedades brancas polos seus importantes niveis de linalol, que se encontraban por enriba do seu limiar de percepción. No caso da variedade Trajadura (Treixadura), foi o xeraniol o composto dominante, mostrando un perfil máis equilibrado nos seus compostos en ambas as dúas formas, libre e glicosilada. Por outra parte, a variedade Alvarinho resultou ser máis rica en compostos glicosilados, seguida de Loureiro. Nesta fracción, o linalol e os diendiois volátiles foron os máis abundantes na variedade Loureiro.

Outras variedades brancas minoritarias cultivadas en Galicia, Branco Lexítimo e Agudelo, tamén foron caracterizadas nos compostos aromáticos [37, 38]. Estas variedades son cultivadas fundamentalmente en Betanzos, a zona vitícola situada máis ao norte de Galicia, onde a maduración da uva está limitada pola climatoloxía. Os resultados deste estudo mostraron que o octanoato de etilo (aroma a mazá), acetato de isoamillo (plátano), hexanoato de etilo (froiteiro) e β -damascenona (floral) foron os aromas predominantes nos viños elaborados con Branco Lexítimo e Agudelo en Betanzos. O Branco Lexítimo resultou ser un viño moi aromático dominado por aromas a cítricos, banana, mazá e piña, mentres que o Agudelo, menos aromático que o Branco Lexítimo, presentou niveis medios de aromas froiteiros.

Varios autores estudaron a composición aromática da variedade Godello [21, 39, 40]. Estes estudos confirman que os aromas froiteiros son os predominantes debido aos ésteres etílicos xerados na fermentación alcohólica. En canto aos aromas primarios, este estudo confirma que β -citronelol, β -damascenona e β -ionona resultaron ser os aromas típicos desta variedade.

Os viños elaborados coa variedade Godello cultivada na denominación de orixe Valdeorras foron estudados a nivel sensorial por un panel de consumidores [41] e por un panel de catadores profesionais [42]. Os resultados destes estudos mostraron que os descritores aromáticos característicos e comúns en ambos os dous paneis eran mazá, melón, floral, cítrico e vexetal.

A variedade Godello tamén foi estudada na zona vitícola de Betanzos [38], onde os compostos en C_6 foi a familia de compostos maioritaria seguida polos terpenos.

Un estudo máis recente compara as características aromáticas das variedades brancas máis importantes cultivadas en Galicia, Loureira, Branco Lexítimo, Torrontés, Treixadura e Albariño, establecendo relacións entre a composición volátil e as características sensoriais dos viños [43]. Neste estudo móstrase unha alta correlación entre catro descritores sensoriais (intensidade aromática, floral, herbáceo e froita madura) e os perfís químicos. Os viños elaborados coas variedades Branco Lexítimo e Loureira mostraron a maior concentración de terpenos. A nivel sensorial o viño mellor puntuado, na súa valoración global (olfactiva e gustativa), foi o viño Albariño.

2.2. Variedades tintas

Diversos traballos mostran os resultados dos estudos realizados sobre a composición aromática das variedades tintas e os seus viños dentro da viticultura atlántica. Nos últimos anos houbo unha tendencia á recuperación das variedades minoritarias de cultivo tradicional en Galicia. Estes cultivares están ben adaptados á súa área de produción e transmiten aos seus viños as características do "terroir" nas que son cultivadas. A pesar de ser minoritaria, a variedade tinta Caíño Tinto é unha das máis apreciadas nas denominacións de orixe Rías Baixas e Ribeiro.

Os viños elaborados con Caíño Tinto, Caíño Longo e Caíño Bravo foron caracterizados a nivel aromático [44]. Os viños de Caíño Longo mostraron altas concentracións de acetatos e ésteres etílicos. As concentracións destes compostos foron, non obstante, comparativamente máis baixas nos viños elaborados coa variedade Caíño Bravo. Dende o punto de vista enolóxico, o viño elaborado con Caíño Tinto foi o máis interesante porque a súa composición foi máis equilibrada. Os compostos non terpénicos foron os máis abundantes nestas variedades [45].

Outros estudos mostran as características aromáticas dos viños producidos por outras variedades tintas minoritarias cultivadas en Galicia como son a Castañal e Serradelo [37,46]. Os compostos que determinaron o aroma na variedade Castañal foron os ésteres etílicos e acetatos, a β -ionona, 3-metil-1-butanol, alcohol bencílico e 2-feniletanol. Estes datos suxeriron que os viños da variedade Castañal presentaban aromas a froitas (mora) e a flores (rosa) [46]. Por outra parte, os compostos característicos dos viños elaborados coa variedade tinta Serradelo, variedade tamén minoritaria cultivada na zona vitícola de Betanzos, foron octanoato de etilo e β -damascenona (aromas froiteiros e florais) [37]. Os compostos ligados foron os maioritarios nos mostos desta variedade.

O aroma das variedades tintas (Pedral, Sousón, Caíño Redondo, Espadeiro e Mencía) cultivadas en Galicia, e máis concretamente na zona xeográfica da denominación de orixe Rías Baixas, foi estudado por diversos autores [47] co fin de coñecer o potencial aromático destas variedades. Os resultados deste estudo mostraron que as variedades Caíño Redondo e Pedral alcanzaban as maiores concentracións de compostos volátiles. A fracción libre era a predominante en todas as variedades, agás en Pedral. Todas as variedades tintas estudadas estiveron caracterizadas por altas concentracións de compostos en C_6 e alcohois na súa fracción libre, especialmente en Caíño Redondo. Sousón e Mencía mostraron similares características na súa fracción libre, non obstante Pedral mostrou unha importante contribución de compostos glicosilados ou precursores. Esta última variedade estivo caracterizada por maiores concentracións de alcohois, terpenos, fenois volátiles e C_{13} -norisoprenoides.

Un estudo máis recente mostra as características aromáticas dos viños elaborados coas variedades Brancellao, Mencía, Merenzao, Mouratón e Sousón, cultivadas na zona da denominación de orixe Rías Baixas, establecendo relacións entre o seu perfil sensorial e a súa composición volátil [48]. Os resultados deste estudo mostraron un importante efecto do cultivar nun gran número de compostos analizados, que variaban significativamente entre os viños. Os viños elaborados coa variedade Mencía presentaban as maiores concentracións de γ -nonalactona, mentres que os viños de Sousón foron máis ricos en monoterpénicos. Non obstante, non se encontraron diferenzas no contido en ésteres, debido probablemente ao uso do mesmo lévedo en todas as vinificacións. Neste estudo tamén se encontraron altas correlacións entre os descritores sensoriais (calidade aromática, intensidade aromática, herbáceo e froitas vermellas) e a composición volátil dos viños.

Con respecto á Mencía, un estudo mostra o perfil aromático dos viños elaborados con esta variedade na denominación de orixe Valdeorras [49]. O perfil destes viños

estivo caracterizado por altos niveis de alcohois, ademais de ésteres etílicos e acetatos que achegaron aromas a banana, piña e pera. Tamén estivo presente nestes viños a β -ionona con aroma a violetas.

Os viños elaborados coa variedade Mencía, cultivada na denominación de orixe Ribeira Sacra, tamén foron estudados a nivel sensorial polo panel de catadores desta denominación [50]. Neste estudo demostrouse que a zona xeográfica achegaba matices diferenciadores aos viños elaborados con esta variedade cultivada nas diferentes subzonas desta denominación.

Por último, Vilanova e col. [51] desenvolven un estudo sobre a composición volátil da variedade Mencía nas cinco subzonas que engloba a denominación de orixe Ribeira Sacra (Amandi, Chantada, Ribeiras do Sil, Ribeiras do Miño e Quiroga-Bibeí), no que se mostran os resultados medios das catro colleitas consecutivas. Neste estudo móstrase o efecto do "terroir" e da colleita sobre a composición aromática da variedade Mencía. Os resultados concluíron que a composición desta variedade estivo máis influenciada pola colleita que polo "terroir". A fracción glicosilada mostrou a maior variabilidade entre zonas xeográficas. Esta variabilidade en terpenos glicosilados pode ser interpretada como un maior potencial en función da zona xeográfica e a colleita para expresar estes aromas positivos nos viños elaborados coa variedade Mencía. A subzona das Ribeiras do Sil, subzona que mostrou a maior ratio de maduración (azucres/acidez total), alcanzou a maior concentración de compostos aromáticos en ambas as dúas fraccións, libre e glicosilada. Os compostos en C_6 e os compostos carbonilados estiveron moi influenciados polo grao de maduración.

3. PERFIL AROMÁTICO DAS VARIEDADES DE CULTIVO TRADICIONAL EN GALICIA

A continuación preséntase a composición aromática das variedades brancas e tintas de cultivo tradicional en Galicia, nas súas fraccións libre (aromática) e glicosilada (precursores) expresados en composición relativa (%) e en concentración ($\mu\text{g/L}$).

Todas as variedades caracterizadas e incluídas neste libro foron estudadas nos seus lugares de cultivo en Galicia, zonas vitícolas todas elas pertencentes aos ámbitos xeográficos das diferentes denominacións de orixe galegas ou indicacións xeográficas protexidas.

A extracción dos compostos volátiles e glicosilados realizouse mediante a técnica de extracción en fase sólida (SPE). A identificación e cuantificación dos compostos extraídos fíxose mediante a técnica de cromatografía de gases e espectrometría de masas (GC-MS) [36]. As concentracións dos compostos analizados por cada variedade correspóndense cos resultados medios de entre 5 e 10 colleitas dependendo da variedade.

As variedades estudadas e caracterizadas móstranse a continuación, así como a área xeográfica de mostraxe.

As variedades brancas:

Agudelo (IXP Betanzos), Albariño (DO Rías Baixas), Branco Lexítimo (IXP Betanzos), Caíño Branco (DO Rías Baixas), Dona Branca (DO Monterrei), Godello (DO Valdeorras), Loureira (DO Rías Baixas) e Treixadura (DO Rías Baixas).

As variedades tintas:

Brancellao (DO Rías Baixas), Caíño Tinto (DO Rías Baixas), Espadeiro (DO Rías Baixas), Loureiro Tinto (DO Rías Baixas), Mencía (DO Ribeira Sacra), Merenzao (DO Valdeorras), Pedral (DO Rías Baixas) e Sousón (DO Rías Baixas).

3.1. Perfil aromático das variedades brancas

Variedade AGUDELO

A Figura 1 mostra a composición aromática global e as fraccións libre e glicosilada da variedade Agudelo cultivada na zona vitícola de Betanzos e expresada en concentración e en composición relativa.

A composición aromática total mostra unha maior concentración de compostos na súa fracción libre (64%) que en forma de precursores (36%), con concentracións que van dende 224 $\mu\text{g/L}$ na súa fracción libre aos 128 $\mu\text{g/L}$ na forma glicosilada. A concentración total de compostos que marcan o potencial aromático dos mostos da variedade Agudelo foi de 352 $\mu\text{g/L}$.

A nivel de familias aromáticas, no mosto da variedade Agudelo encontramos alcohois, compostos en C_6 , terpenos, C_{13} -norisoprenoides, ácidos graxos volátiles, fenois volátiles e outros compostos.

A nivel global a familia de compostos maioritaria foi os compostos en C_6 que achegan aromas herbáceos e vexetais, e que supuxo o 60% da composición do mosto, seguida polas familias de alcohois (18%) e terpenos e C_{13} -norisoprenoides (14%) (Figura 2a).

A Figura 2b mostra a repartición de familias aromáticas no mosto da variedade Agudelo na súa fracción libre, onde os compostos en C_6 foron os maioritarios, alcanzando o 89% desta fracción. Non obstante, na fracción ligada (Figura 2c) foi a familia dos alcohois (46%) a que mostrou maior concentración, seguida moi de preto polos terpenos e C_{13} -norisoprenoides (36%), sumando entre ambas as dúas familias de compostos o 82% da fracción ligada.

Figura 1. Composición aromática do cultivar Agudelo nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores

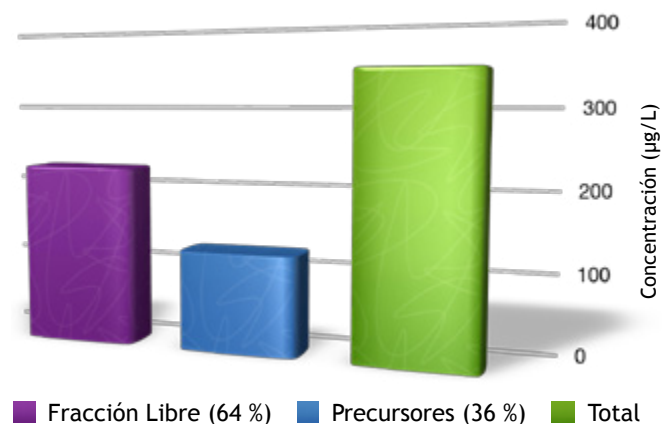
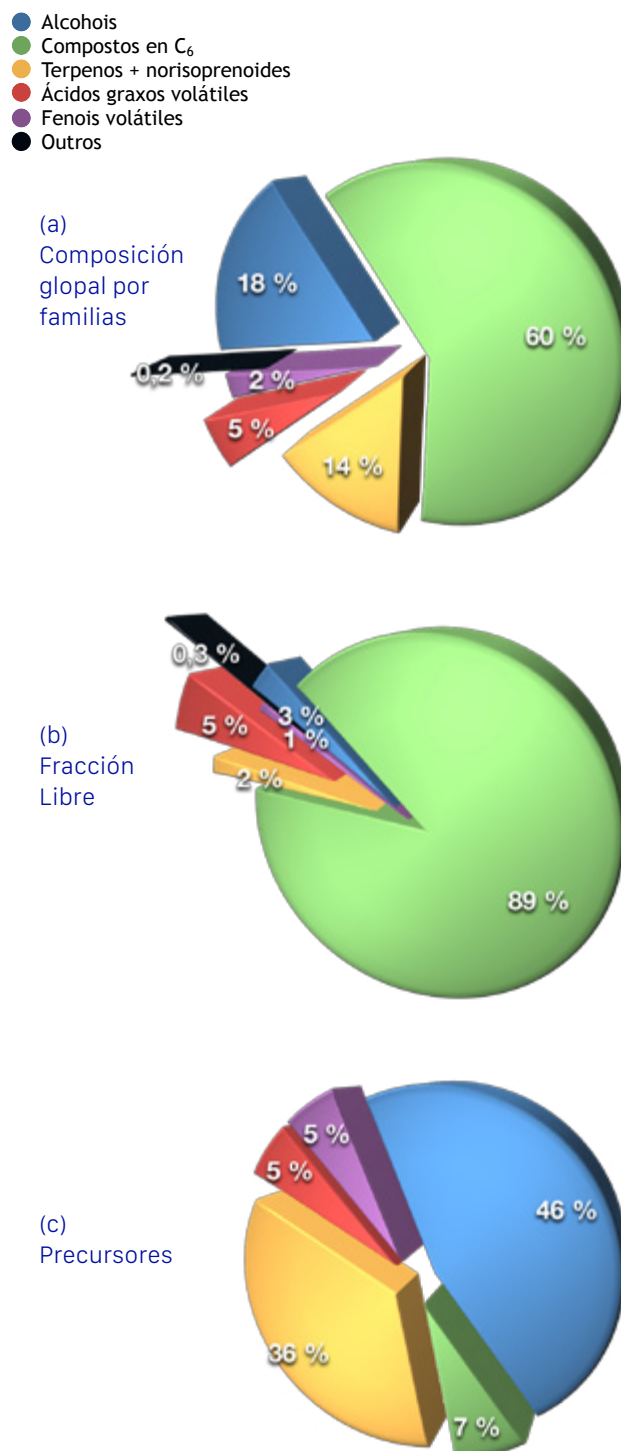


Figura 2. Composición aromática do cultivar Agudelo por familias a nivel global (a) e nas súas fraccións libre (b) e glicosilada ou precursores (c)



Dentro dos compostos que marcan o aroma varietal do cultivar Agudelo encóntranse os terpenos e C₁₃-norisoprenoides. Na Figura 3 obsérvase a superioridade dos precursores do aroma (93%) fronte aos compostos libres (7%). Os valores en concentración foron de 45 µg/L para a fracción ligada e de 3,5 µg/L para a fracción libre. Tanto na fracción libre coma na glicosilada, os terpenos encontráronse en maiores concentracións fronte aos C₁₃-norisoprenoides.

A fracción libre dos terpenos estivo dominada polos diendiois (2 µg/L, 48% desta fracción). Dentro da fracción ligada, o composto terpénico maioritario na variedade Agudelo foi o linalol xunto cos seus óxidos e hidróxidos, alcanzando valores de 24 µg/L (55% dos precursores).

Respecto aos C₁₃-norisoprenoides, familia representada unicamente por tres compostos, encontráronse en concentracións de 0,36 µg/L na súa fracción libre e en 5 µg/L na súa fracción ligada, o que supuxo un 11% de cada unha destas fraccións.

Na Figura 4 represéntase o perfil aromático varietal, terpenos e C₁₃-norisoprenoides, do mosto da variedade Agudelo, tanto na súa forma libre coma en forma de precursores sobre o total destas fraccións de compostos.

Figura 3. Terpenos e C₁₃-norisoprenoides no cultivar Agudelo nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores

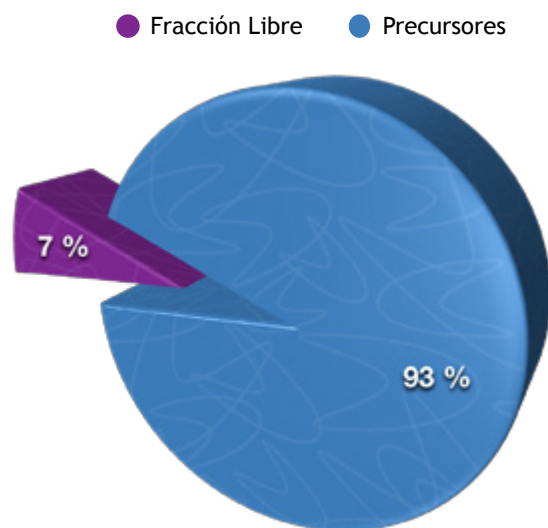
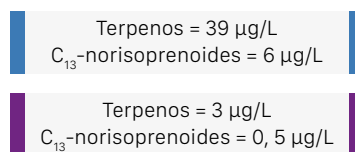
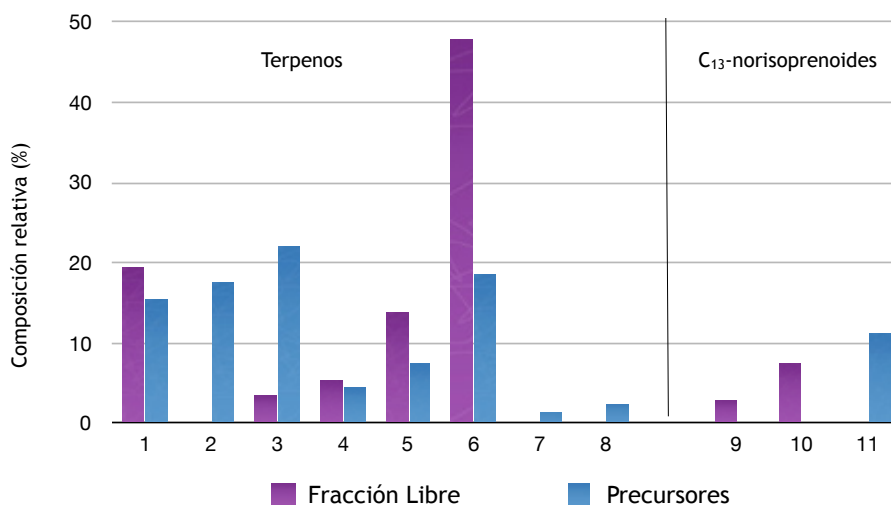


Figura 4. Perfil aromático varietal do cultivar Agudelo. Terpenos e C₁₃-norisoprenoides nas súas fraccións libre e glicosilada

Óxidos de Linalol (1); Hidróxidos de Linalol (2); Linalol (3); α-terpineol (4); Xeraniol (5); Diendiois (6); Nerol (7); Ho-trienol (8); β-damascenona (9); β-ionona (10); 4-oxo-β-ionol (11).



Variedade ALBARIÑO

A composición aromática da variedade Albariño a nivel global e nas súas fraccións libre e glicosilada (precursores) móstrase na Figura 5.

A variedade Albariño mostra unha maior concentración de compostos na súa fracción libre, que alcanzou valores de 1.818 µg/L (61% da composición global), fronte á fracción ligada ou precursores que supuxo unha concentración de 1.156 µg/L (39%). A concentración global media dos anos de estudo e que mostra o potencial desta variedade foi de 2.974 µg/L.

A nivel de familias aromáticas, no mosto da variedade Albariño identificáronse alcohois, compostos en C₆, terpenos, C₁₃-norisoprenoides, ácidos graxos volátiles, fenois volátiles e outros compostos.

Na súa composición global os compostos maioritarios foron os compostos en C₆ (47% do total), seguidos polos terpenos e C₁₃-norisoprenoides (18%), que se caracterizan por achegar aromas froiteiros e florais (Figura 6a).

Dentro da fracción libre (Figura 6b), os compostos en C₆ resultaron ser os maioritarios (75%), non obstante na fracción ligada ou precursores (Figura 6c) foron os terpenos e C₁₃-norisoprenoides as familias maioritarias, sumando entre ambas as dúas un 40% do total desta fracción, o que supón un gran potencial de aromas froiteiros e florais para o futuro viño. Alcohois e fenois volátiles sumaron o 41% dos precursores.

Dentro dos compostos que marcan o aroma varietal do cultivar Albariño encóntranse os terpenos e C₁₃-norisoprenoides. Estas familias de compostos encontráronse na variedade Albariño en maior concentración en forma de precursores (446 µg/L; 84%) que na súa fracción libre (83 µg/L; 16%), sumando un total de 539 µg/L. A superioridade da fracción glicosilada fronte á

Figura 5. Composición aromática do cultivar Albariño nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores

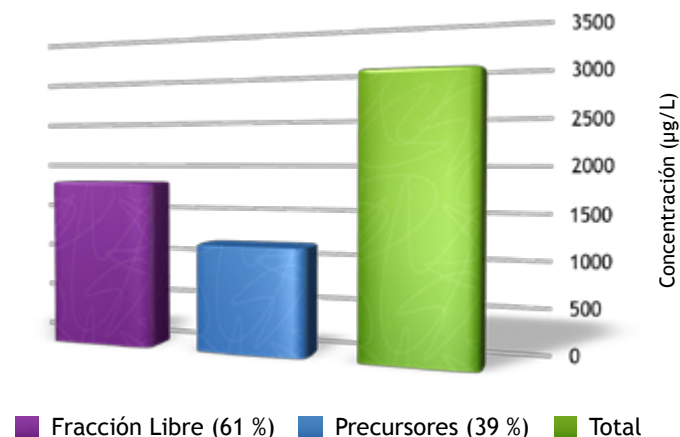
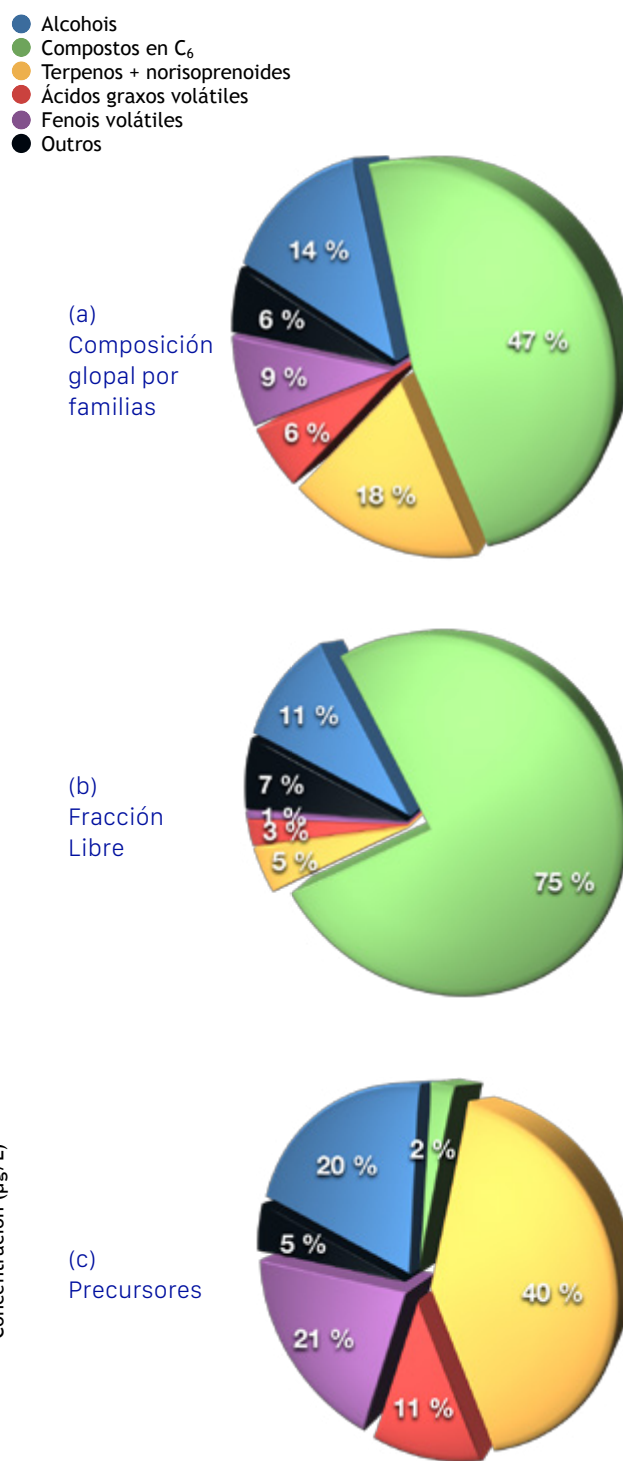


Figura 6. Composición aromática do cultivar Albariño por familias a nivel global (a) e nas súas fraccións libre (b) e glicosilada ou precursores (c)



libre denota o alto potencial aromático varietal deste cultivar (Figura 7). Tanto na fracción libre coma na glicosilada os terpenos encontráronse en maiores concentracións fronte aos C₁₃-norisoprenoides.

Os terpenos máis importantes na variedade Albariño foron o linalol e os seus óxidos e hidróxidos, o que supuxo o 30% dos compostos varietais na súa fracción libre e o 41% na fracción ligada, con concentracións de 25 µg/L e 185 µg/L, respectivamente. Os diendiois mostraron altos niveis na variedade Albariño, fundamentalmente na súa fracción ligada (90 µg/L), o que supuxo 20% desta fracción.

Outros terpenos presentes no mosto da variedade Albariño foron o xeraniol, nerol, limoneno, β-citronelol, α-terpineol, 4-terpineol e Ho-trienol. Todos estes compostos achegan aromas froiteiros e florais ao mosto. Outro terpeno, o farnesol, encontrouse unicamente na súa forma libre nun 19% do total desta fracción. Os C₁₃-norisoprenoides, na maior parte das variedades da vide, encóntranse na uva fundamentalmente en forma glicosilada, como é o caso da variedade Albariño, onde a maior concentración se encontra en forma de precursores, que cando son liberados por acción encimática achegan aromas florais ao viño.

Na Figura 8 represéntanse os perfís aromáticos varietais, terpenos e C₁₃-norisoprenoides, do mosto da variedade Albariño, tanto en forma libre coma en forma de precursores sobre o total destas fraccións de compostos.

Figura 7. **Terpenos e C₁₃-norisoprenoides no cultivar Albariño nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores**

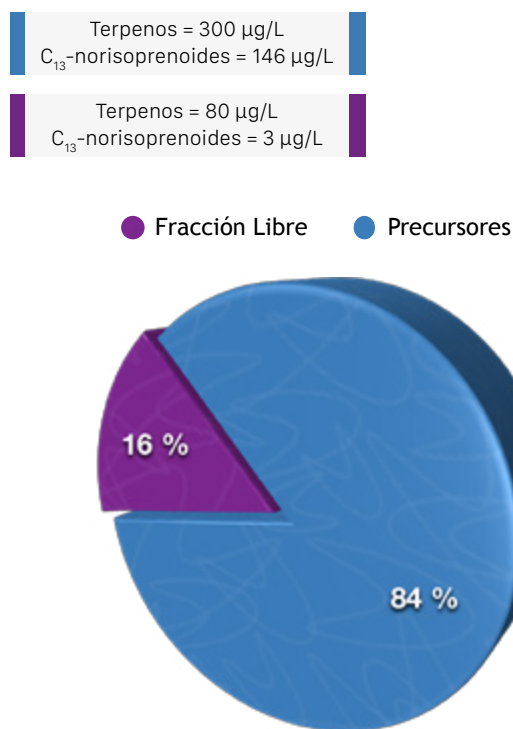
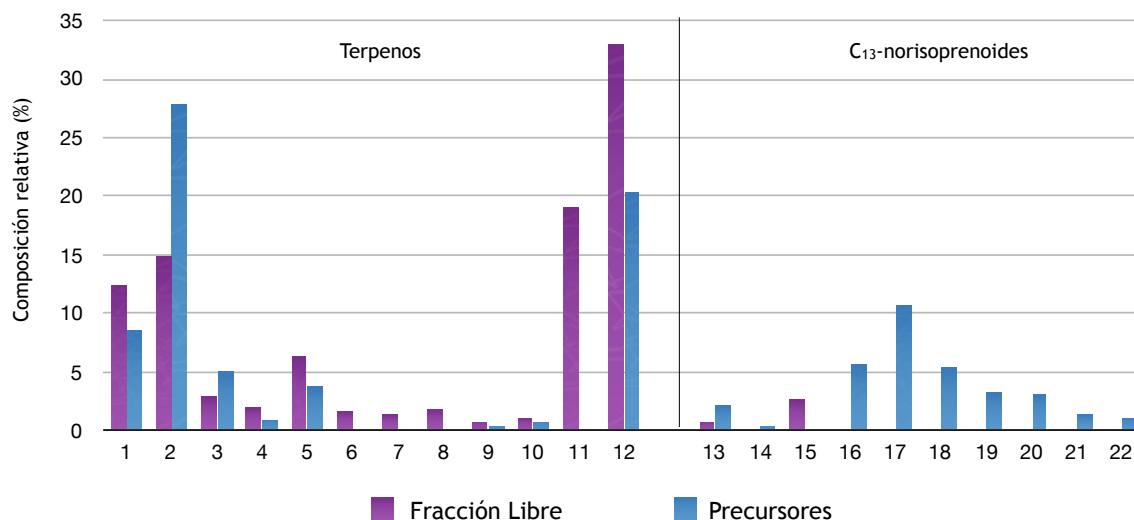


Figura 8. **Perfil aromático varietal do cultivar Albariño. Terpenos e C₁₃-norisoprenoides nas súas fraccións libre e precursores**



Óxidos de linalol (1); Hidróxidos de linalol (2); Linalol (3); Nerol (4); Xeraniol (5); Limoneno (6); Citronelol (7); 4-terpineol (8); α-terpineol (9); Ho-trienol (10); Farnesol (11); Diendiois (12); β-damascenona (13); β-damascona (14); α-ionol (15); 3-hidroxi-β-damascona (16); 3-oxo-α-ionol (17); 3-oxo-7,8-dihidro-α-ionol (18); 3-hidroxi-7,8-dehidro-α-ionol (19); 4-oxo-7,8-dihidro-α-ionol (20); 3,4-dihidro-3-oxo-actinidol (21); megastigma-7-eno-3,9-diol (22)

Variedade BRANCO LEXÍTIMO

A Figura 9 mostra a composición aromática global e nas fraccións libre e glicosilada da variedade Branco Lexítimo cultivada en Betanzos, zona vitícola situada máis ao norte de Galicia, e expresada en concentración e en composición relativa.

A composición aromática total mostra unha maior concentración de compostos na súa fracción libre (1.928 µg/L) que en forma de precursores (539 µg/L), o que representa unha concentración relativa do 78% e 22% respectivamente. A composición global alcanzou unha concentración de 2.467 µg/L.

A nivel de familias aromáticas, no mosto da variedade Branco Lexítimo volvemos encontrar, como no resto das variedades brancas analizadas, as familias de alcohois, compostos en C₆, terpenos, C₁₃-norisoprenoides, ácidos graxos volátiles, fenois volátiles e outros compostos.

A nivel global, as familias de compostos maioritarias identificadas foron os compostos en C₆ que supoñen o 52% da composición do mosto, seguida pola familia de ácidos graxos volátiles e alcohois (16% en cada unha destas familias) (Figura 10a).

A familia dos compostos en C₆ dominan a fracción libre (64%) (Figura 10b) onde os alcohois tamén tiveron unha boa representación nesta fracción do aroma (17%). O 22% restante da composición libre complétana o resto das familias identificadas e cuantificadas nos mostos desta variedade.

Na fracción ligada as familias maioritarias foron os ácidos graxos volátiles (53%), seguidas polas familias de terpenos e C₁₃-norisoprenoides (14%) e alcohois (12%) (Figura 10c). Os fenois volátiles na súa fracción glicosilada supoñen un 9% e os compostos en C₆ un 7%.

Figura 9. Composición aromática do cultivar Branco Lexítimo nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores

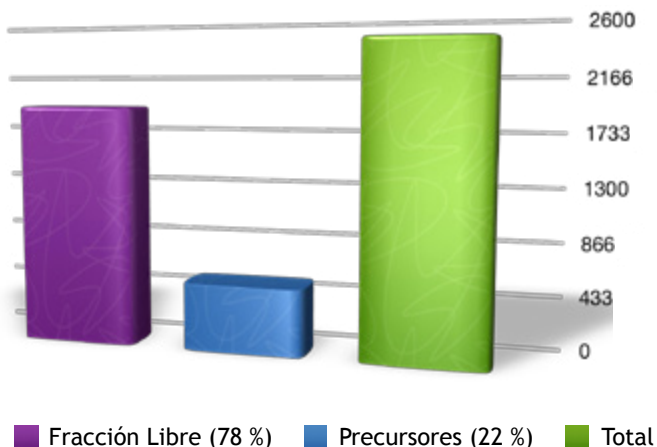
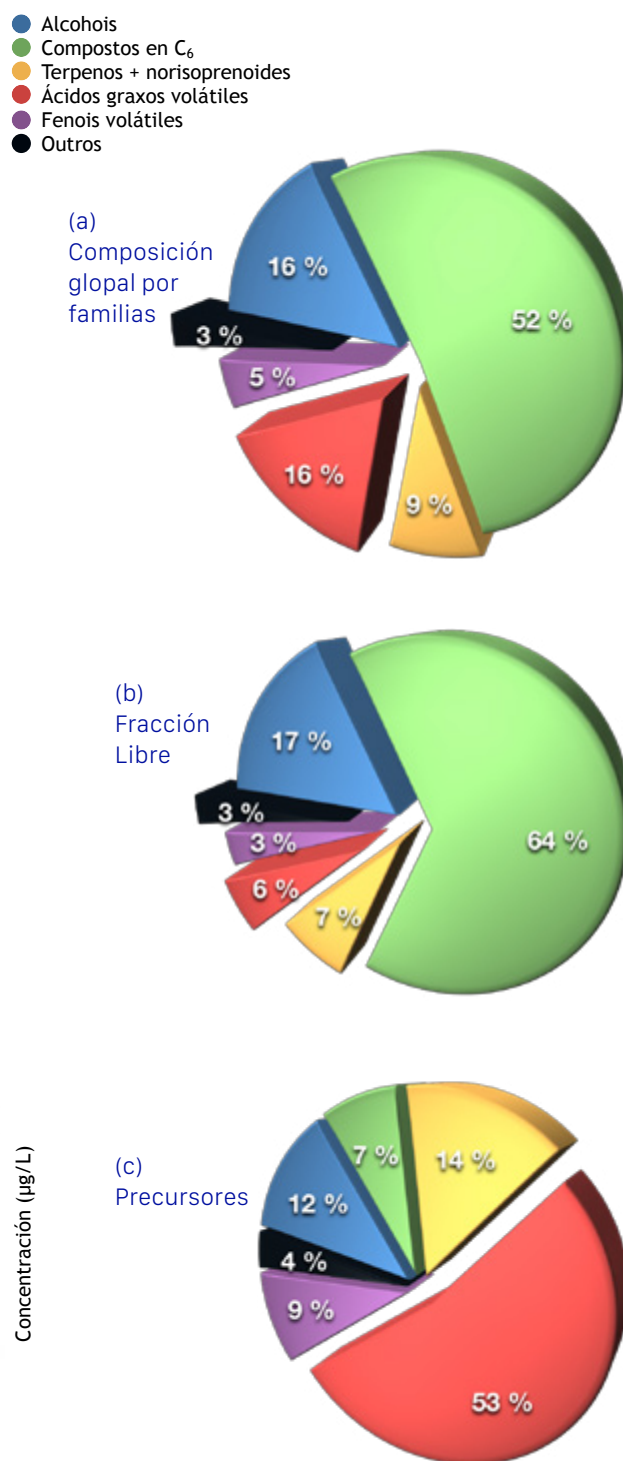


Figura 10. Composición aromática do cultivar Branco Lexítimo por familias a nivel global (a) e nas súas fraccións libre (b) e glicosilada (c)



A nivel de compostos que marcan o aroma varietal, terpenos e C₁₃-norisoprenoides, no cultivar Branco Lexítimo obsérvase que a fracción libre foi superior (54%) á fracción ligada ou precursores do aroma (46%), con concentracións que van dende os 97 µg/L e 82 µg/L respectivamente (Figura 11). Neste caso, tanto na fracción libre coma na glicosilada, os terpenos encontráronse en maiores concentracións fronte aos C₁₃-norisoprenoides.

Os compostos terpénicos maioritarios na variedade Branco Lexítimo foron o linalol e os seus óxidos na súa fracción libre alcanzando valores de 39 µg/L, o que supón un 41% desta fracción. Na súa fracción ligada, o citronelol é o composto maioritario dentro da familia dos terpenos alcanzando un 24%, seguido polos diendiois (21%).

Entre os C₁₃-norisoprenoides soamente se identificou e cuantificou un composto na súa fracción libre, o 3-oxo-α-ionol, que supuxo o 31% da fracción. Na fracción glicosilada foron identificados catro compostos, sendo o maioritario, unha vez máis, o 3-oxo-α-ionol (12%).

Na Figura 12 represéntase o perfil aromático varietal, terpenos e C₁₃-norisoprenoides, do mosto da variedade Branco Lexítimo, tanto en forma libre coma en forma de precursores sobre o total destas fraccións de compostos.

Figura 11. **Terpenos e C₁₃-norisoprenoides no cultivar Branco Lexítimo nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores**

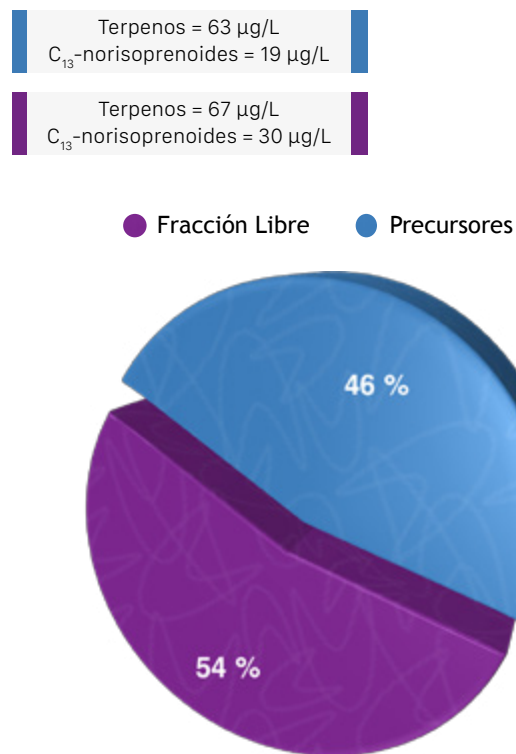
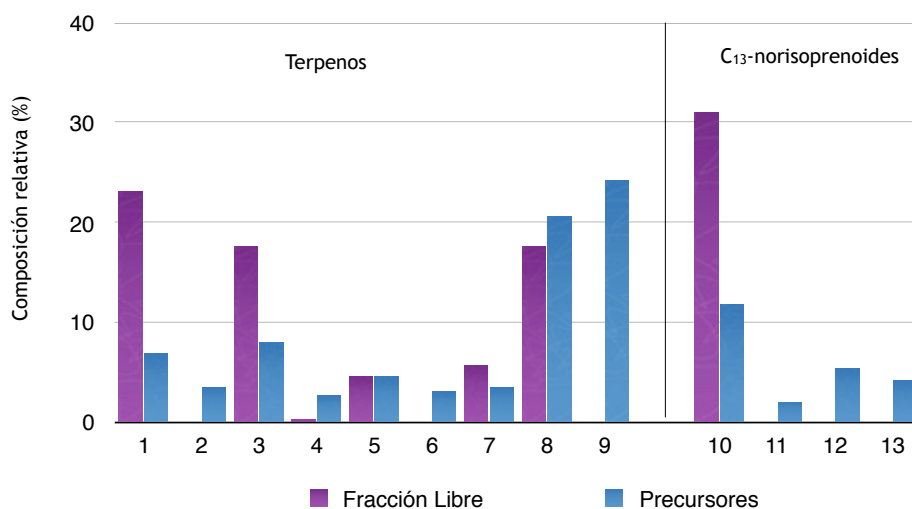


Figura 12. **Perfil aromático varietal do cultivar Branco Lexítimo. Terpenos e C₁₃-norisoprenoides nas súas fraccións libre e precursores**



Óxidos de linalol (1); Hidróxidos de linalol (2); Linalol (3); α-terpineol (4); Xeraniol (5); Nerol (6); Ho-trienol (7); Diendiois (8); Citronelol (9); 3-oxo-α-ionol (10); 4-oxo-α-ionol (11); 3-hidroxi-7,8-dihidro-β-ionol (12); 3-oxo-7,8-dihidro-α-ionol (13)

Variedade CAÍÑO BRANCO

A Figura 13 mostra a composición aromática total e nas súas fraccións libre e glicosilada da variedade Caíño Branco cultivada en Galicia, e expresada en concentración e en composición relativa.

A composición aromática total mostra unha maior concentración de compostos na súa fracción libre (2.815 µg/L) que en forma de precursores (1.061 µg/L), o que representa unha concentración relativa do 73% e 27% respectivamente. A composición global alcanzou unha concentración de 3.876 µg/L.

A nivel de familias aromáticas, no mosto da variedade Caíño Branco volvemos identificar, como no resto das variedades brancas analizadas, as familias de alcohois, compostos en C₆, terpenos, C₁₃-norisoprenoides, ácidos graxos volátiles, fenois volátiles e outros.

A nivel global, os compostos en C₆ foi a familia maioritaria que supuxo o 64% da composición do mosto, seguida pola familia de ácidos graxos volátiles (16%) (Figura 14a).

A familia dos compostos en C₆ dominan a fracción libre (85%) (Figura 14b), non obstante na fracción glicosilada ou precursores (Figura 14c) son os ácidos graxos volátiles a familia maioritaria (44%) nesta fracción, seguida pola familia de terpenos e C₁₃-norisoprenoides (21%) e fenois volátiles (17%).

A nivel de compostos que marcan o aroma varietal (terpenos e C₁₃-norisoprenoides) do cultivar Caíño Branco, na Figura 15 pódese observar que a fracción glicosilada foi moi superior (69%) á fracción libre (31%) con concentracións de 221 µg/L e 97 µg/L, respectivamente.

Figura 13. Composición aromática do cultivar Caíño Branco nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores

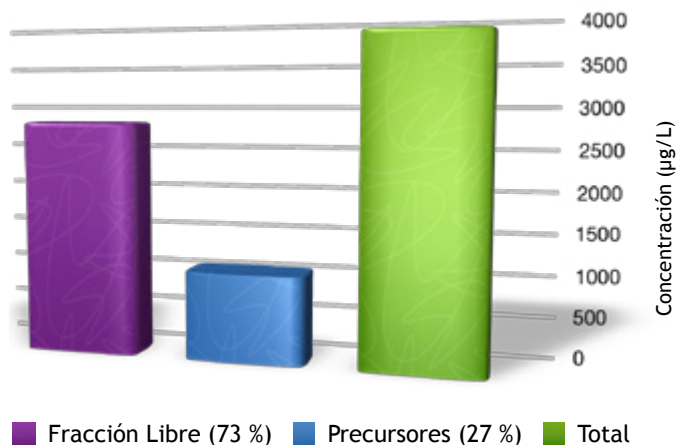
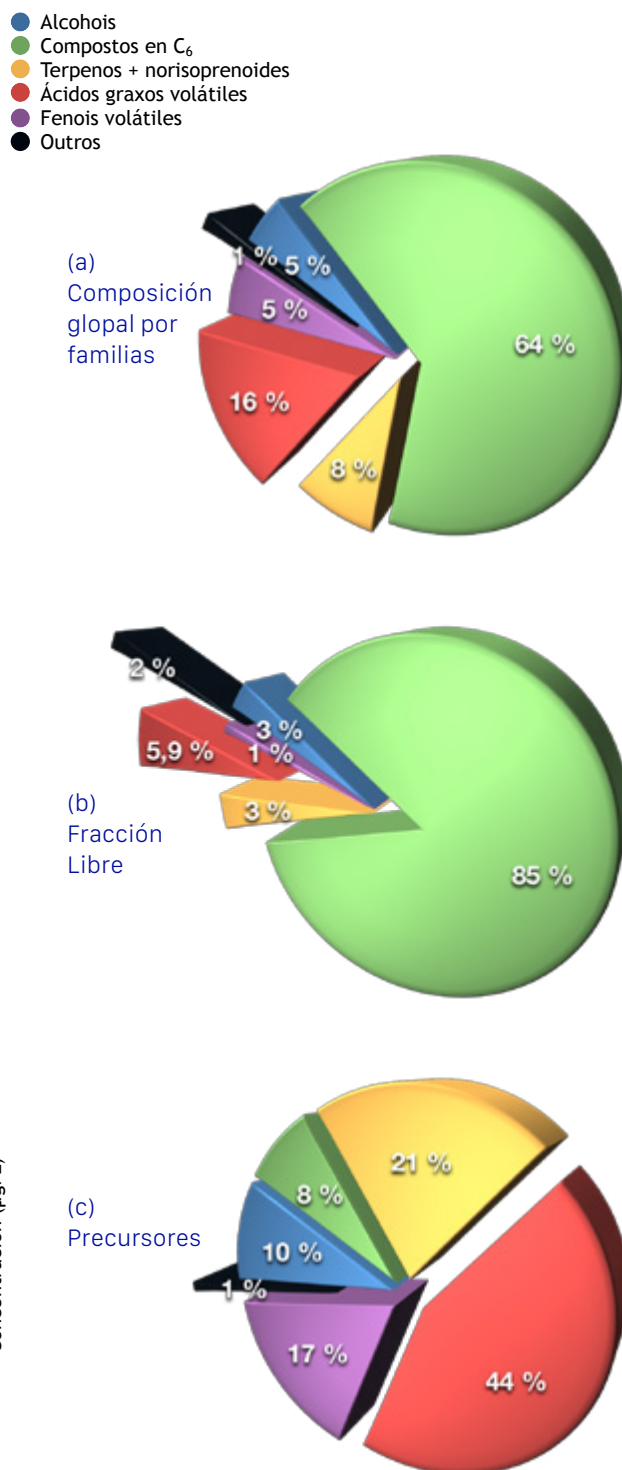


Figura 14. Composición aromática do cultivar Caíño Branco por familias a nivel global (a) e nas súas fraccións libre (b) e glicosilada ou precursores (c)



Nesta variedade a concentración de terpenos e C₁₃-norisoprenoides na súa fracción libre foi similar (49 µg/L e 48 µg/L respectivamente), non obstante na fracción glicosilada a concentración de C₁₃-norisoprenoides (165 µg/L) foi tres veces superior á de terpenos ligados (56 µg/L).

O composto terpénico maioritario na variedade Caíño Branco na súa fracción libre foi o Ho-trienol, alcanzando valores de 27 µg/L, o que supuxo un 28% dos compostos varietais libres. Na súa fracción ligada son os hidróxidos de linalol (25 µg/L), seguidos polo xeraniol (10 µg/L) e o α-terpineol (9 µg/L), os compostos varietais maioritarios, alcanzando un 11%, 5% e 4%, respectivamente.

Entre os C₁₃-norisoprenoides, 3-oxo-7, 8-dihidro-α-ionol foi o maioritario da fracción libre (42%; 40 µg/L) e 3-oxo-α-ionol da fracción glicosilada (62%; 137 µg/L).

Na Figura 16 represéntase o perfil aromático varietal, terpenos e C₁₃-norisoprenoides, do mosto da variedade Caíño Branco, tanto en forma libre coma en forma de precursores sobre o total destas fraccións de compostos.

Figura 15. **Terpenos e C₁₃-norisoprenoides no cultivar Caíño Branco nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores**

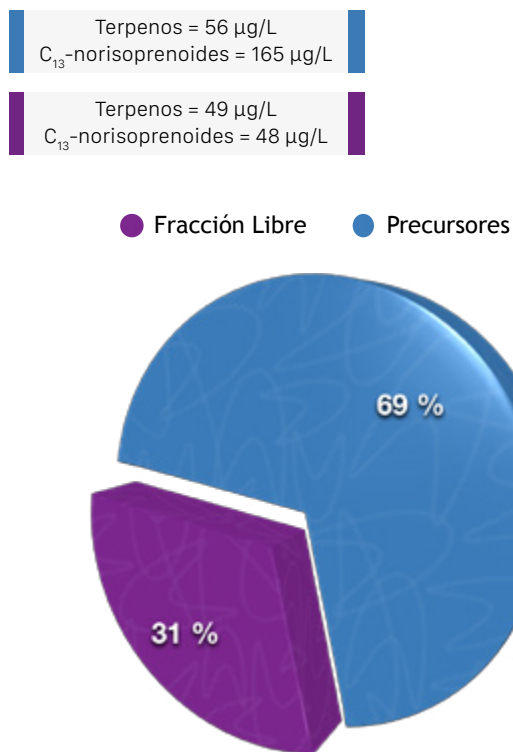
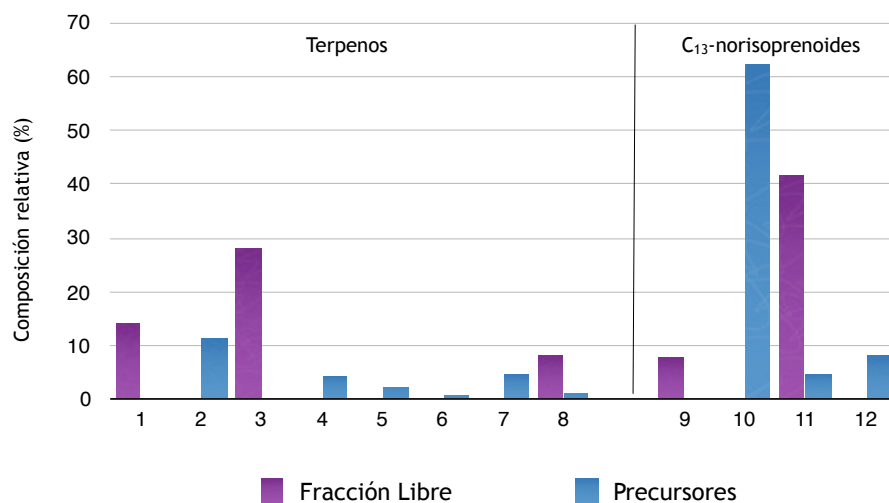


Figura 16. **Perfil aromático varietal do cultivar Caíño Branco. Terpenos e C₁₃-norisoprenoides nas súas fraccións libre e precursores**



Óxidos de linalol (1); Hidróxidos de linalol (2); Ho-trienol (3); α-terpineol (4); Citronelol (5); Nerol (6); Xeraniol (7); Diendiois (8); α-ionona (9); 3-oxo-α-ionol (10); 3-oxo-7, 8-dihidro-α-ionol (11); 4-oxo-7, 8-dihidro-β-ionol (12)

Variedade DONA BRANCA

A continuación móstrase a composición aromática global da variedade Dona Branca expresada en concentración, así como as súas fraccións libres e glicosilada expresadas en concentración e en composición relativa respecto ao global.

A composición aromática da variedade Dona Branca (Figura 17) mostrou concentracións moi similares de compostos aromáticos tanto na súa fracción libre (982 µg/L) coma en forma de precursores (1.071 µg/L), o que supón unha composición relativa do 48% e 52% respectivamente. A composición global alcanzou unha concentración de 2.053 µg/L.

A nivel de familias aromáticas, no mosto da variedade Dona Branca identificáronse, unha vez máis, alcohois, compostos en C₆, terpenos, C₁₃-norisoprenoides, ácidos graxos volátiles, fenois volátiles e outros compostos.

A nivel global, os alcohois foi a familia de compostos maioritaria que supuxo o 27% da composición do mosto da variedade Dona Branca, seguida pola familia dos ácidos graxos volátiles e compostos en C₆, representadas cada unha delas por un 23% da composición total (Figura 18a). Os terpenos e C₁₃-norisoprenoides supuxeron un 14% da composición global do mosto.

Na fracción libre (Figura 18b), os compostos en C₆ foi a familia maioritaria que alcanzou o 41% desta fracción, seguida pola familia dos alcohois (33%).

Na fracción ligada (Figura 18c), a familia de ácidos graxos volátiles foi a maioritaria (33%), seguida pola familia dos alcohois (22%). Terpenos e C₁₃-norisoprenoides sumaron un 22% da fracción ligada. Os fenois volátiles representaron un 16% desta fracción.

Dentro dos compostos que marcan o aroma varietal do cultivar Dona Branca identificouse unha maior proporción

Figura 18. Composición aromática do cultivar Dona Branca por familias a nivel global (a) e nas súas fraccións libre (b) e glicosilada ou precursores (c)

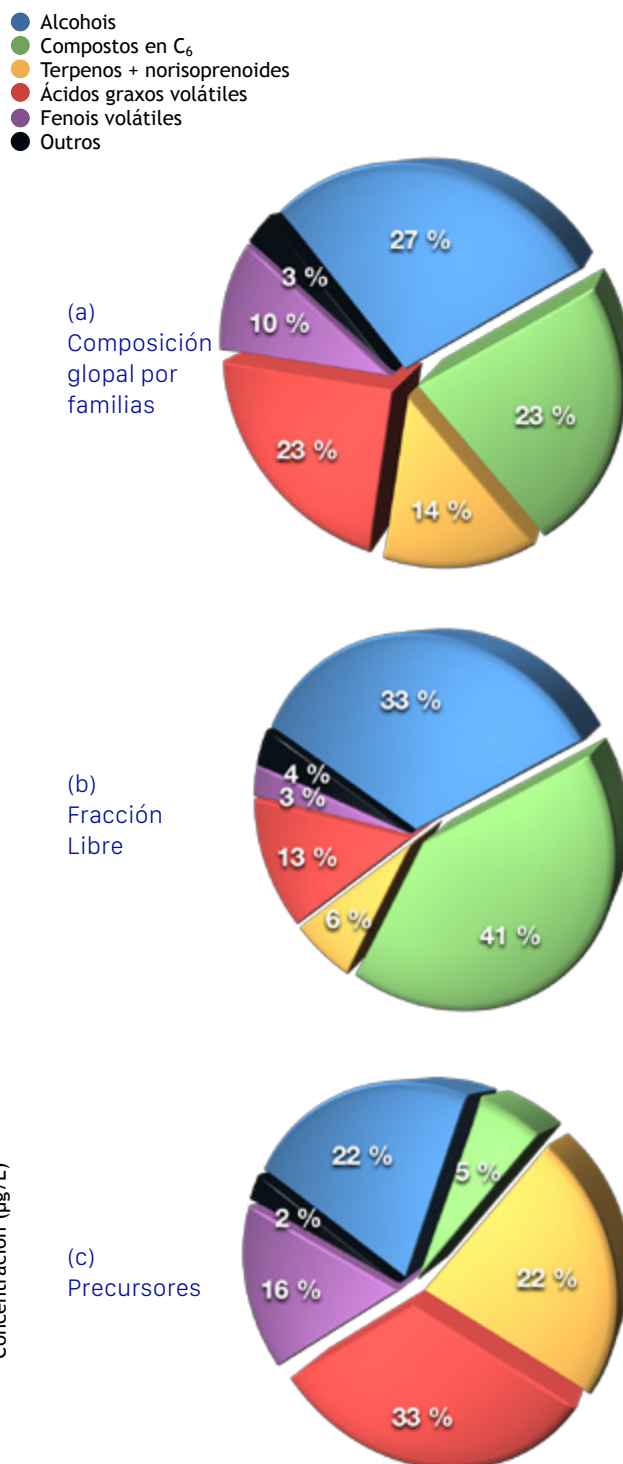
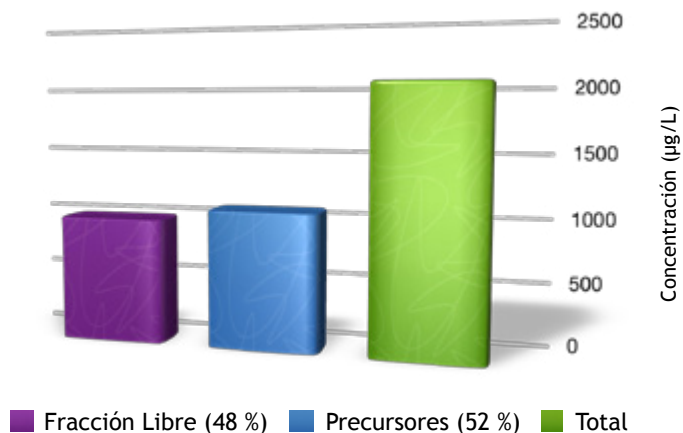


Figura 17. Composición aromática do cultivar Dona Branca nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores



de terpenos e C₁₃-norisoprenoides como precursores (79%) fronte á composición libre (21%) con concentracións de 231 µg/L e 63 µg/L, respectivamente (Figura 19).

A concentración de terpenos foi maior na súa fracción glicosilada (226 µg/L) que libre (63 µg/L), non obstante os C₁₃-norisoprenoides soamente foron identificados e cuantificados na súa fracción ligada e estiveron representados por un único composto (β-ionona) con concentración de 5 µg/L.

O terpeno maioritario na variedade Dona Branca foi o linalol xunto cos seus óxidos e hidróxidos, alcanzando un total de 29 µg/L na súa fracción libre e de 174 µg/L na súa fracción ligada, o que supuxo un 46% e un 76% da composición varietal nas súas fraccións libre e ligada, respectivamente. Outros terpenos con certa relevancia nos mostos da variedade Dona Branca foron Ho-trienol (15%) e xeraniol (13%) na fracción libre.

Os C₁₃-norisoprenoides estiveron representados na variedade Dona Branca por un único composto, β-ionona (aroma a violetas), que foi identificado e cuantificado unicamente en forma de precursores, alcanzando valores de 5 µg/L (2% dos compostos varietais na súa fracción ligada). Isto supón un alto potencial de aromas florais desta variedade debido ao baixo limiar de percepción deste composto.

Na Figura 20 represéntase o perfil aromático varietal, terpenos e C₁₃-norisoprenoides, do mosto da variedade Dona Branca, tanto en forma libre coma en forma de precursores sobre o total destas fraccións de compostos.

Figura 19. **Terpenos e C₁₃-norisoprenoides no cultivar Dona Branca nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores**

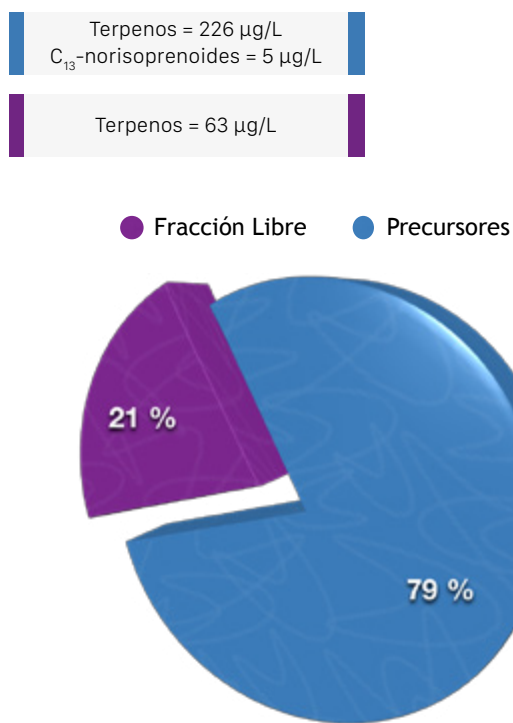
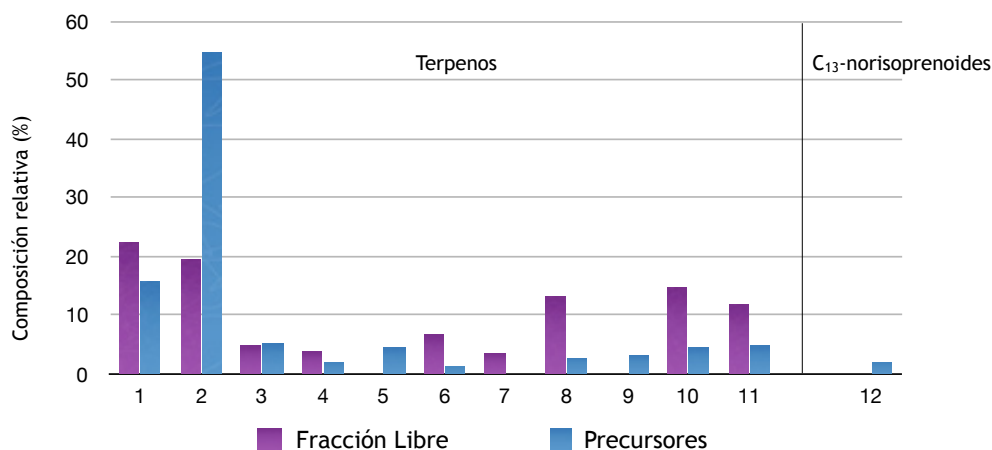


Figura 20. **Perfil aromático varietal do cultivar Dona Branca. Terpenos e C₁₃-norisoprenoides nas fraccións libre e precursores**



Óxidos de linalol (1); Hidróxidos de linalol (2); Linalol (3); α-terpineol (4); 4-terpineol (5); Nerol (6); Citronelol (7); Xeraniol (8); Limoneno (9); Ho-trienol (10); Diendiois (11); β-ionona (12)

Variedade GODELLO

A Figura 21 mostra a composición aromática global e nas súas fraccións libre e glicosilada da variedade Godello cultivada en Galicia e expresada en concentración e en composición relativa.

A composición aromática total mostra, ao igual que outras variedades estudadas, unha maior concentración de compostos na súa fracción libre (2.572 µg/L) que en forma de precursores (265 µg/L), o que supón un 91% e un 9%, respectivamente, da composición global que alcanzou unha concentración total de 2.837 µg/L.

A nivel de familias aromáticas, no mosto da variedade Godello identificáronse as familias de alcohois, compostos en C₆, terpenos, C₁₃-norisoprenoides, ácidos graxos volátiles, fenois volátiles e outros compostos.

A nivel global, a familia de compostos maioritaria foi os compostos en C₆, alcanzando o 87% da composición global do mosto, seguida polas familias de alcohois superiores (7%) e terpenos e C₁₃-norisoprenoides (3%). O 3% restante repártese no resto das familias identificadas e cuantificadas (Figura 22a).

Os compostos en C₆ foron os maioritarios na fracción libre do mosto desta variedade (Figura 22b), alcanzando o 96% desta fracción, non obstante na fracción ligada (Figura 22c) foron os alcohois os maioritarios (36%), seguidos moi de preto polos terpenos e C₁₃-norisoprenoides (30%) e os fenois volátiles (25%).

Dentro dos compostos que marcan o aroma varietal do cultivar Godello obsérvase a dominancia da composición glicosilada das familias de terpenos e C₁₃-norisoprenoides, o que supuxo un 93% destes compostos

Figura 21. Composición aromática do cultivar Godello nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores

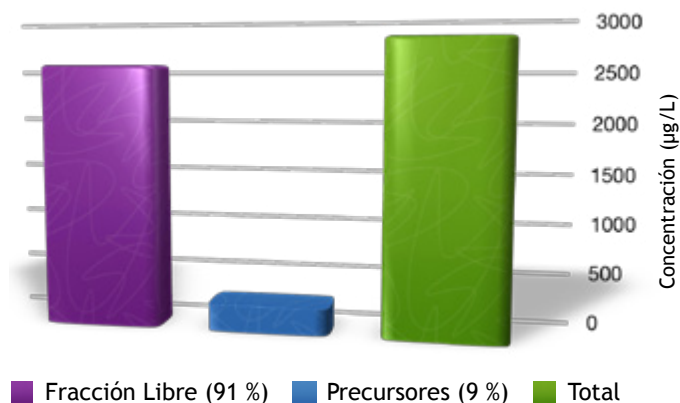
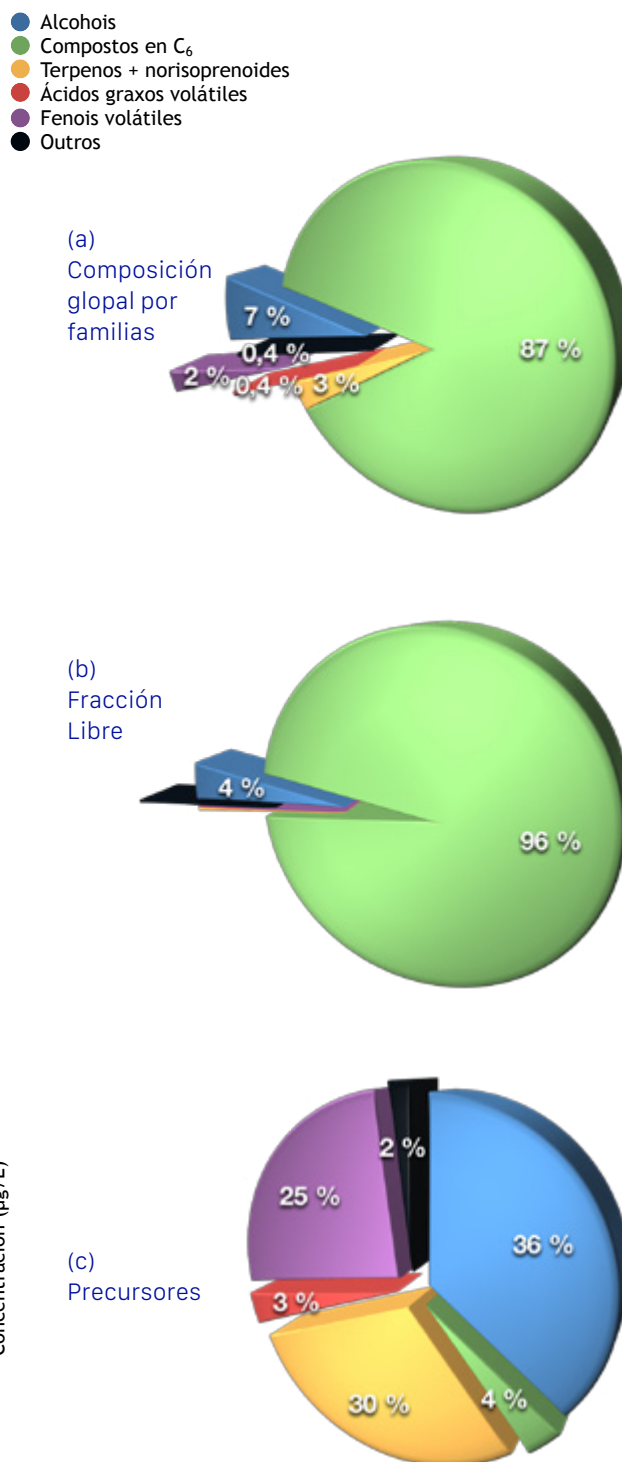


Figura 22. Composición aromática do cultivar Godello por familias a nivel global (a) e nas súas fraccións libre (b) e glicosilada ou precursores (c)



fronte á libre (7%), alcanzando concentración de 80 µg/L e 6 µg/L, respectivamente (Figura 23).

Na variedade Godello, a concentración de terpenos foi maior na súa fracción glicosilada (20 µg/L) que libre (6 µg/L), non obstante os C₁₃-norisoprenoides soamente foron identificados e cuantificados na súa fracción ligada e con concentración de 60 µg/L superando a concentración de terpenos totais.

O composto terpénico maioritario na variedade Godello foi o xeraniol na súa fracción libre (4 µg/L), o que supuxo un 62% do aroma varietal nesta fracción. Non obstante, foron os óxidos e hidróxidos de linalol os que dominaron a fracción ligada (15 µg/L; 20 %).

A familia de C₁₃-norisoprenoides unicamente foi identificada e cuantificada na súa fracción ligada, destacando o 3-hidroxi-β-damascona e 3-oxo-α-ionol que alcanzaron valores de 18 µg/L e 15 µg/L, respectivamente. Ambos os dous compostos supoñen un 41% do aroma varietal na súa fracción ligada ou precursores.

Na Figura 24 móstrase o perfil aromático varietal, terpenos e C₁₃-norisoprenoides, do mosto da variedade Godello, tanto en forma libre coma en forma de precursores sobre o total destas fraccións de compostos.

Figura 23. Terpenos e C₁₃-norisoprenoides no cultivar Godello nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores

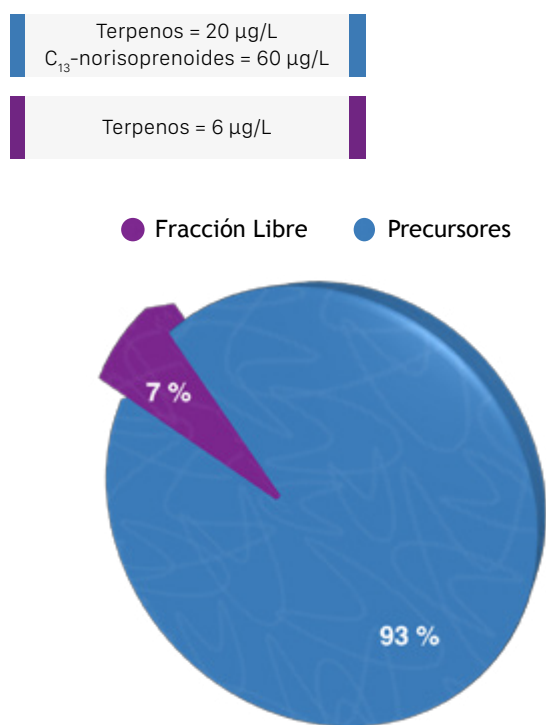
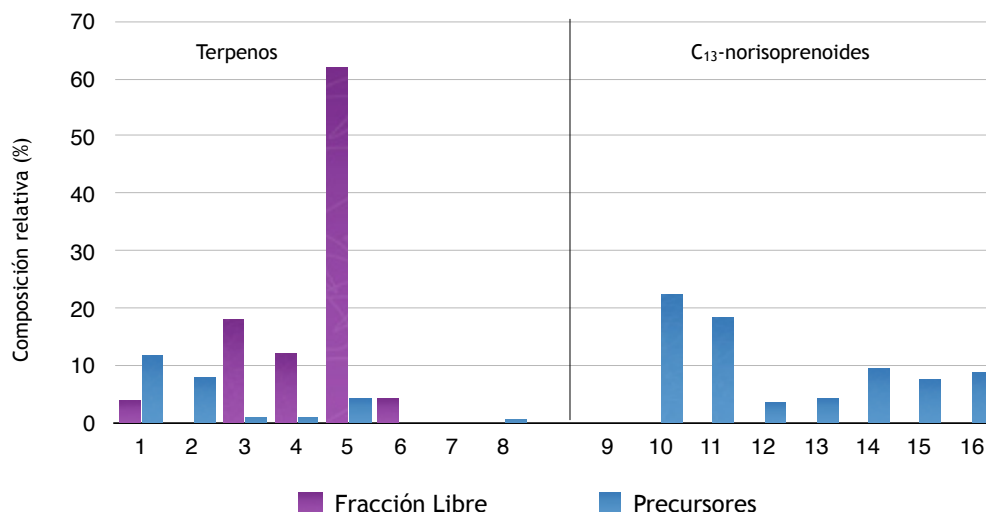


Figura 24. Perfil aromático varietal do cultivar Godello. Terpenos e C₁₃-norisoprenoides nas súas fraccións libre e precursores



Óxidos de linalol (1); Hidróxidos de linalol (2); Linalol (3); Nerol (4); Xeraniol (5); Citronelol (6); Hidroxicitronelol (7); Diendiois (8); β-damascona (9); 3-hidroxi-β-damascona (10); 3-oxo-α-ionol (11); 3, 4-dihidro-3-oxo-actinidol (12); 3-hidroxi-7, 8-dihidro β-ionol (13); 4-oxo-7, 8-dihidro-β-ionol (14); 3-oxo-7, 8-dihidro-α-ionol (15); 3-hidroxi-7, 8-dehidro-β-ionol (16)

Variedade LOUREIRA

A composición aromática da variedade Loureira cultivada na zona xeográfica da denominación de orixe Rías Baixas estivo caracterizada por unha maior concentración de compostos na súa fracción libre (2.156 µg/L; 72% do total) fronte á súa fracción glicosilada ou precursores (832 µg/L; 28% de total), sumando entre ambas as dúas fraccións 2.988 µg/L. Estes resultados móstranse na Figura 25.

As familias de compostos aromáticos identificadas no mosto da variedade Loureira foron alcohois, compostos en C₆, terpenos e C₁₃-norisoprenoides, ácidos graxos volátiles, fenois volátiles e outros compostos en menor medida.

A nivel global a familia de compostos maioritarios foi os compostos en C₁₃, que supuxo o 52% da composición aromática do mosto, seguida polas familias de terpenos e C₁₃-norisoprenoides (17%) e os ácidos graxos volátiles (14%) (Figura 26a).

Na fracción libre (Figura 26b), os compostos en C₆ foron os maioritarios e alcanzaron un 70% desta fracción, onde terpenos e C₁₃-norisoprenoides mostraron o 11% da composición. Non obstante, na fracción ligada (Figura 26c) foron os ácidos graxos volátiles os maioritarios (36%), seguidos moi de preto polos terpenos e C₁₃-norisoprenoides (32%), sumando entre ambas as dúas familias de compostos o 68% da fracción glicosilada. Alcohois e fenois volátiles e compostos en C₆ tamén se encontraron como precursores.

Dentro dos compostos que marcan o aroma varietal do cultivar Loureira obsérvase que as fraccións libres e glicosilada de terpenos e C₁₃-norisoprenoides foron moi similares (48% e 52%, respectivamente), con valores que van dende 247 µg/L para a fracción libre a 270 µg/L para a fracción ligada, sumando un total de 517 µg/L (Figura 27).

Figura 25. Composición aromática do cultivar Loureira nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores

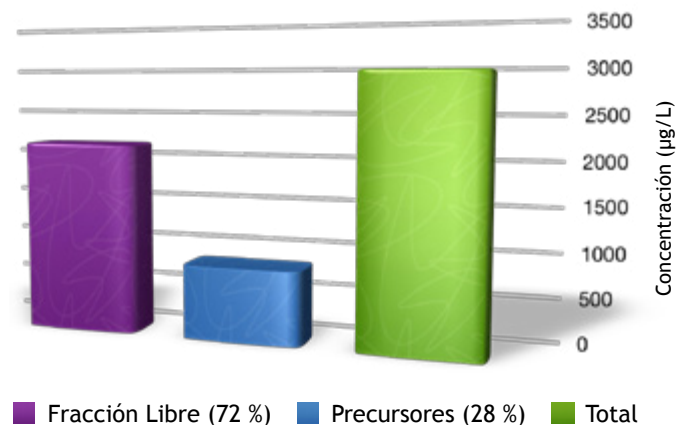
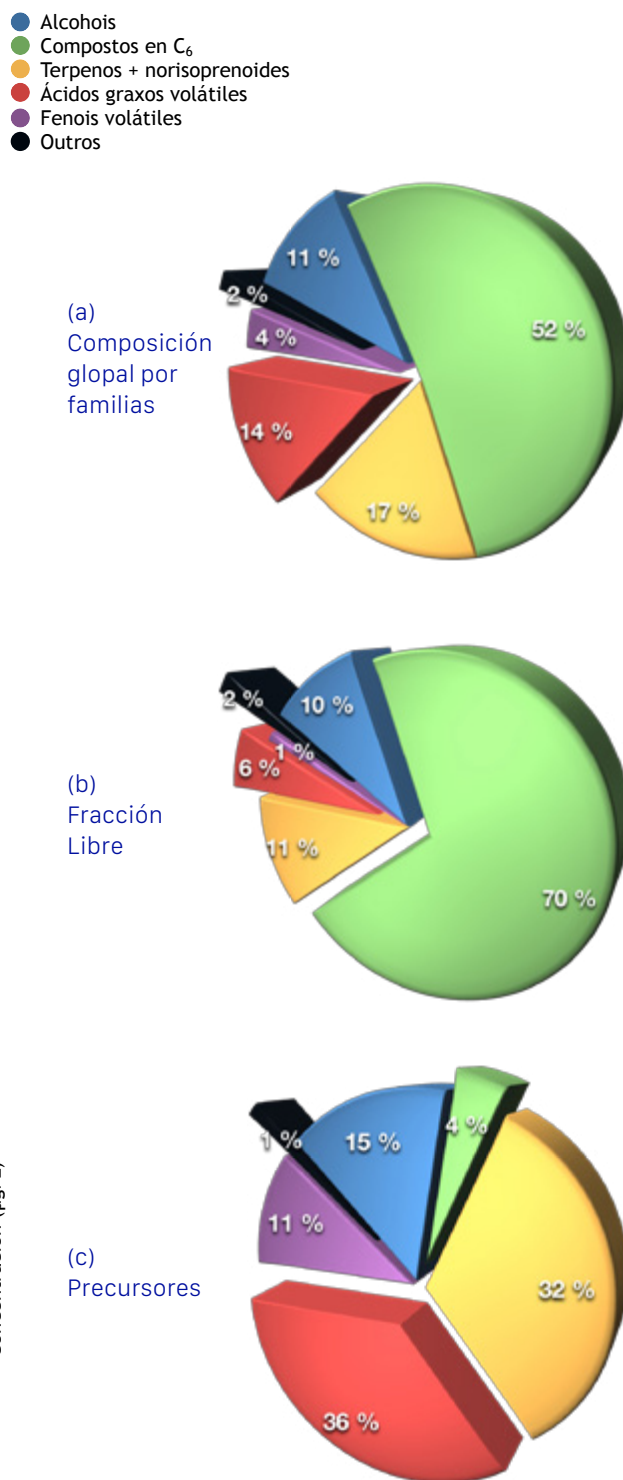


Figura 26. Composición aromática do cultivar Loureira por familias a nivel global (a) e nas súas fraccións libre (b) e glicosilada (c)



Na variedade Loureira, a concentración de terpenos foi maior na súa fracción libre (247 µg/L) que en forma de precursores ou glicosilados (151 µg/L), non obstante os C₁₃-norisoprenoides soamente foron identificados e cuantificados na súa fracción ligada, e alcanzaron unha concentración de 119 µg/L (44% dos precursores varietais), o que supón un alto potencial de aromas florais para esta variedade.

O composto terpénico maioritario na variedade Loureira foi o linalol que xunto cos seus óxidos alcanzaron valores de 208 µg/L na súa fracción libre, o que supuxo o 84% desta fracción. Na fracción ligada o linalol, xunto cos seus óxidos e hidróxidos, mostraron unha concentración de 68 µg/L (25% desta fracción). Os diendiois tamén mostraron altas concentracións na súa fracción glicosilada (71 µg/L; 26%). Outros terpenos presentes no mosto da variedade Loureira foron o nerol, xeraniol, 4-terpineol, α-terpineol e Ho-trienol.

Por outra parte, os C₁₃-norisoprenoides estiveron representados por tres compostos, dos cales 3-hidroxi-7, 8-dehidro-β-ionol mostrou a maior concentración, que supuxo un 33% da fracción varietal ligada.

Na Figura 28 represéntase o perfil aromático varietal, terpenos e C₁₃-norisoprenoides, do mosto da variedade Loureira, tanto en forma libre coma en forma de precursores sobre o total destas fraccións de compostos.

Figura 27. **Terpenos e C₁₃-norisoprenoides no cultivar Loureira nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores**

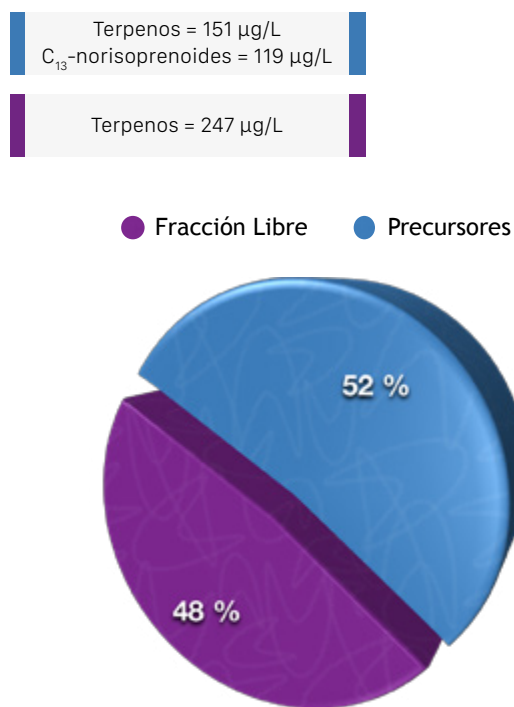
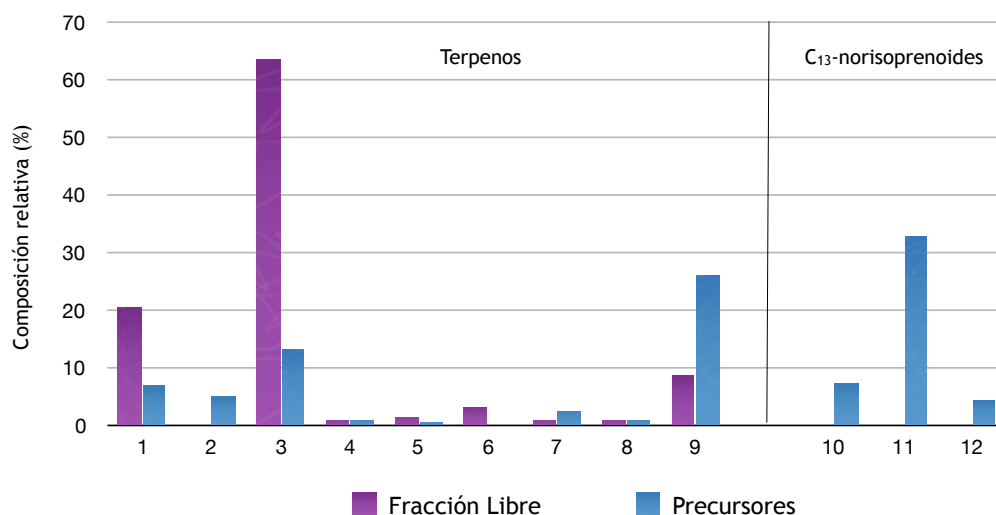


Figura 28. **Perfil aromático varietal do cultivar Loureira. Terpenos e C₁₃-norisoprenoides nas súas fraccións libre e precursores**



Óxidos de linalol (1); Hidróxidos de linalol (2); Linalol (3); Nerol (4); Xeraniol (5); 4-terpineol (6); α-terpineol (7); Ho-trienol (8); Diendiois (9); 3-oxo-α-ionol (10); 3-hidroxi-7, 8-dehidro-β-ionol (11); 4-oxo-7, 8-dihidro-β-ionol (12)

Variedade TREIXADURA

A Figura 29 mostra a composición aromática global e das fraccións libre e glicosilada da variedade Treixadura cultivada na denominación de orixe Rías Baixas e expresada en concentración e composición relativa.

A composición aromática a nivel global mostra unha maior concentración de compostos na súa fracción libre (3.592 µg/L; 94%) que en forma de precursores (215 µg/L; 6%). A concentración global media dos anos de estudo foi de 3.807 µg/L.

A nivel de familias aromáticas, no mosto da variedade Treixadura identificáronse alcohois, compostos en C₆, terpenos e C₁₃-norisoprenoides, ácidos graxos volátiles, fenois volátiles e outros compostos.

A nivel global a familia de compostos en C₆ foi a familia maioritaria que alcanzou o 82% da composición aromática total do mosto, seguida pola familia de alcohois, terpenos, C₁₃-norisoprenoides e ácidos graxos volátiles, sumando un total do 16% (Figura 30a).

Na fracción libre (Figura 30b), os compostos en C₆ foi a familia maioritaria (86% desta fracción), non obstante na fracción ligada (Figura 30c) os compostos maioritarios resultaron ser as familias de terpenos e C₁₃-norisoprenoides (39%), seguidas moi de preto polos compostos en C₆ (32%), sumando entre ambas as dúas familias de compostos o 71% da fracción ligada.

Dentro dos compostos que marcan o aroma varietal ou tipicidade do cultivar Treixadura (terpenos e C₁₃-norisoprenoides), na Figura 31 obsérvase que as súas fraccións libre e glicosilada estiveron moi próximas na súa composición relativa (49% e 51%, respectivamente), con valores de concentración de 81 µg/L para a fracción libre e 83 µg/L para a fracción ligada, sumando un total de 164 µg/L.

Figura 29. Composición aromática do cultivar Treixadura nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores

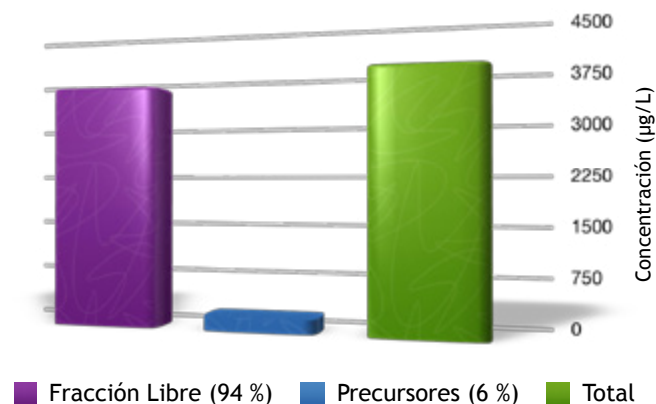
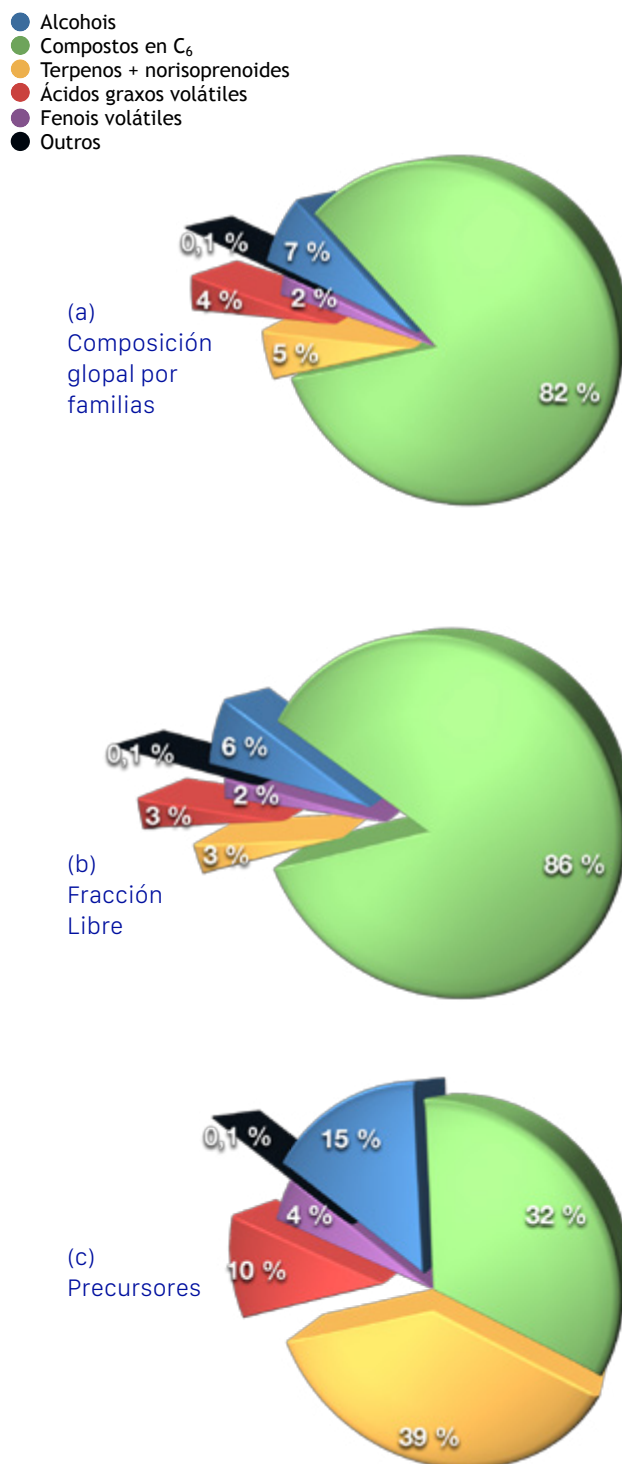


Figura 30. Composición aromática do cultivar Treixadura por familias a nivel global (a) e nas súas fraccións libre (b) e glicosilada (c)



Na variedade Treixadura, a concentración de terpenos foi maior na súa fracción libre (64 µg/L) que na glicosilada (55 µg/L), non obstante os C₁₃-norisoprenoides alcanzaron maior concentración na súa fracción ligada (28 µg/L) fronte á libre (17 µg/L).

O composto terpénico maioritario na variedade Treixadura foi o xeraniol que alcanzou valores de 32 µg/L na súa fracción libre e 23 µg/L na súa fracción ligada, sumando un total de 55 µg/L. A suma de ambas as dúas fraccións libre e glicosilada supón un 33% de xeraniol no total dos compostos varietais identificados e cuantificados no mosto.

O limoneno é o segundo composto libre na variedade Treixadura tanto na súa fracción libre como glicosilada (20 µg/L e 14 µg/L, respectivamente), alcanzando un 21% do total dos compostos varietais identificados e cuantificados.

Entre os C₁₃-norisoprenoides cuantificados, o teaspirano foi o maioritario na súa fracción libre (9 µg/L), non obstante na fracción ligada foi a β-damascenona o composto maioritario, alcanzando unha concentración de 14 µg/L. Ambos os dous compostos sumaron un 17% do total dos compostos varietais cuantificados no mosto da variedade Treixadura.

Na Figura 32 represéntase o perfil aromático varietal, terpenos e C₁₃-norisoprenoides, do mosto da variedade Treixadura, tanto en forma libre coma en forma de precursores sobre o total destas fraccións de compostos.

Figura 31. **Terpenos e C₁₃-norisoprenoides no cultivar Treixadura nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores**

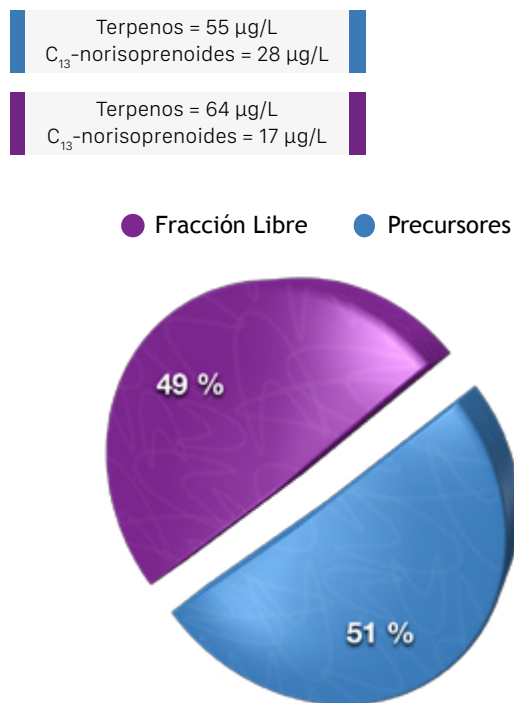
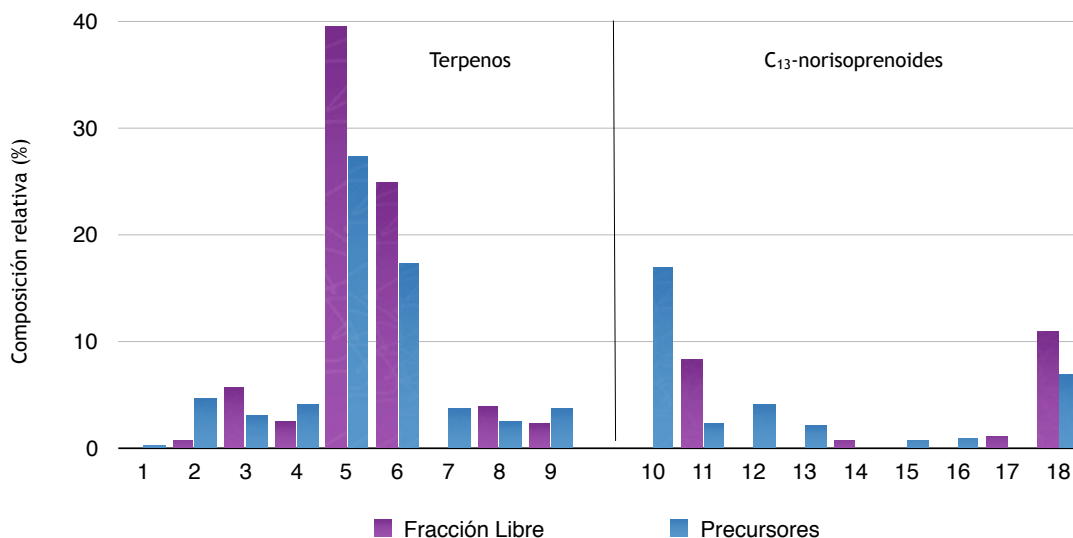


Figura 32. **Perfil aromático varietal do cultivar Treixadura. Terpenos e C₁₃-norisoprenoides nas fraccións libre e precursores**



Óxidos de linalol (1); Hidróxidos de linalol (2); Linalol (3); Nerol (4); Xeraniol (5); Limoneno (6); Citronelol (7); 4-terpineol (8); α-terpineol (9); β-damascenona (10); α-ionona (11); β-ionona (12); 3-hidroxi-β-damascona (13); 3-oxo-α-ionol (14); 3-oxo-7,8-dihidro-α-ionol (15); 3-hidroxi-7,8-dehidro-β-ionol (16); 3-hidroxi-β-ionona (17); Teaspirano (18)

3.2. Estudo comparativo das variedades brancas cultivadas en Galicia segundo a súa composición aromática

A continuación preséntanse catro análises dos compoñentes principais (ACP) co obxectivo de mostrar unha representación gráfica de todas as variedades brancas estudadas segundo o seu potencial aromático. Esta representación permite coñecer a proximidade ou distancia existente entre elas a nivel de composición aromática.

A Figura 33 mostra a distribución das variedades brancas de vide cultivadas en Galicia segundo as diferentes familias de compostos aromáticos estudadas. A representación gráfica mostra tres grupos de variedades, nun primeiro grupo, situado na parte positiva do eixe X, encóntanse as variedades Albariño, Dona Branca, Caíño Branco, Loureira e Branco Lexítimo, caracterizadas por ácidos graxos, terpenos, C_{13} -norisoprenoides, fenois volátiles, alcohois e outros compostos. Un segundo grupo, situado na parte negativa do mesmo eixe, atópanse as variedades Treixadura e Godello, caracterizadas polos compostos en C_6 , e por último a variedade Agudelo, que se sitúa na parte negativa de ambos os dous eixes (X e Y), sendo a variedade menos aromática de todas as variedades brancas estudadas.

Unha segunda análise dos compoñentes principais (Figura 34) mostra a distribución das variedades brancas segundo a composición aromática varietal, terpenos e C_{13} -norisoprenoides, nas súas fraccións libre e glicosilada (ligada ou precursores). Neste caso pódese observar que as variedades Loureira e Albariño, situadas na parte positiva do eixe X, foron as variedades que mostraron maiores concentracións de terpenos libres e

glicosilados, así como os C_{13} -norisoprenoides ligados. A variedade Caíño Branco caracterizouse por altas concentracións de C_{13} -norisoprenoides libres. O resto de variedades brancas non mostraron altas concentracións das familias varietais estudadas, no seu conxunto.

A Figura 35 mostra a distribución das variedades brancas segundo a composición terpénica (fraccións libre e glicosilada). Na representación gráfica obsérvanse tres grupos de variedades. Un primeiro grupo mostra a variedade Albariño distante do resto das variedades, onde os terpenos lle achegan un carácter floral, fundamentalmente nerol, hidróxidos de linalol e diendiois; un segundo grupo formado polas variedades Loureira e Dona Branca, caracterizadas por aromas florais marcados polo linalol e os seus óxidos, e un terceiro grupo de variedades, moi próximas entre elas en composición terpénica, formado por Caíño Branco, Godello, Agudelo, Treixadura e Branco Lexítimo, onde destacan por aromas florais e sobre todo froiteiros da serie cítrica.

Por último, a figura 36 representa a distribución das variedades brancas de vide cultivadas en Galicia segundo a súa composición en C_{13} -norisoprenoides (fraccións libre e glicosilada). Neste caso a representación gráfica mostra unha agrupación das variedades, situándose en extremos opostos do eixe X Caíño Branco e Treixadura, o que implica variedades moi diferentes en canto á súa composición en C_{13} -norisoprenoides, o que tamén acontece coas variedades Godello e Loureira, que se sitúan nos extremos opostos do eixe Y.

Figura 33. Distribución das variedades brancas de vide cultivadas en Galicia segundo as diferentes familias de compostos aromáticos

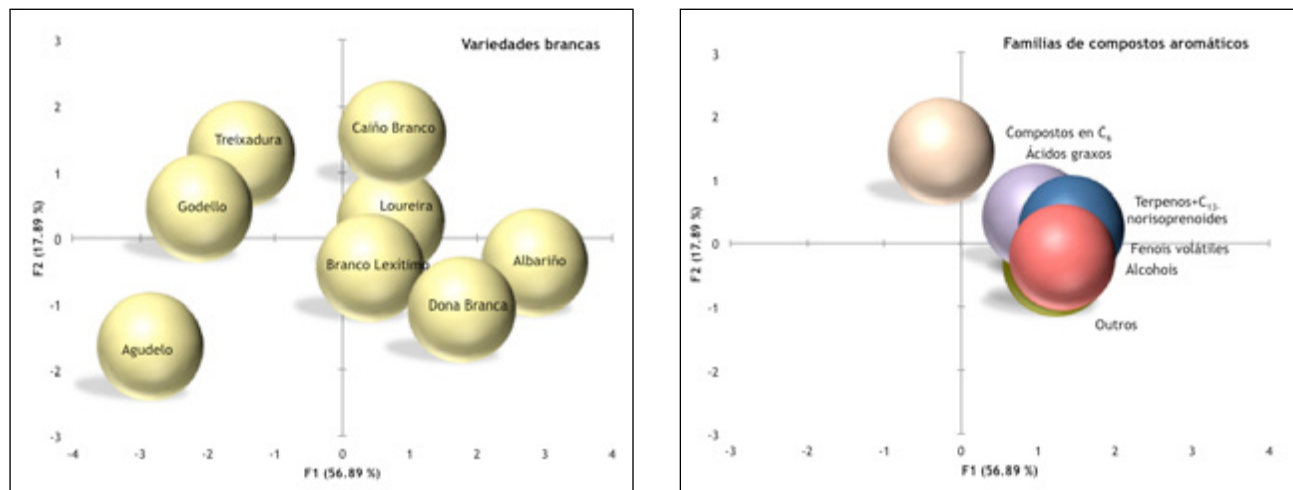


Figura 34. Distribución das variedades brancas de vide cultivadas en Galicia segundo a súa composición aromática varietal, terpenos e C_{13} -norisoprenoides, nas súas fraccións libre e glicosilada

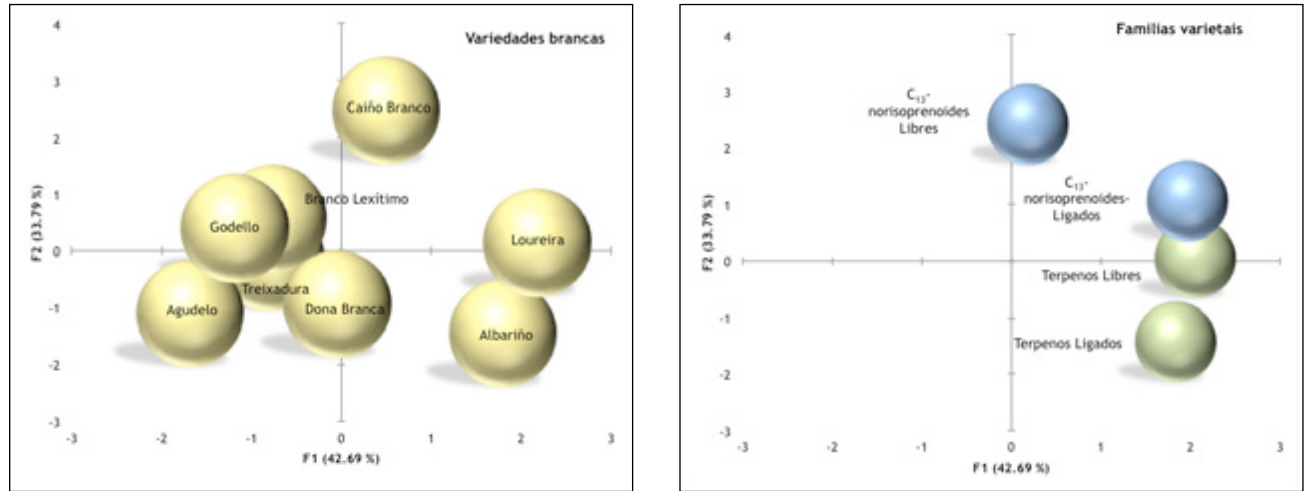


Figura 35. Distribución das variedades brancas de vide cultivadas en Galicia segundo a súa composición terpénica

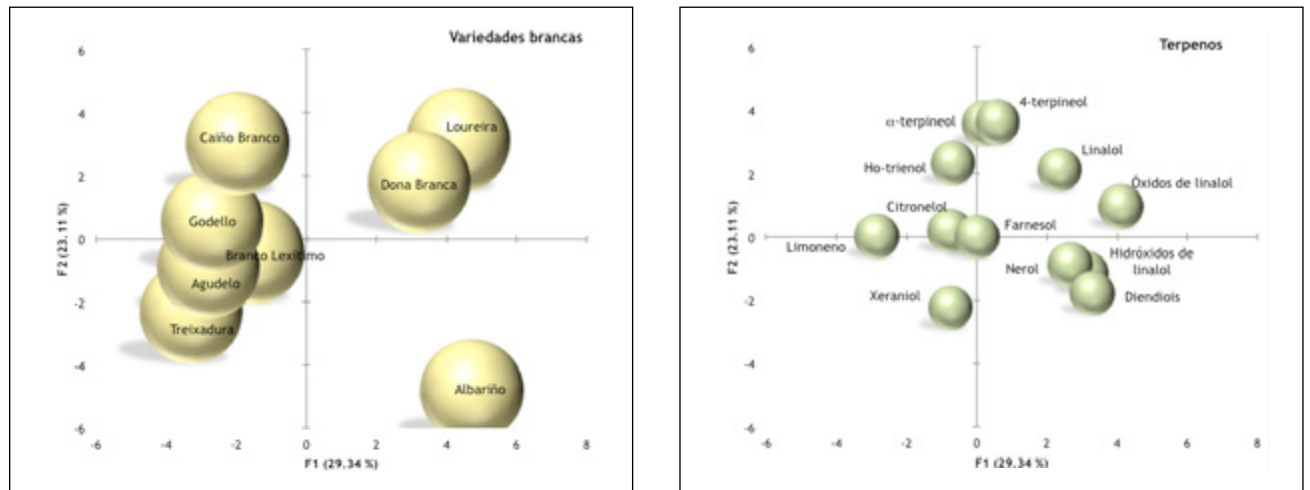
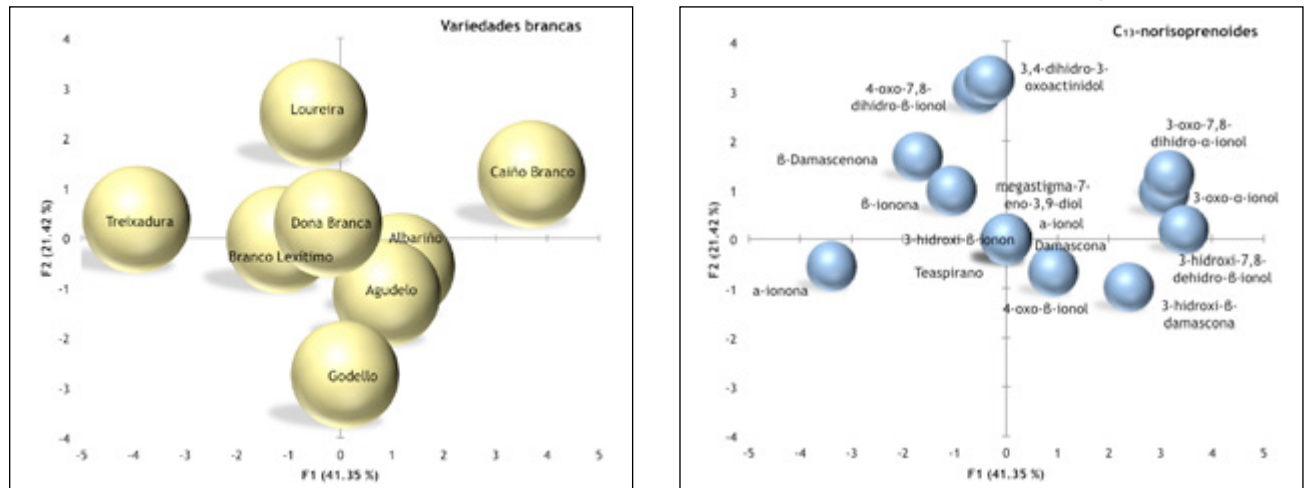


Figura 36. Distribución das variedades brancas de vide cultivadas en Galicia segundo a súa composición en C_{13} -norisoprenoides



3.3. Perfil aromático das variedades TINTAS

Variedade BRANCELLAO

A composición aromática da variedade Brancellao a nivel global e nas súas fraccións libre e glicosilada (precursores) móstrase na Figura 37.

A variedade Brancellao mostra unha maior concentración de compostos na súa fracción libre, que alcanzou valores de 1.333 $\mu\text{g/L}$ (81% da composición global), fronte á fracción ligada ou precursores, que supuxo unha concentración de 307 $\mu\text{g/L}$ (19% da composición global). A concentración global media dos anos de estudo foi de 1.640 $\mu\text{g/L}$.

A nivel de familias aromáticas, no mosto da variedade Brancellao identificáronse alcohois, compostos en C_6 , terpenos, C_{13} -norisoprenoides, ácidos graxos volátiles, fenois volátiles e outros compostos.

Na súa composición global, os compostos maioritarios da variedade Brancellao foron os compostos en C_6 (77% do total) que achegan aromas herbáceos e vexetais, seguidos polos alcohois (11%) e das familias de terpenos e C_{13} -norisoprenoides (7%) (Figura 38a).

Dentro da fracción libre (Figura 38b), os compostos en C_6 resultaron ser os maioritarios (94%), non obstante na fracción ligada ou precursores (Figura 38c) foron as familias de terpenos e C_{13} -norisoprenoides os que dominan a composición do mosto, sumando un 38% do total desta fracción, o que implica un gran potencial de aromas froiteiros e florais para o futuro viño. Ademais os alcohois tamén se encontraron en altas concentracións relativas (34% da composición global).

Dentro dos compostos que marcan o aroma varietal do cultivar Brancellao (terpenos e C_{13} -norisoprenoides

Figura 38. Composición aromática do cultivar Brancellao por familias a nivel global (a) e nas súas fraccións libre (b) e glicosilada ou precursores (c)

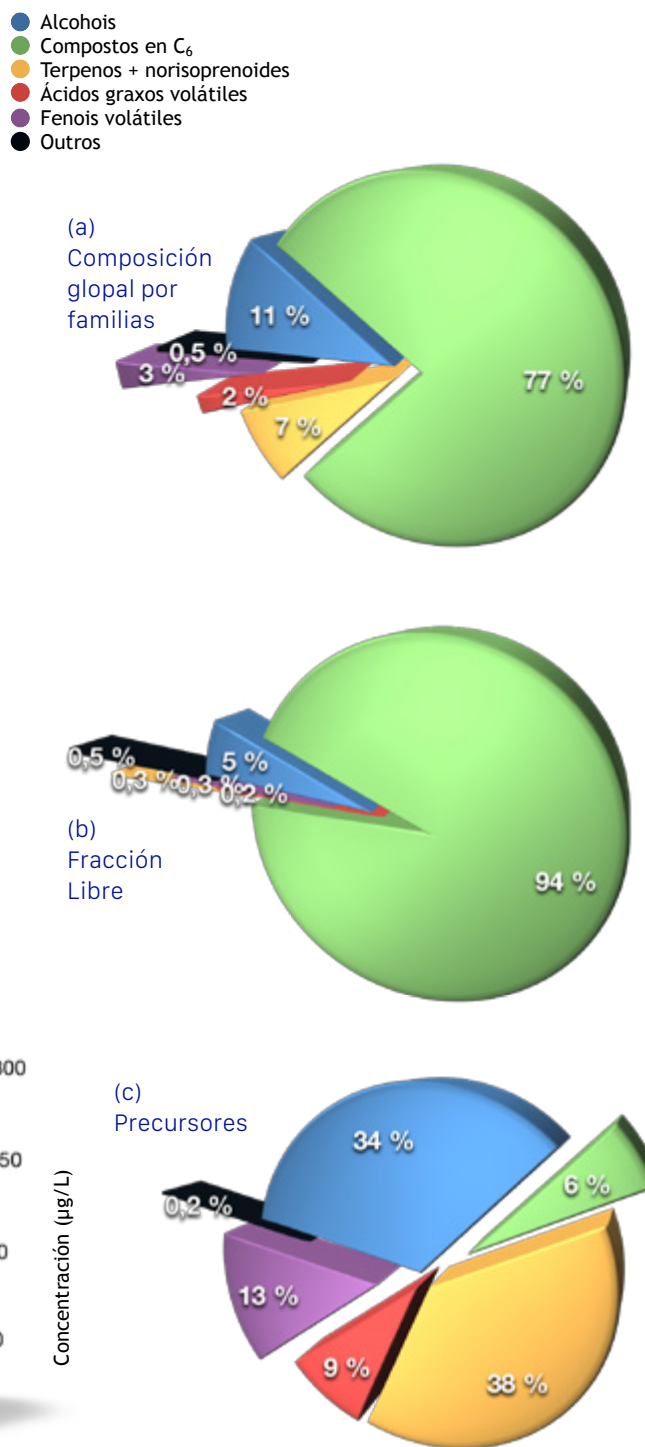
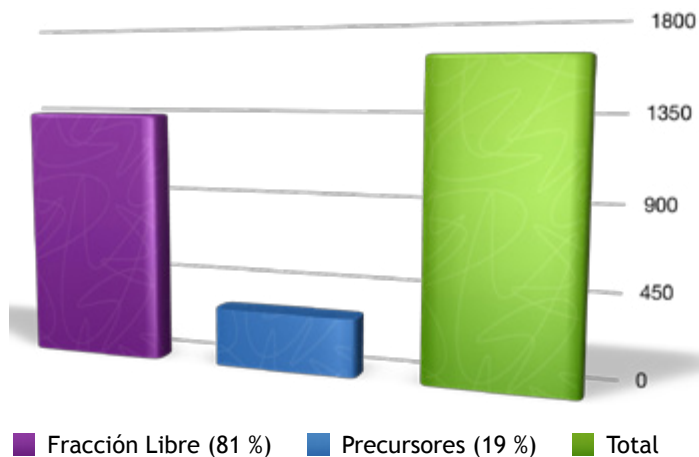


Figura 37. Composición aromática do cultivar Brancellao nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores



obsérvase que a maior concentración se alcanzou na fracción glicosilada (112 µg/L fronte á libre (3,5 µg/L), o que supuxo unha composición relativa ao total dun 97% e un 3%, respectivamente. Unha vez máis a superioridade da fracción glicosilada fronte á libre denota o alto potencial aromático varietal deste cultivar (Figura 39).

Na variedade Brancellao a concentración de terpenos foi maior na súa fracción glicosilada (62 µg/L) que libre (3,5 µg/L), non obstante os C₁₃-norisoprenoides unicamente foron identificados e cuantificados na súa fracción glicosilada (50 µg/L).

Os terpenos máis importantes na variedade Brancellao resultaron ser o linalol e o xeraniol na súa fracción libre (93% da fracción libre), mentres que na súa fracción ligada, fracción maioritaria, destacaron o linalol e os seus hidróxidos (36% desta fracción) (Figura 40).

A familia de C₁₃-norisoprenoides, representada por oito compostos, foi identificada e cuantificada unicamente na súa fracción glicosilada. Nesta fracción, o 3-oxo- α -ionol foi o composto maioritario (14 µg/L), o que supuxo un 12% do aroma varietal ligado.

Na Figura 40 represéntase o perfil aromático varietal, terpenos e C₁₃-norisoprenoides, do mosto da variedade Brancellao, tanto en forma libre coma en forma de precursores sobre o total destas fraccións de compostos.

Figura 39. **Terpenos e C₁₃-norisoprenoides no cultivar Brancellao nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores**

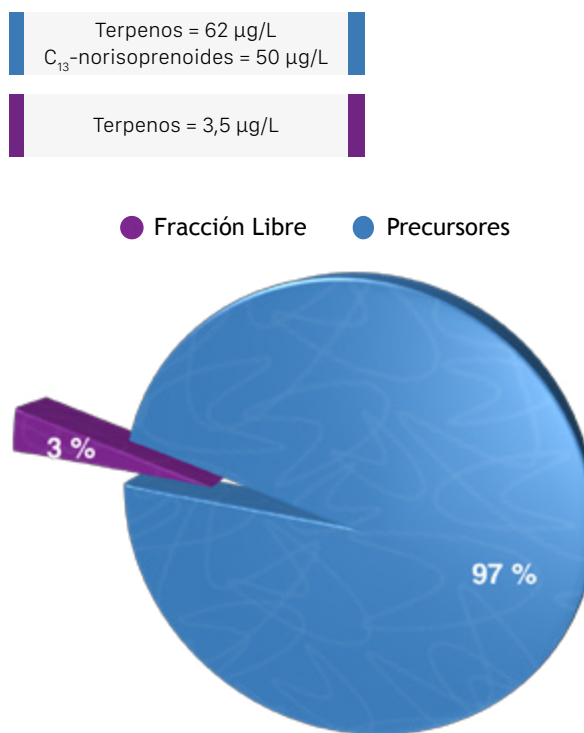
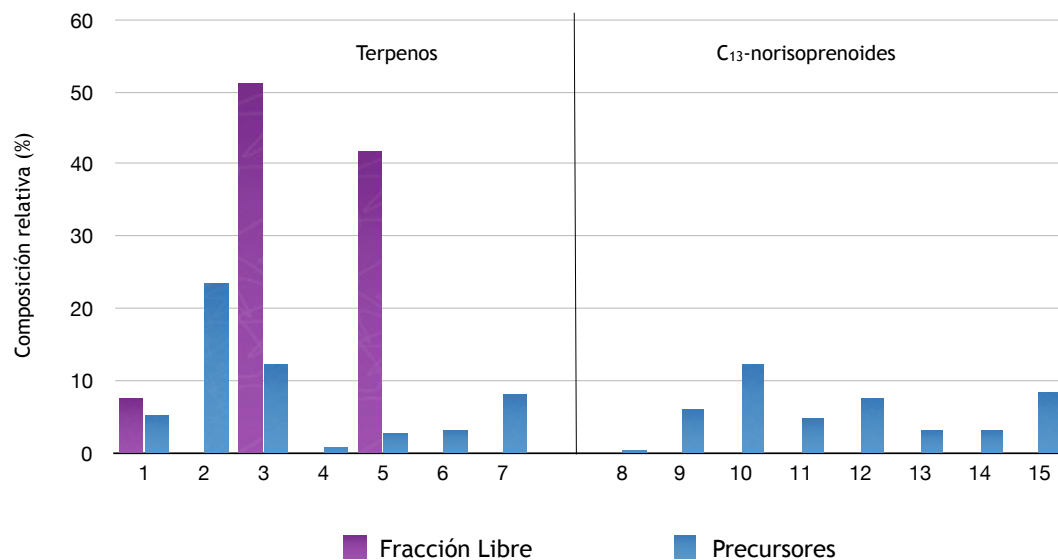


Figura 40. **Perfil aromático varietal do cultivar Brancellao. Terpenos e C₁₃-norisoprenoides nas súas fraccións libre e precursores**



Óxidos de linalol (1); Hidróxidos de linalol (2); Linalol (3); Nerol (4); Xeraniol (5); α -terpineol (6) Diendiois (7); β -damascona (8); 3-hidroxi- β -damascona (9); 3-oxo- α -ionol (10); 3-oxo-7,8-dihidro- α -ionol (11); 3-hidroxi-7,8-dehidro- β -ionol (12); 4-oxo-7,8-dihidro- β -ionol (13); 3,4-dihidro-3-oxo-actinidol (14); Vomifoliol (15)

Variedade CAÍÑO TINTO

A composición aromática da variedade Caíño Tinto a nivel global e nas súas fraccións libre e glicosilada (precursores) móstrase na Figura 41.

A variedade Caíño Tinto mostra unha maior concentración de compostos na súa fracción libre, que alcanzou valores de 1.418 µg/L (86% da composición global), fronte á fracción ligada ou precursores que supuxo unha concentración de 234 µg/L (14% da composición global). A concentración global media dos anos de estudo foi de 1.652 µg/L.

A nivel de familias aromáticas, no mosto da variedade Caíño Tinto foron identificadas as familias de alcohois, compostos en C₆, terpenos, C₁₃-norisoprenoides, ácidos graxos volátiles, fenois volátiles e outros compostos.

Na súa composición global, os compostos maioritarios da variedade Caíño Tinto foron os compostos en C₆ (65% do total), seguidos polos alcohois (29%). As familias de compostos aromáticos restantes suman en total un 6% do total dos compostos analizados (Figura 42a).

Dentro da fracción libre (Figura 42b), a familia de compostos en C₆ resultou ser a maioritaria (75%), seguida pola familia dos alcohois (22%). Non obstante, na fracción ligada ou precursores (Figura 42c) foron os alcohois os que dominan a composición do mosto, sumando un 65% do total desta fracción, seguida polas familias de terpenos e C₁₃-norisoprenoides (19%).

A nivel de familias de compostos que marcan o aroma varietal do cultivar Caíño Tinto, terpenos e C₁₃-norisoprenoides, estes encóntranse nesta variedade en baixas concentracións, mostrando unha lixeira maior

Figura 41. Composición aromática do cultivar Caíño Tinto nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores

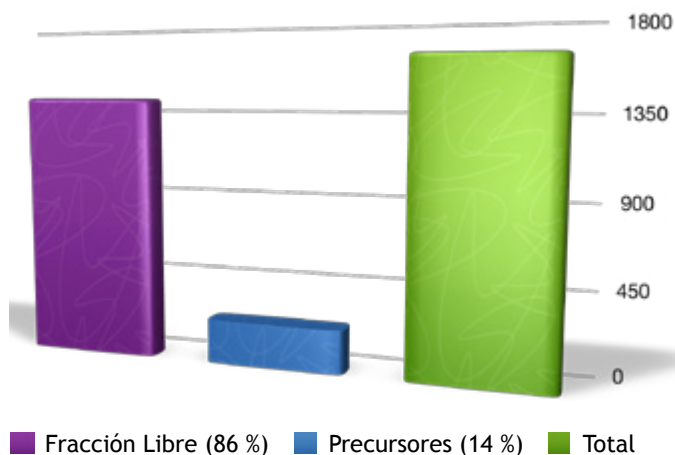
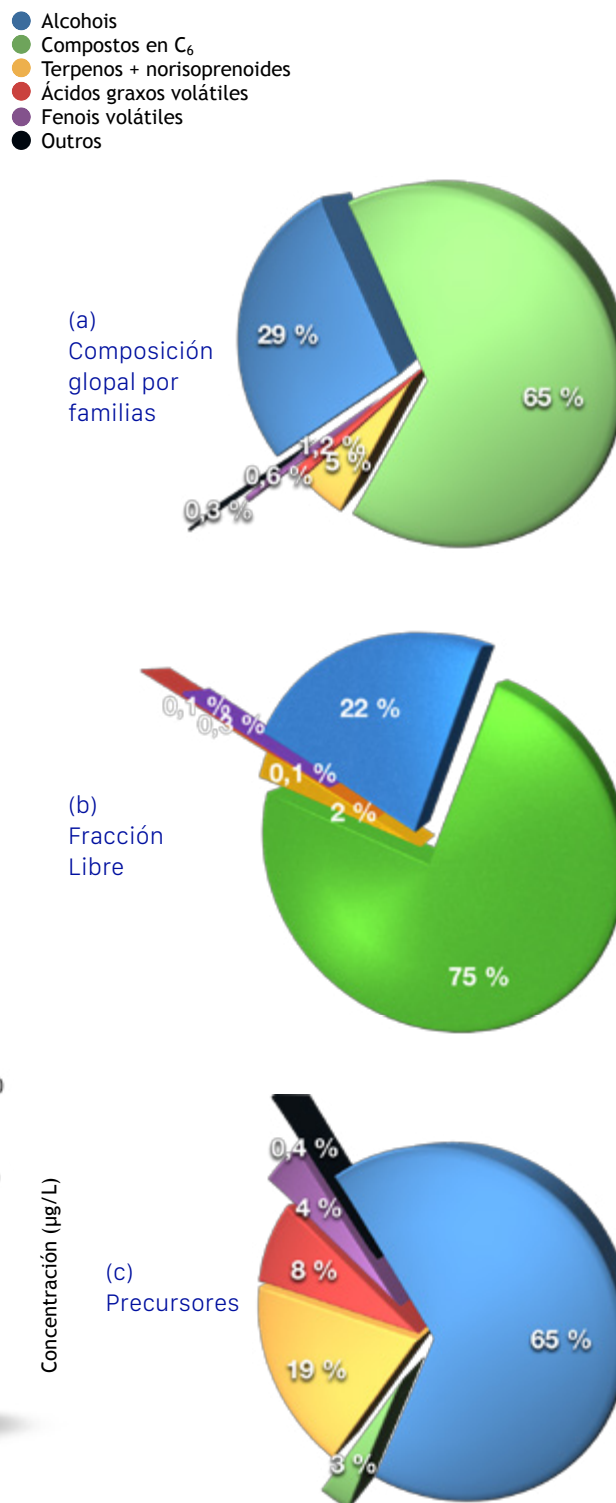


Figura 42. Composición aromática do cultivar Caíño Tinto por familias a nivel global (a) e nas súas fraccións libre (b) e glicosilada ou precursores (c)



concentración en forma de precursores (40 µg/L; 54%) que na súa fracción libre (35 µg/L; 46%), sumando un total de 75 µg/L (Figura 43).

Na variedade Caíño Tinto a concentración de terpenos foi maior na súa fracción libre (35 µg/L) que na súa fracción glicosilada (10 µg/L), non obstante os C₁₃-norisoprenoides unicamente foron identificados e cuantificados na súa fracción glicosilada (30 µg/L).

Os terpenos máis importantes na variedade Caíño Tinto foron o linalol e o xeraniol, que sumaron o 95% dos terpenos na súa fracción libre. O nerol supuxo o 5% restante desta fracción. Non obstante, na fracción ligada foron os óxidos de linalol e α-terpineol os únicos terpenos identificados e cuantificados, alcanzando entre ambos os dous o 43% desta fracción (Figura 44).

Os C₁₃-norisoprenoides, unicamente identificados na súa fracción ligada, estiveron representados por cinco compostos, dos cales 3-hidroxi-β-damascona e 3-oxo-α-ionol foron os maioritarios, sumando o 50% desta fracción glicosilada.

Na Figura 44 represéntase o perfil aromático varietal, terpenos e C₁₃-norisoprenoides, do mosto da variedade Caíño Tinto, tanto en forma libre coma en forma de precursores sobre o total destas fraccións de compostos.

Figura 43. **Terpenos e C₁₃-norisoprenoides no cultivar Caíño Tinto nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores**

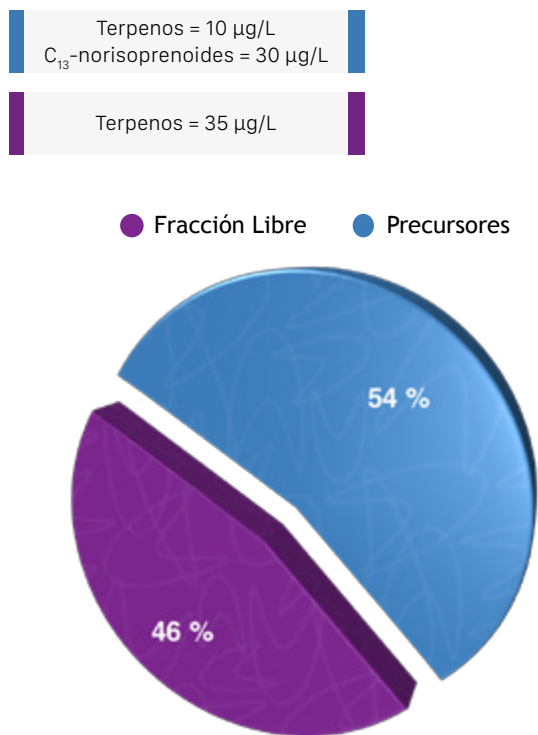
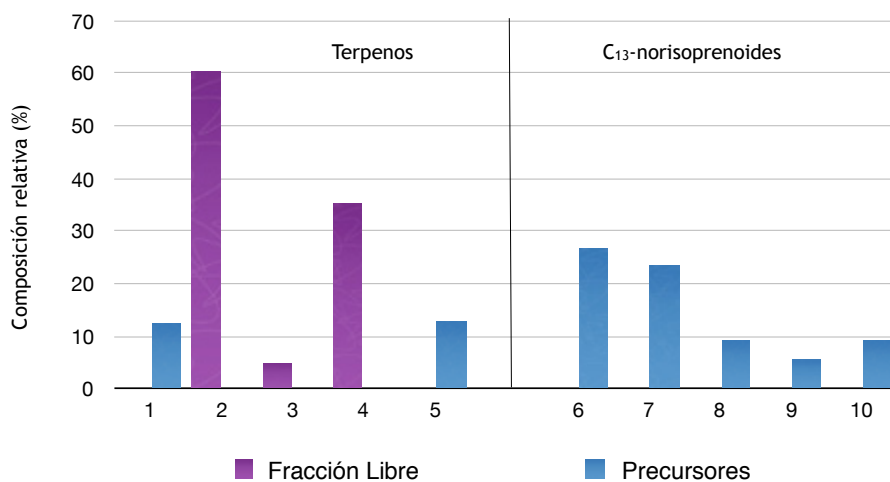


Figura 44. **Perfil aromático varietal do cultivar Caíño Tinto. Terpenos e C₁₃-norisoprenoides nas súas fraccións libre e precursores**



Óxidos de linalol (1); Linalol (2); Nerol (3); Xeraniol (4); α-terpineol (5); 3-hidroxi-β-damascona (6); 3-oxo-α-ionol (7); 3-oxo-7, 8-dihidro-α-ionol (8); 3-hidroxi-7, 8-dehidro-β-ionol (9); 3, 4-dihidro-3-oxo-actinidol (10)

Variedade ESPADEIRO

A composición aromática da variedade tinta Espadeiro a nivel global e nas súas fraccións libre e glicosilada móstrase na Figura 45.

A variedade Espadeiro mostra unha maior concentración na súa fracción libre, que alcanzou valores de 523 µg/L (77% da composición global), fronte á fracción ligada ou precursores que supuxo unha concentración de 160 µg/L (23% da composición global). A concentración global media dos anos de estudo foi de 683 µg/L.

A nivel de familias aromáticas, no mosto da variedade Espadeiro identificáronse, unha vez máis, alcohois, compostos en C₆, terpenos, C₁₃-norisoprenoides, ácidos graxos volátiles, fenois volátiles e outros compostos.

Na súa composición global os compostos maioritarios do cultivar Espadeiro foron os compostos en C₆ (66% do total), que achegan aromas herbáceos e vexetais, seguidos polos alcohois (18%) e polas familias de terpenos e C₁₃-norisoprenoides (12%), que se caracterizan por posuír aromas froiteiros e florais (Figura 46a).

Dentro da fracción libre (Figura 46b), os compostos en C₆ resultaron ser os maioritarios (85%), non obstante na fracción ligada ou precursores (Figura 46c) foron os terpenos e C₁₃-norisoprenoides os que dominan a composición do mosto, sumando un 50% do total desta fracción, o que supón un gran potencial en aromas froiteiros e florais para o futuro viño. Ademais, os alcohois superiores tamén se encontran en altas concentracións relativas (32%).

Figura 45. Composición aromática do cultivar Espadeiro nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores

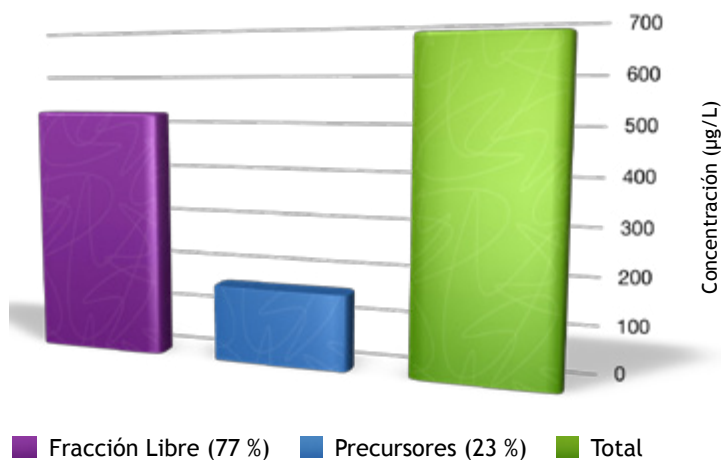
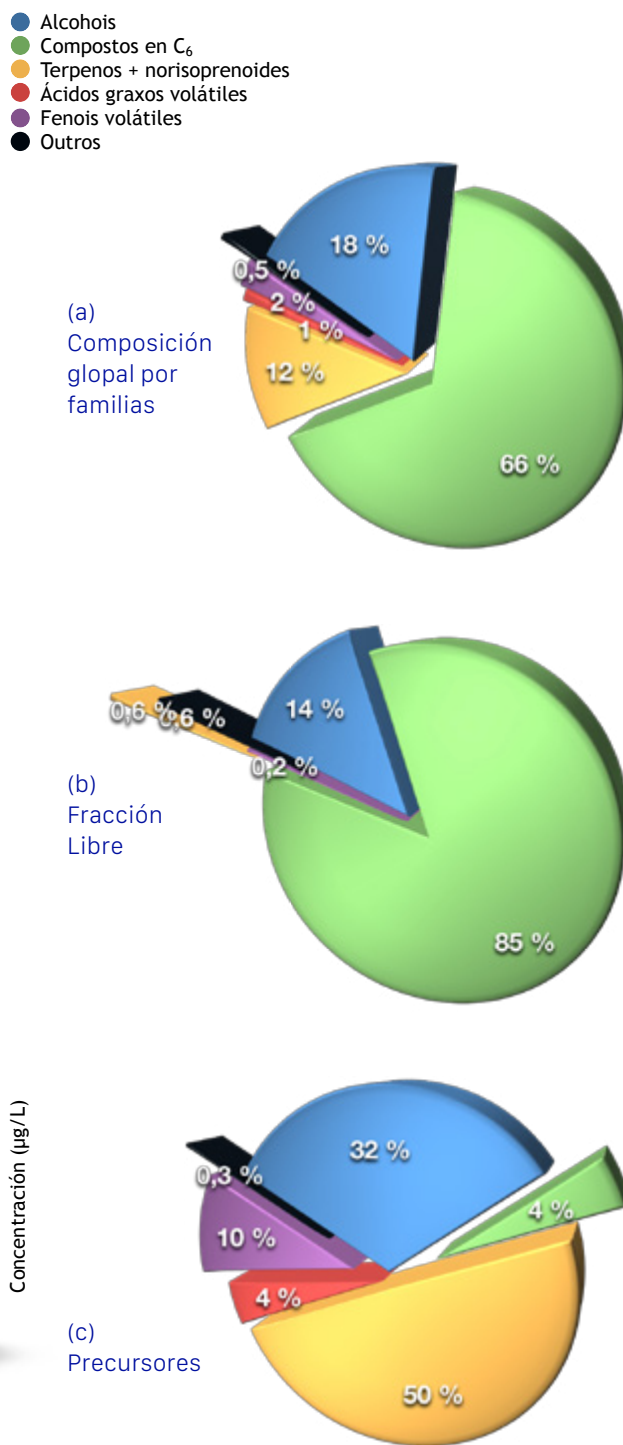


Figura 46. Composición aromática do cultivar Espadeiro por familias a nivel global (a) e nas súas fraccións libre (b) e glicosilada ou precursores (c)



Dentro dos compostos que marcan o aroma varietal, terpenos e C₁₃-norisoprenoides, a variedade tinta Espadeiro mostrou unha maior concentración destes compostos en forma de precursores (79 µg/L; 96%) que na súa fracción libre (3 µg/L; 4%), sumando un total de 82 µg/L (Figura 47).

Por outra parte, a concentración de terpenos na súa fracción glicosilada (24 µg/L) foi maior que na súa fracción libre (3 µg/L), non obstante os C₁₃-norisoprenoides unicamente foron identificados e cuantificados na súa fracción glicosilada (55 µg/L).

Os terpenos máis importantes na variedade Espadeiro foron os óxidos de linalol, que supuxeron o 19% dos terpenos na súa fracción glicosilada, alcanzando unha concentración de 15 µg/L. Na fracción libre destacou o xeraniol (55% desta fracción) (Figura 48).

Os C₁₃-norisoprenoides, que unicamente se identificaron en forma glicosilada, estiveron dominados polo 3-oxo- α -ionol, que supuxo un 35% desta fracción (Figura 48).

Na Figura 48 represéntase o perfil aromático varietal, terpenos e C₁₃-norisoprenoides, da variedade Espadeiro tanto en forma libre coma en forma de precursores sobre o total destas fraccións de compostos.

Figura 47. **Terpenos e C₁₃-norisoprenoides no cultivar Espadeiro nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores**

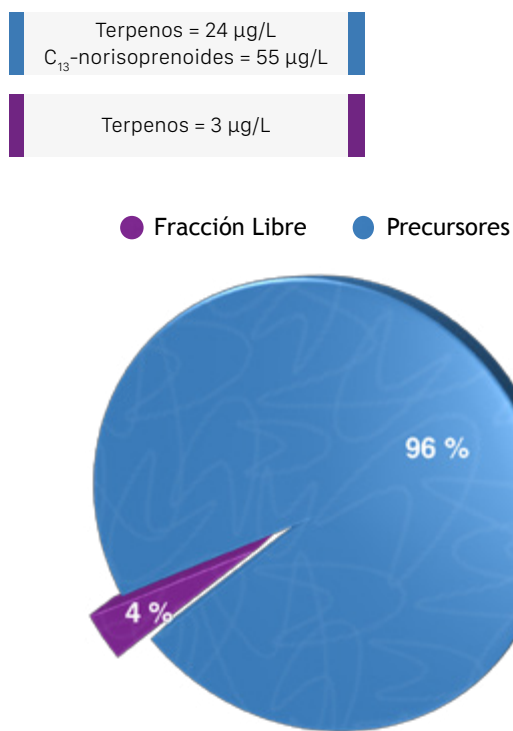
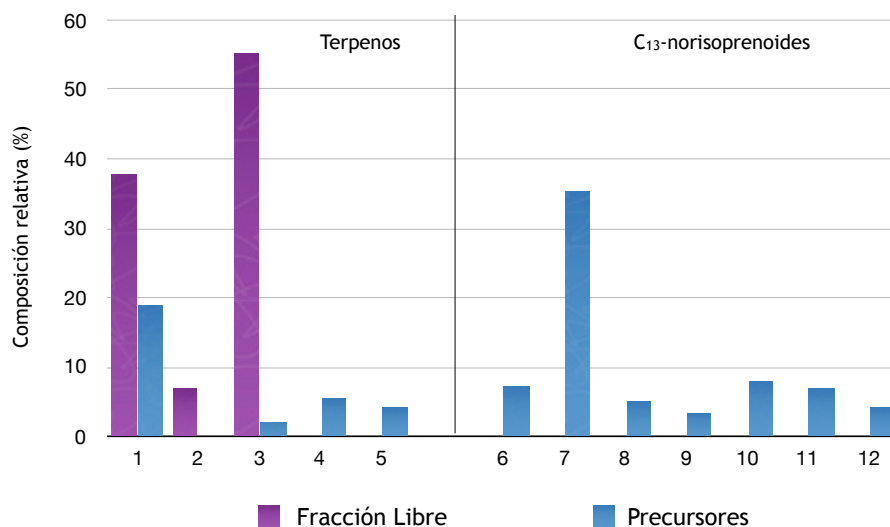


Figura 48. **Perfil aromático varietal do cultivar Espadeiro. Terpenos e C₁₃-norisoprenoides nas súas fraccións libre e precursores**



Óxidos de linalol (1); Linalol (2); Xeraniol (3); α -terpineol (4); Diendiois (5); 3-hidroxi- β -damascona (6); 3-oxo- α -ionol (7); 3-oxo-7,8-dihidro- α -ionol (8); 3-hidroxi-7,8-dehidro- β -ionol (9); 4-oxo-7,8-dihidro- β -ionol (10); 3,4-dihidro-3-oxo-actinidol (11); Vomifoliol (12)

Variedade LOUREIRO TINTO

A composición aromática da variedade Loureiro Tinto a nivel global e nas súas fraccións libre e glicosilada (precursores) móstrase na Figura 49.

A variedade Loureiro Tinto mostrou unha maior concentración de compostos na súa fracción libre, que alcanzou valores de 2.872 µg/L (64% da composición global), fronte á fracción ligada ou precursores, que supuxo unha concentración de 1.615 µg/L (36%). A concentración global media dos anos de estudo foi de 4.487 µg/L.

A nivel de familias aromáticas, no mosto da variedade Loureiro Tinto foron identificadas as familias alcohois, compostos en C₆, terpenos, C₁₃-norisoprenoides, ácidos graxos volátiles, fenois volátiles e outros compostos.

Na súa composición global e ao igual que noutras variedades tintas, os compostos maioritarios foron os compostos en C₆ (53% do total), seguidos polas familias de ácidos graxos (14%), fenois volátiles (13%) e terpenos e C₁₃-norisoprenoides (10%) (Figura 50a).

Dentro da fracción libre (Figura 50b), os compostos en C₆ resultaron ser os maioritarios (79%), non obstante na fracción ligada ou precursores (Figura 50c) foron os ácidos graxos volátiles (31%), seguidos polos fenois volátiles (29%) e as familias de terpenos e C₁₃-norisoprenoides (23%).

A nivel de aromas varietais do cultivar Loureiro Tinto identificáronse terpenos e C₁₃-norisoprenoides nas súas fraccións libre e glicosilada. Estas familias de compostos encóntranse nesta variedade en maior concentración en forma de precursores (368 µg/L; 83%) que na súa fracción libre (75 µg/L; 17%), sumando un total de 443 µg/L (Figura 51).

Figura 49. Composición aromática do cultivar Loureiro Tinto nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores

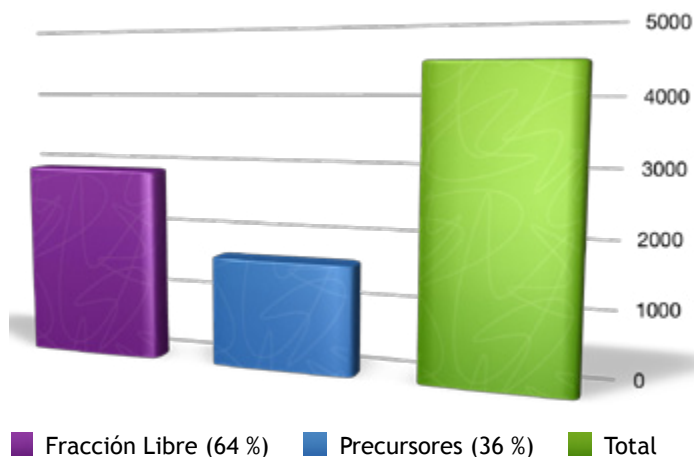
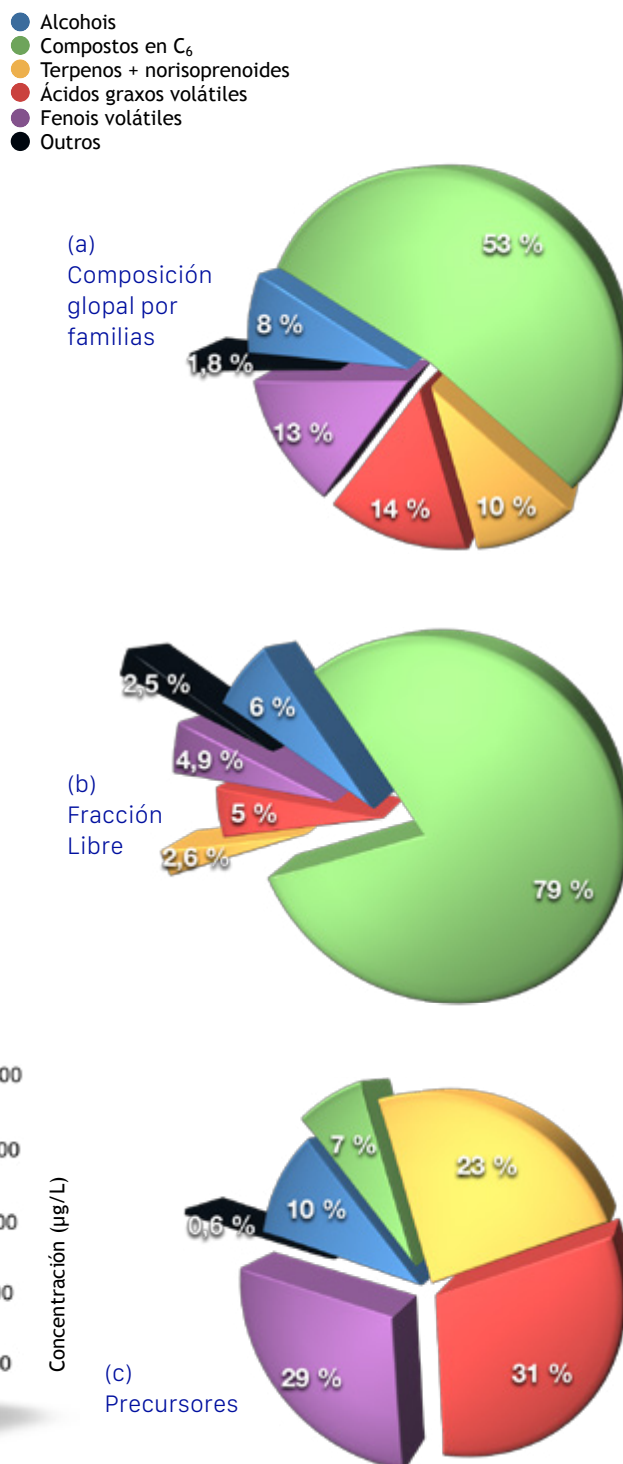


Figura 50. Composición aromática do cultivar Loureiro Tinto por familias a nivel global (a) e nas súas fraccións libre (b) e glicosilada ou precursores (c)



Por outra parte, a concentración de terpenos na súa fracción glicosilada (56 µg/L) foi maior que na súa fracción libre (23 µg/L). A familia de C₁₃-norisoprenoides tamén alcanzou maiores valores na súa fracción glicosilada (312 µg/L) que na libre (52 µg/L).

Os terpenos máis importantes na variedade Loureiro Tinto son os hidróxidos de linalol que supuxeron o 11% dos terpenos na súa fracción libre, cunha concentración de 8,5 µg/L. Non obstante, son os C₁₃-norisoprenoides os que dominan os aromas varietais neste cultivar tanto na súa fracción libre coma glicosilada. Un composto é o maioritario en ambas as dúas fraccións, o 3-oxo- α -ionol, que supuxo o 65% da fracción libre (48 µg/L) e o 59% da fracción glicosilada (218 µg/L).

Na Figura 52 preséntase o perfil aromático varietal, terpenos e C₁₃-norisoprenoides, do mosto da variedade Loureiro Tinto, tanto en forma libre coma en forma de precursores sobre o total destas fraccións de compostos.

Figura 51. **Terpenos e C₁₃-norisoprenoides no cultivar Loureiro Tinto nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores**

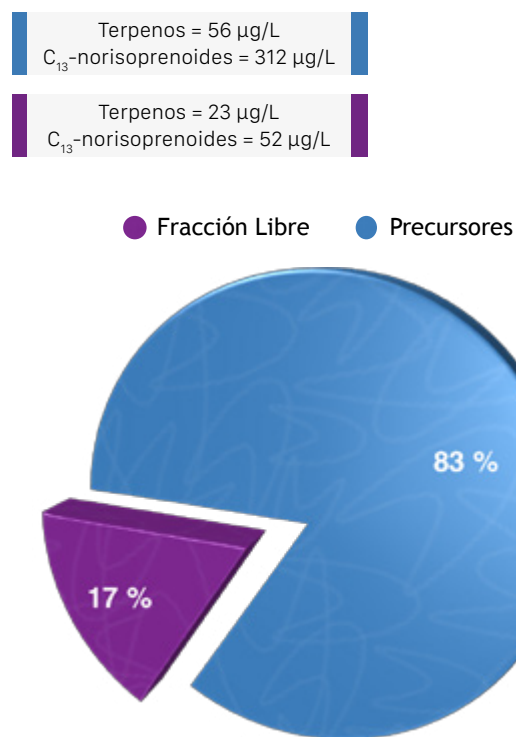
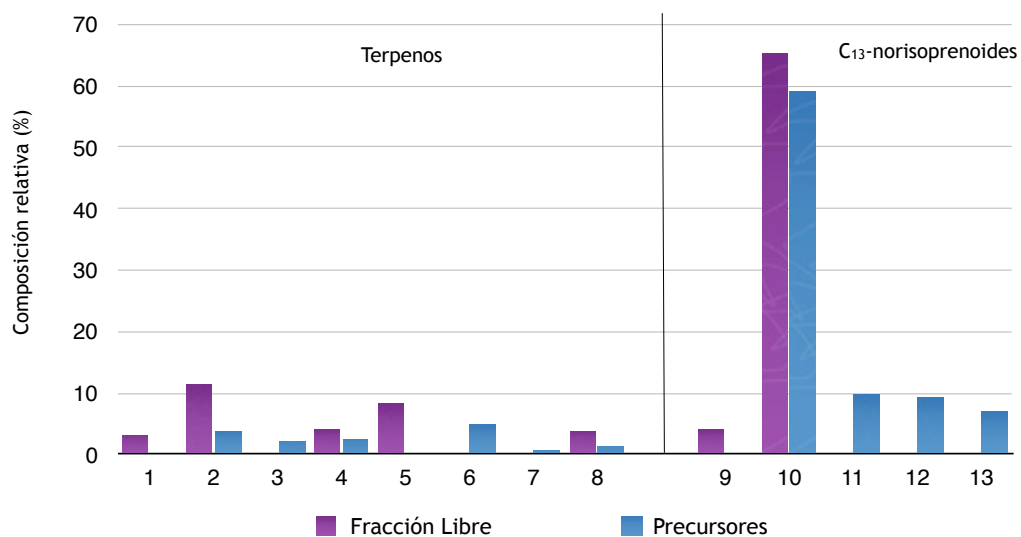


Figura 52. **Perfil aromático varietal do cultivar Loureiro Tinto. Terpenos e C₁₃-norisoprenoides nas súas fraccións libre e precursores**



Óxidos de linalol (1); Hidróxidos de linalol (2); Nerol (3); Xeraniol (4); Ho-trienol (5); Citronelol (6); α -terpineol (7); Diendiois (8); α -ionona (9); 3-oxo- α -ionol (10); 3-hidroxi-7,8-dihidro- β -ionol (11); 4-oxo-7,8-dihidro- β -ionol (12); 3-oxo-7,8-dihidro- α -ionol (13)

Variedade MENCÍA

A composición aromática da variedade Mencía a nivel global e nas súas fraccións libre e glicosilada (precursores) móstrase na Figura 53.

A variedade Mencía mostra unha maior concentración de compostos na súa fracción libre, que alcanzou valores de 1.303 µg/L (78% da composición global), fronte á fracción ligada ou precursores que supuxo unha concentración de 360 µg/L (22%). A concentración global media dos anos de estudo foi de 1.663 µg/L.

A composición aromática da variedade Mencía repártese entre as familias de alcohois, compostos en C₆, terpenos, C₁₃-norisoprenoides, ácidos graxos volátiles, fenois volátiles e outros compostos.

Na súa composición global, dúas familias de compostos resultaron ser as maioritarias, en primeiro lugar a familia dos compostos en C₆ (65% do total), seguida pola familia dos alcohois (20%) (Figura 54a).

Dentro da fracción libre (Figura 54b), os compostos en C₆ resultaron ser os maioritarios (77%), seguida pola familia dos alcohois (17%). Non obstante a fracción ligada ou precursores (Figura 54c) estivo dominada por catro familias de compostos, alcohois (32%), terpenos e C₁₃-norisoprenoides (22%) e compostos en C₆ (21%).

Dentro dos compostos que marcan o aroma varietal do cultivar Mencía, terpenos e C₁₃-norisoprenoides, observouse que a fracción maioritaria do aroma foi a glicosilada, alcanzando o 91% do total da composición varietal (76 µg/L). A fracción libre supuxo o 9% restante (8 µg/L). En total a concentración destas fraccións sumou 84 µg/L (Figura 55).

Figura 53. Composición aromática do cultivar Mencía nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores

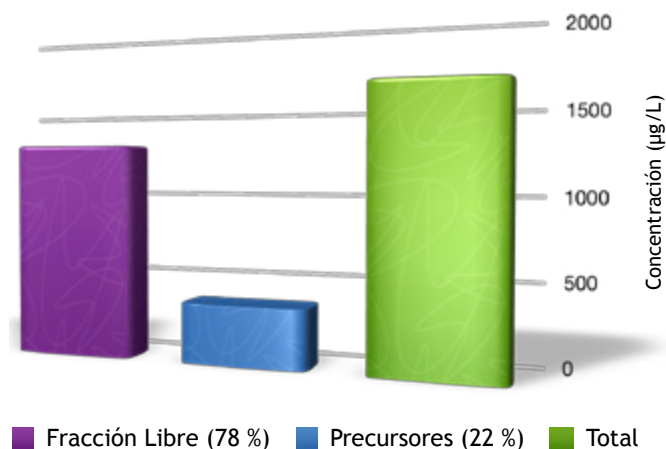
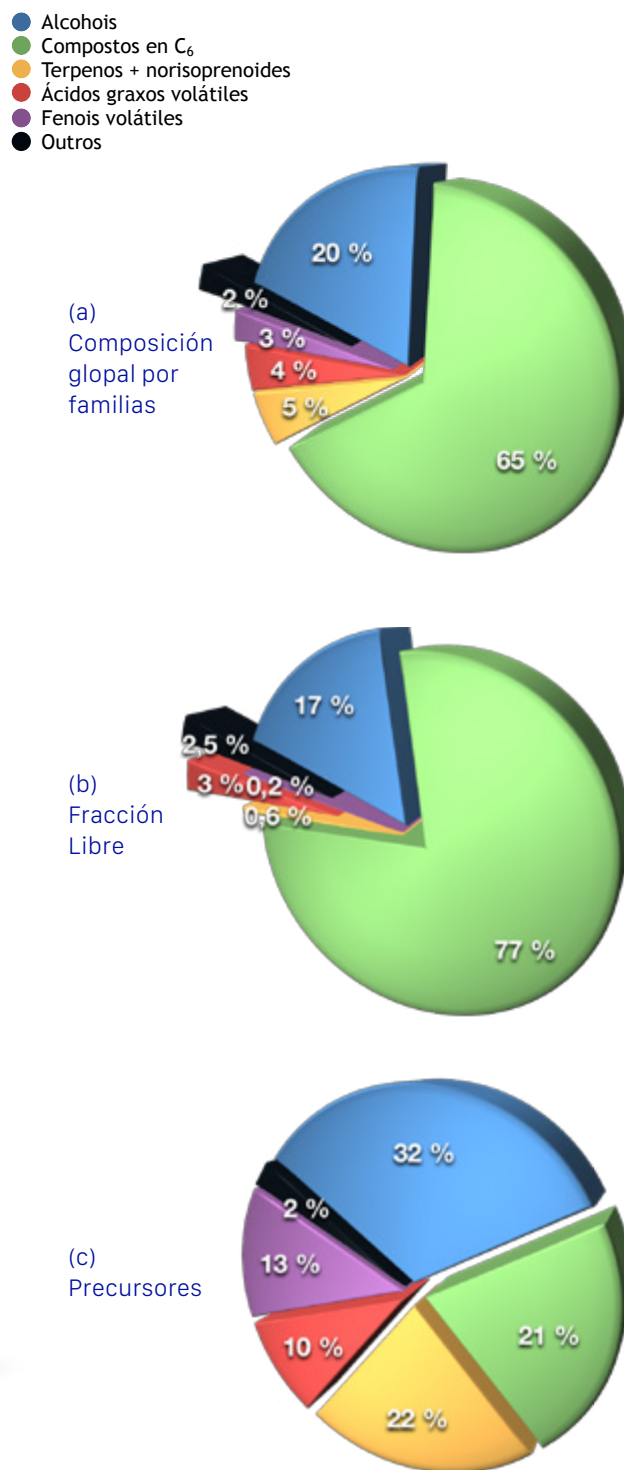


Figura 54. Composición aromática do cultivar Mencía por familias a nivel global (a) e nas súas fraccións libre (b) e glicosilada ou precursores (c)



Na variedade Mencia a concentración de terpenos na súa fracción glicosilada (29 µg/L) foi maior que na súa fracción libre (8 µg/L), non obstante os C₁₃-norisoprenoides unicamente foron identificados e cuantificados na súa fracción glicosilada (47 µg/L).

Os terpenos maioritarios na variedade Mencia na súa fracción libre foron o xeraniol (57%) e o linalol e os seus óxidos, que supuxeron o 25% nesta fracción. O linalol e os seus óxidos e hidróxidos supuxeron o 32% na fracción ligada.

Respecto aos C₁₃-norisoprenoides, estes encóntranse na variedade Mencia unicamente en forma de precursores. Os C₁₃-norisoprenoides maioritarios nesta fracción foron os 3-oxo- α -ionol e 3-oxo-7, 8-dihidro- α -ionol, que alcanzaron entre ambos os dous o 30% dos precursores.

Na Figura 56 represéntase o perfil aromático varietal, terpenos e C₁₃-norisoprenoides, do cultivar Mencia, tanto en forma libre coma en forma de precursores sobre o total destas fraccións de compostos.

Figura 55. **Terpenos e C₁₃-norisoprenoides no cultivar Mencia nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores**

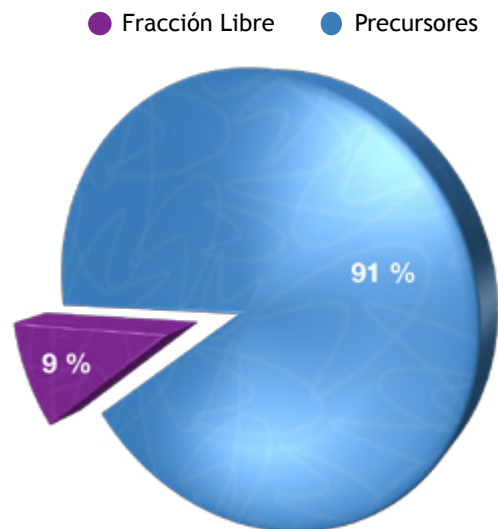
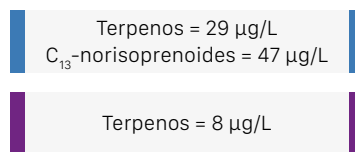
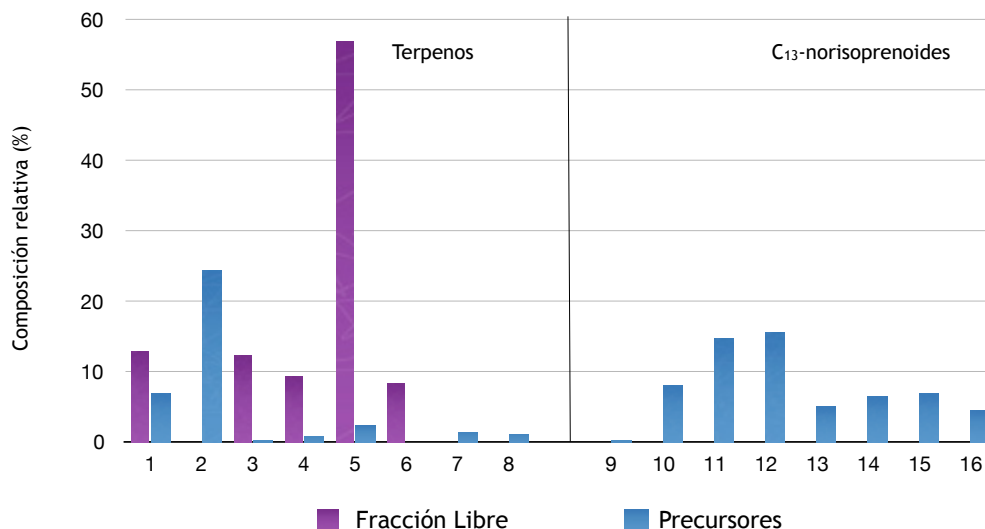


Figura 56. **Perfil aromático varietal do cultivar Mencia. Terpenos e C₁₃-norisoprenoides nas súas fraccións libre e precursores**



Óxidos de linalol (1); Hidróxidos de linalol (2); Linalol (3); Nerol (4); Xeraniol (5); Citronelol (6); α -terpineol (7); Diendiois (8); β -damascona (9); 3-hidroxi- β -damascona (10); 3-oxo- α -ionol (11); 3-oxo-7, 8-dihidro- α -ionol (12); 3-hidroxi-7, 8-dehidro- β -ionol (13); 4-oxo-7, 8-dihidro- β -ionol (14); 3, 4-dihidro-3-oxo-actinidol (15); Vomifoliol (16)

Variedade MERENZAO

A composición aromática da variedade Merenzao a nivel global e nas súas fraccións libre e glicosilada (precursores) móstrase na Figura 57.

A variedade Merenzao mostra unha maior concentración de compostos na súa fracción libre, que alcanzou valores de 1.155 µg/L (65% da composición global), fronte á fracción ligada ou precursores, que supuxo unha concentración de 617 µg/L (35%). A concentración global media dos anos de estudo foi de 1.772 µg/L.

Ao igual que noutras variedades, na variedade Merenzao identificáronse as familias de alcohois, compostos en C₆, terpenos, C₁₃-norisoprenoides, ácidos graxos volátiles, fenois volátiles e outros compostos.

Na súa composición global, os compostos maioritarios foron os compostos en C₆ (58% do total), seguidos pola familia dos alcohois (24%) e os terpenos e C₁₃-norisoprenoides (11%) (Figura 58a).

Dentro da fracción libre (Figura 58b), os compostos en C₆ resultaron ser os maioritarios (86%), non obstante foron os alcohois (49%) e os terpenos e C₁₃-norisoprenoides (31%) os que dominaron a fracción ligada ou precursores do mosto, sumando o 80% do total desta fracción (Figura 58c).

Dentro dos compostos que marcan o aroma varietal do cultivar Merenzao, terpenos e C₁₃-norisoprenoides, obsérvase unha maior concentración en forma de precursores (188 µg/L; 97%) que na súa fracción libre (6 µg/L; 3%), sumando un total de 194 µg/L (Figura 59).

Figura 57. Composición aromática do cultivar Merenzao nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores

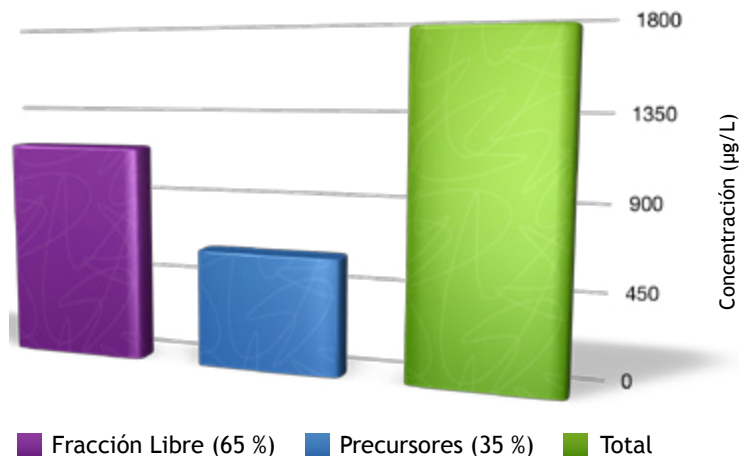
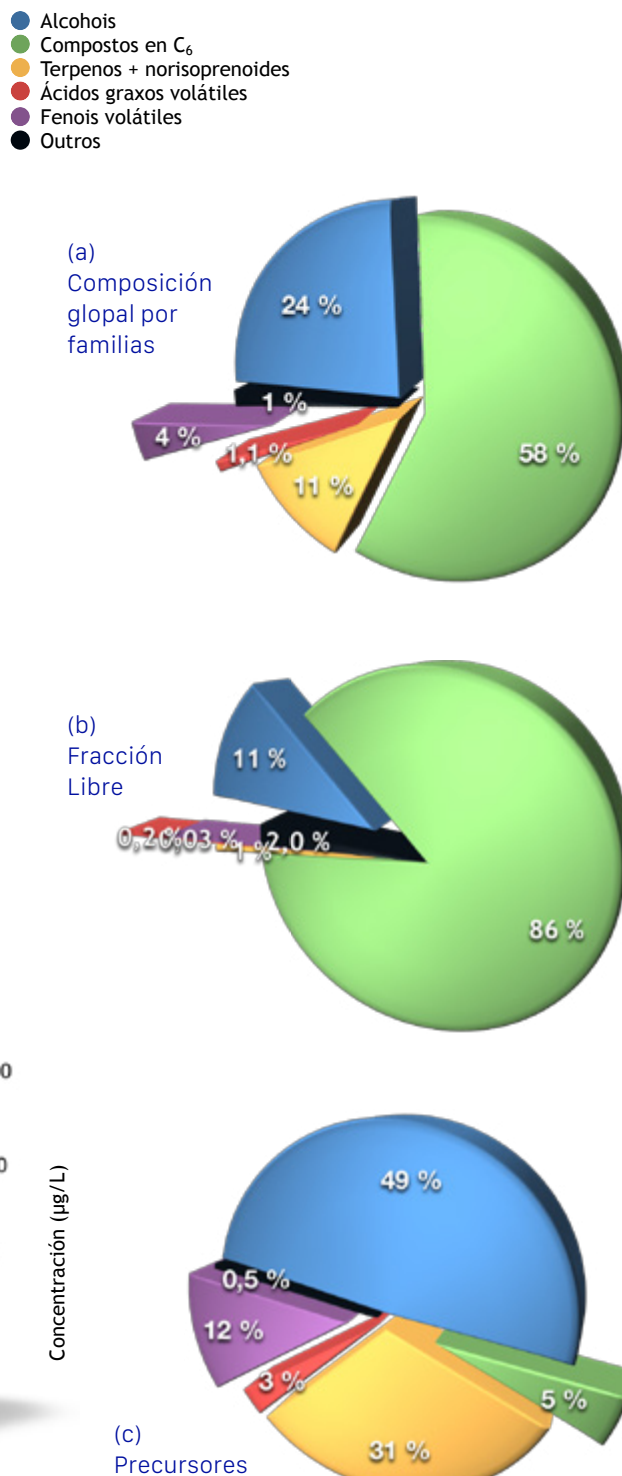


Figura 58. Composición aromática do cultivar Merenzao por familias a nivel global (a) e nas súas fraccións libre (b) e glicosilada ou precursores (c)



Na variedade Merenzao a concentración de terpenos na súa fracción glicosilada (53 µg/L) foi maior que na súa fracción libre (6 µg/L), non obstante os C₁₃-norisoprenoides unicamente foron identificados e cuantificados na súa fracción glicosilada (135 µg/L).

O terpeno maioritario na variedade Merenzao foi o xeraniol, que supuxo o 50% da fracción libre dos aromas varietais. Na fracción ligada, os óxidos e hidróxidos de linalol xunto co α-terpineol foron os compostos maioritarios, o que supuxo o 22% desta fracción.

A nivel de C₁₃-norisoprenoides, dous compostos foron os maioritarios da fracción ligada, 3-oxo-α-ionol e 3-oxo-7,8-dihidro-α-ionol, alcanzando entre ambos os dous o 40% da composición varietal en forma de precursores.

Na Figura 60 represéntase o perfil aromático varietal, terpenos e C₁₃-norisoprenoides, do mosto da variedade Merenzao, tanto en forma libre coma en forma de precursores sobre o total destas fraccións de compostos.

Figura 59. **Terpenos e C₁₃-norisoprenoides no cultivar Merenzao nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores**

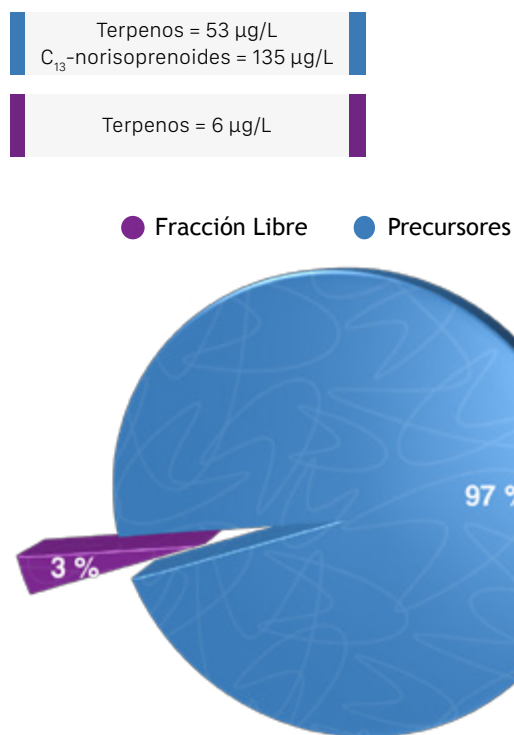
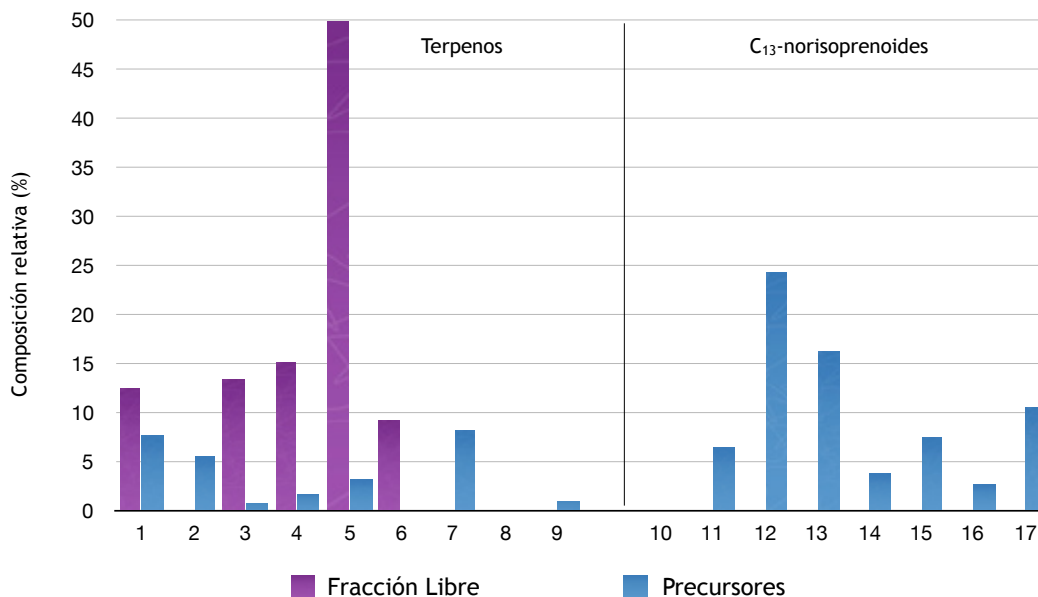


Figura 60. **Perfil aromático varietal do cultivar Merenzao. Terpenos e C₁₃-norisoprenoides nas súas fraccións libre e precursores**



Óxidos de linalol (1); Hidróxidos de linalol (2); Linalol (3); Nerol (4); Xeraniol (5); Citronelol (6); α-terpineol (7); Hidroxicitronelol (8); Diendiois (9); β-damascona (10); 3-hidroxi-β-damascona (11); 3-oxo-α-ionol (12); 3-oxo-7,8-dihidro-α-ionol (13); 3-hidroxi-7,8-dehidro-β-ionol (14); 4-oxo-7,8-dihidro-β-ionol (15); 3,4-dihidro-3-oxo-actinidol (16); Vomifoliol (17)

Variedade PEDRAL

A composición aromática da variedade Pedral a nivel global e nas súas fraccións libre e glicosilada (precursores) móstrase na Figura 61.

A variedade Pedral mostra un equilibrio entre as fraccións libre e glicosilada, xa que ambas as dúas fraccións se encontran en concentracións similares, alcanzando cada unha delas un 50% da composición aromática total (838 µg/L e 845 µg/L respectivamente), sumando entre ambas as dúas fraccións 1.683 µg/L.

A nivel de familias aromáticas, no mosto da variedade Pedral identificáronse e cuantificáronse alcohois, compostos en C₆, terpenos, C₁₃-norisoprenoides, ácidos graxos volátiles, fenois volátiles e outros compostos.

A nivel de composición global, os compostos maioritarios na variedade Pedral foi a familia dos alcohois (41%), seguida polos compostos en C₆ (37% do total) e as familias de terpenos e C₁₃-norisoprenoides (12%) (Figura 62a).

Dentro da fracción libre (Figura 62b), as familias dos compostos en C₆ e alcohois foron as familias maioritarias, alcanzando un 73% e un 22%, respectivamente. A fracción ligada ou precursores (Figura 62c) estivo dominada pola familia dos alcohois (59%) e terpenos e C₁₃-norisoprenoides (23%). Ademais, os fenois volátiles tamén se encontraron ben representados dentro da fracción glicosilada (13%).

Respecto aos compostos que marcan o aroma varietal do cultivar Pedral, terpenos e C₁₃-norisoprenoides, unha vez máis os precursores alcanzan maiores valores (94%) que os libres (6%), con concentracións que van de 183 µg/L na fracción ligada aos 13 µg/L na fracción libre, sumando un total de 196 µg/L (Figura 63).

Figura 61. Composición aromática do cultivar Pedral nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores

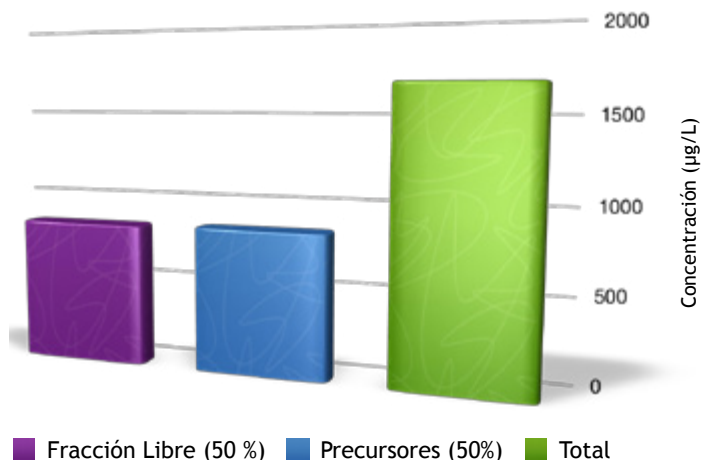
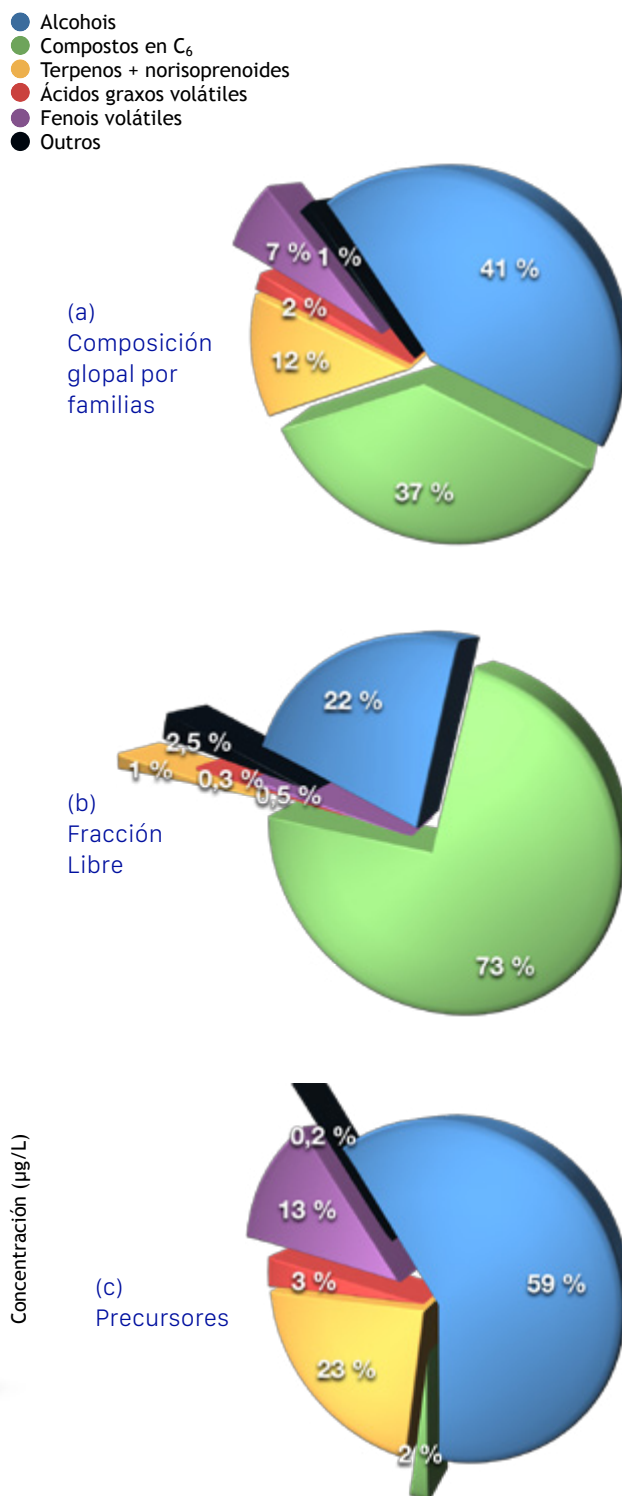


Figura 62. Composición aromática do cultivar Pedral por familias a nivel global (a) e nas súas fraccións libre (b) e glicosilada ou precursores (c)



Na variedade Pedral, a concentración da familia de C₁₃-norisoprenoides foi moito maior que a familia de terpenos e esta só se identificou na súa fracción glicosilada, como é o caso doutras variedades estudadas. Esta familia alcanzou na súa fracción glicosilada unha concentración de 125 µg/L. En canto aos terpenos, a súa concentración foi de 13 µg/L na súa fracción libre e de 58 µg/L na súa fracción ligada.

Dos terpenos identificados na fracción libre da variedade Pedral, o linalol supuxo o 97% do aroma varietal nesta fracción (12 µg/L). Os óxidos de linalol alcanzaron o 14% da fracción glicosilada.

A nivel de C₁₃-norisoprenoides, tres compostos son os maioritarios na fracción glicosilada do aroma varietal, 3-hidroxi-β-damascona, 3-oxo-α-ionol e 3-hidroxi-7,8-dehidro-β-ionol, cuxa suma alcanzou un 49% desta fracción.

Na Figura 64 represéntanse o perfil aromático varietal, terpenos e C₁₃-norisoprenoides, do mosto da variedade Pedral, tanto en forma libre coma en forma de precursores sobre o total destas fraccións de compostos.

Figura 63. **Terpenos e C₁₃-norisoprenoides no cultivar Pedral nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores**

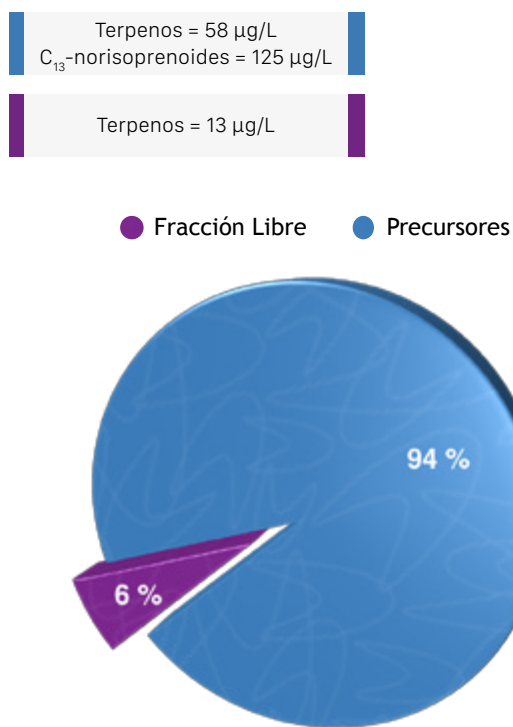
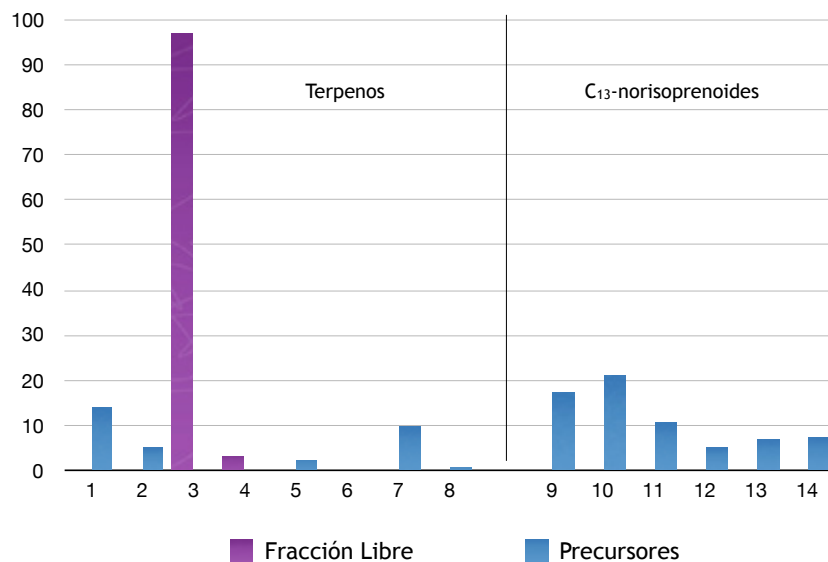


Figura 64. **Perfil aromático varietal do cultivar Pedral. Terpenos e C₁₃-norisoprenoides nas súas fraccións libre e precursores**



Óxidos de linalol (1); Hidróxidos de linalol (2); Linalol (3); Nerol (4); Xeraniol (5); Citronelol (6); α-terpineol (7); Diendiois (8); 3-hidroxi-β-damascona (9); 3-oxo-α-ionol (10); 3-hidroxi-7, 8-dehidro-β-ionol (11); 4-oxo-7, 8-dihidro-β-ionol (12); 3, 4-dihidro-3-oxo-actinidol (13); Vomofoliol (14)

Variedade SOUSÓN

A composición aromática da variedade Sousón tanto a nivel global coma nas súas fraccións libre e glicosilada (precursores) móstrase na Figura 65.

A variedade Sousón mostra unha maior concentración de compostos na súa fracción libre, que alcanzou valores de 1.138 µg/L (78% da composición global), fronte á súa fracción ligada ou precursores que supuxo unha concentración de 318 µg/L (22%). A concentración global media dos anos de estudo foi de 1.456 µg/L.

A nivel de familias aromáticas, no mosto da variedade Sousón identificáronse as familias de alcohois, compostos en C₆, terpenos, C₁₃-norisoprenoides, ácidos graxos volátiles, fenois volátiles e outros compostos.

A composición aromática global da variedade Sousón estivo dominada pola familia dos compostos en C₆ (65% do total), seguida pola familia dos alcohois, que alcanzou o 23% (Figura 66a).

Dentro da fracción libre (Figura 66b), o 80% estivo representado pola familia dos compostos en C₆, seguida pola familia de alcohois que alcanzou un 17%. Non obstante, na fracción ligada ou precursores (Figura 66c) foi a familia dos alcohois a maioritaria, alcanzando un 43% desta fracción, seguida polas familias de terpenos e C₁₃-norisoprenoides que supuxo un 24%, fenois volátiles (18%) e compostos en C₆ (9%).

Dentro dos compostos que marcan o aroma varietal, terpenos e C₁₃-norisoprenoides, a variedade Sousón mostrou unha maior porcentaxe da fracción ligada (81 µg/L; 88%) fronte á libre (11 µg/L; 12%), sumando un total de 92 µg/L (Figura 67).

Figura 65. Composición aromática do cultivar Sousón nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores

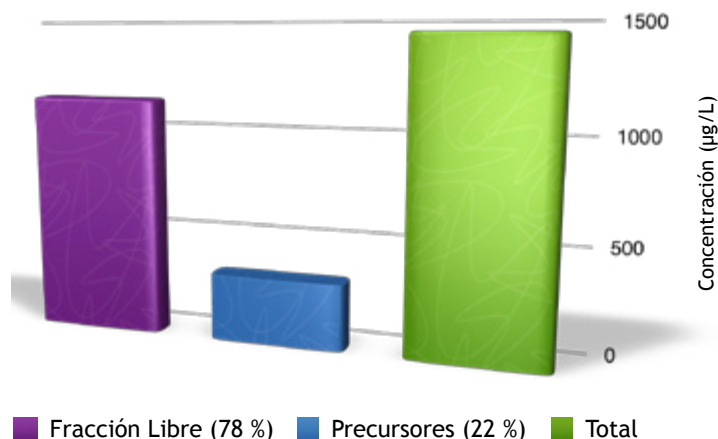
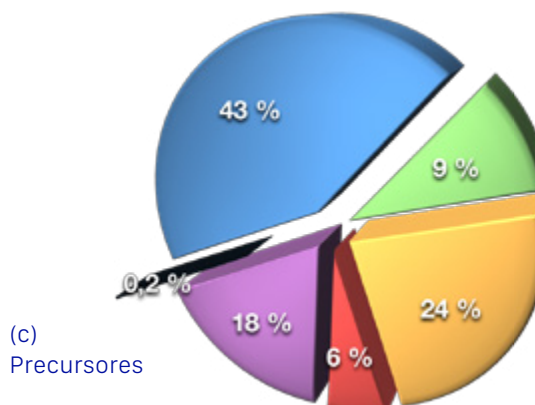
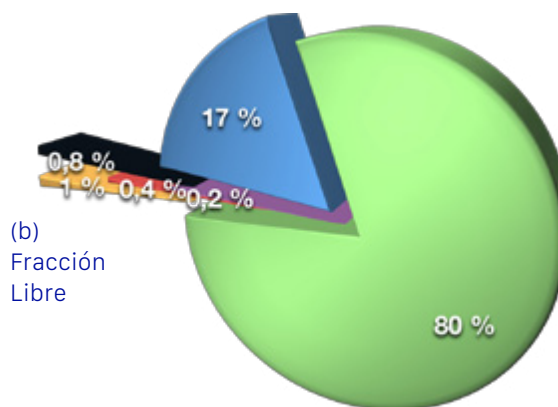
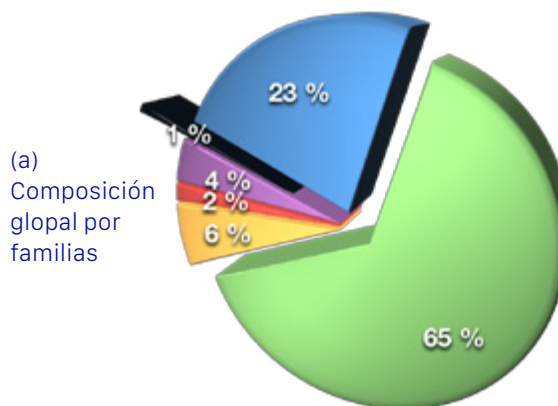


Figura 66. Composición aromática do cultivar Sousón por familias a nivel global (a) e nas súas fraccións libre (b) e glicosilada ou precursores (c)

- Alcohois
- Compostos en C₆
- Terpenos + norisoprenoides
- Ácidos graxos volátiles
- Fenois volátiles
- Outros



Na variedade Sousón a concentración de C₁₃-norisoprenoides foi maior á de terpenos e foi identificada unicamente na súa fracción glicosilada, alcanzando 53 µg/L nesta fracción. En canto aos terpenos, a súa concentración foi de 11 µg/L na súa fracción libre e de 28 µg/L na súa fracción ligada.

Os terpenos maioritarios na variedade Sousón foron o linalol na súa fracción libre cun 71% (8 µg/L) desta fracción e os óxidos e hidróxidos de linalol na súa fracción glicosilada, que supuxeron o 33% dos aromas varietais na súa fracción ligada e con concentracións de 23 µg/L.

Os C₁₃-norisoprenoides, identificados unicamente na súa fracción ligada, estiveron representados por oito compostos, entre os que o 3-oxo- α -ionol foi o maioritario (18%), seguido por 3-hidroxi- β -damascona (11%).

Na Figura 68 represéntase o perfil aromático varietal, terpenos e C₁₃-norisoprenoides, do mosto da variedade Sousón, tanto en forma libre coma en forma de precursores sobre o total destas fraccións de compostos.

Figura 67. **Terpenos e C₁₃-norisoprenoides no cultivar Sousón nas súas fraccións libre e glicosilada ou precursores**

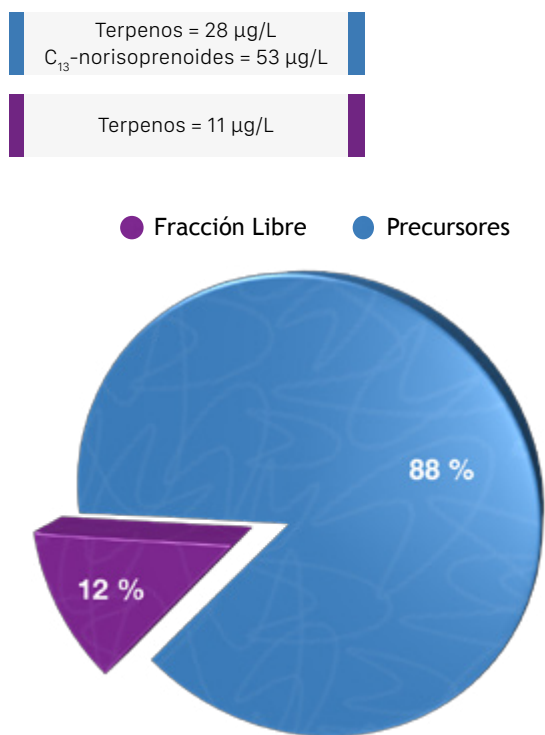
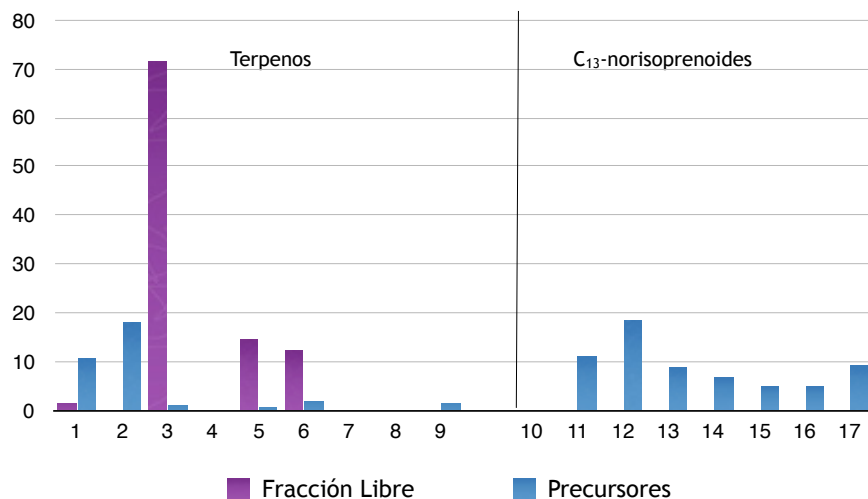


Figura 68. **Perfil aromático varietal do cultivar Sousón. Terpenos e C₁₃-norisoprenoides nas súas fraccións libre e precursores**



Óxidos de linalol (1); Hidróxidos de linalol (2); Linalol (3); Hidroxilinalol (4); Nerol (5); Xeraniol (6); Ho-trienol (7); α -terpineol (8); Diendiois (9); β -damascona (10); 3-hidroxi- β -damascona (11); 3-oxo- α -ionol (12); 3-oxo-7, 8-dihidro- α -ionol (13); 3-hidroxi-7, 8-dehidro- β -ionol (14); 4-oxo-7, 8-dihidro- β -ionol (15); 3, 4-dihidro-3-oxo-actinidol (16); Vomifoliol (17)

3.4. Estudo comparativo das variedades tintas cultivadas en Galicia segundo a súa composición aromática

A continuación preséntanse catro análises dos compoñentes principais (ACP), que como no caso das variedades brancas, ten como obxectivo mostrar unha representación gráfica de todas as variedades tintas estudadas segundo o seu potencial aromático. Esta representación permite coñecer a proximidade ou distancia existente entre elas a nivel de composición aromática.

Na Figura 69 represéntase a distribución das variedades tintas de vide cultivadas en Galicia segundo as diferentes familias de compostos aromáticos identificadas nos mostos. A representación gráfica mostra dous grupos de variedades, un primeiro grupo, situado na parte positiva do eixe X, onde se encontra a variedade Loureiro Tinto, fronte a un segundo grupo no que se atopan o resto das variedades, moi próximas entre elas na súa composición aromática. A variedade Pedral estivo caracterizada fundamentalmente pola familia dos alcohois, non obstante o resto das variedades aparecen agrupadas arredor do resto das familias aromáticas.

Unha segunda análise dos compoñentes principais (Figura 70) mostra a distribución das variedades tintas segundo a súa composición aromática varietal, terpenos e C_{13} -norisoprenoides, nas súas fraccións libre e glicosilada (precursores). Neste caso pódese observar que as variedades tintas se sitúan no plano formando catro grupos. Loureiro Tinto e Caiño Tinto situados na parte positiva e negativa do eixe X, respectivamente, e caracterizadas por C_{13} -norisoprenoides ligados no caso de

Loureiro Tinto e por terpenos libres en Caiño Tinto. Os outros dous grupos de variedades están formados, por un lado, polas variedades Sousón, Mencía e Espadeiro, que comparten características similares respecto ás familias de compostos varietais, fundamentalmente C_{13} -norisoprenoides libres. Por outro lado, as variedades Pedral, Merenzao e Brancellao estiveron caracterizadas fundamentalmente por terpenos ligados.

A Figura 71 mostra a distribución das variedades tintas segundo a composición terpénica (fraccións libre e glicosilada). Na representación gráfica obsérvase un grupo de variedades moi próximas situadas no centro do gráfico e catro variedades algo máis dispersas como son Loureiro Tinto, caracterizada por aromas máis florais (xeraniol, nerol ou Ho-trienol), Merenzao máis cítrica e as variedades Pedral e Sousón, tamén florais, caracterizadas fundamentalmente por óxidos de linalol no primeiro caso e por linalol no segundo.

Por último, a Figura 72 representa a distribución das variedades tintas de vide cultivadas en Galicia segundo a súa composición en C_{13} -norisoprenoides (fraccións libre e glicosilada). Neste caso a representación gráfica mostra unha agrupación das variedades Caiño Tinto, Espadeiro, Brancellao, Mencía e Sousón que se sitúan próximas á α -ionona (aromas florais) fronte ás variedades Pedral, Merenzao e Loureiro Tinto que resultaron estar caracterizadas por compostos que achegan aromas florais e froiteiros.

Figura 69. Distribución das variedades tintas de vide cultivadas en Galicia segundo a súa composición aromática total

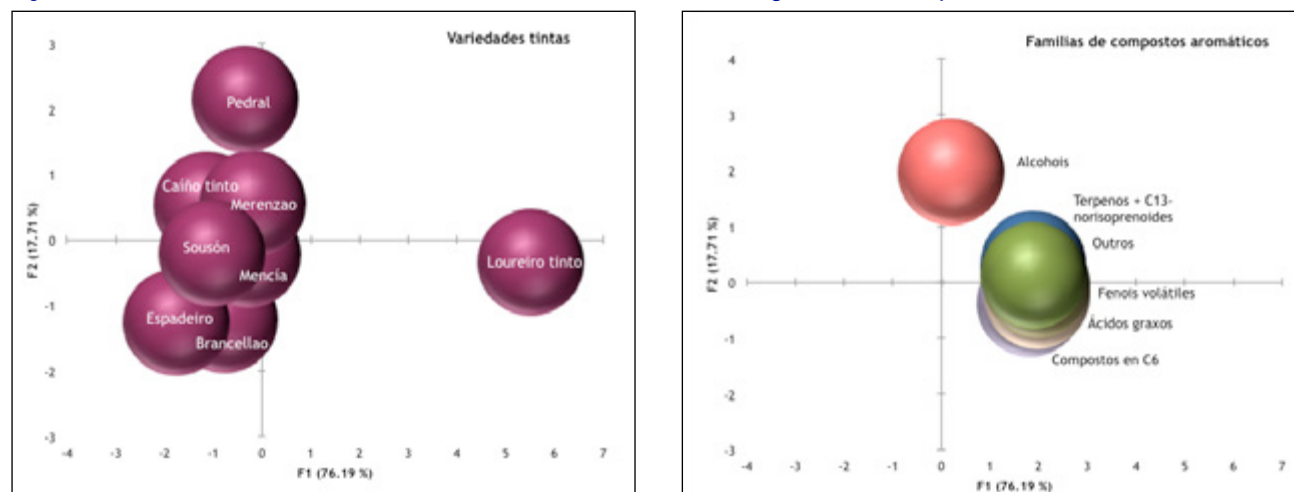


Figura 70. Distribución das variedades tintas de vide cultivadas en Galicia segundo a súa composición aromática varietal, terpenos e C₁₃-norisoprenoides, nas súas fraccións libre e glicosilada

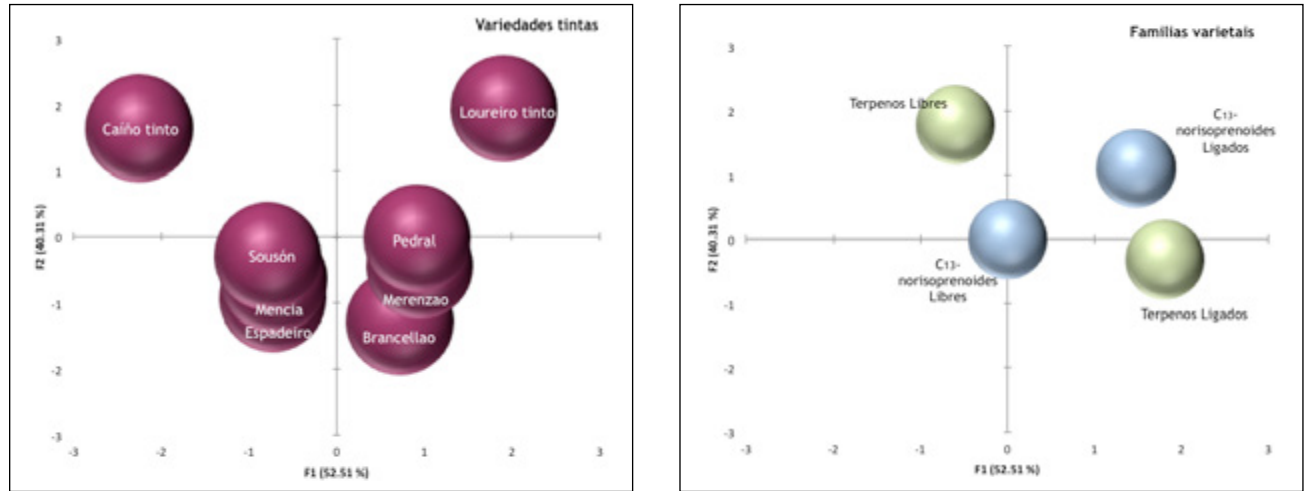


Figura 71. Distribución das variedades tintas de vide cultivadas en Galicia segundo a súa composición terpénica

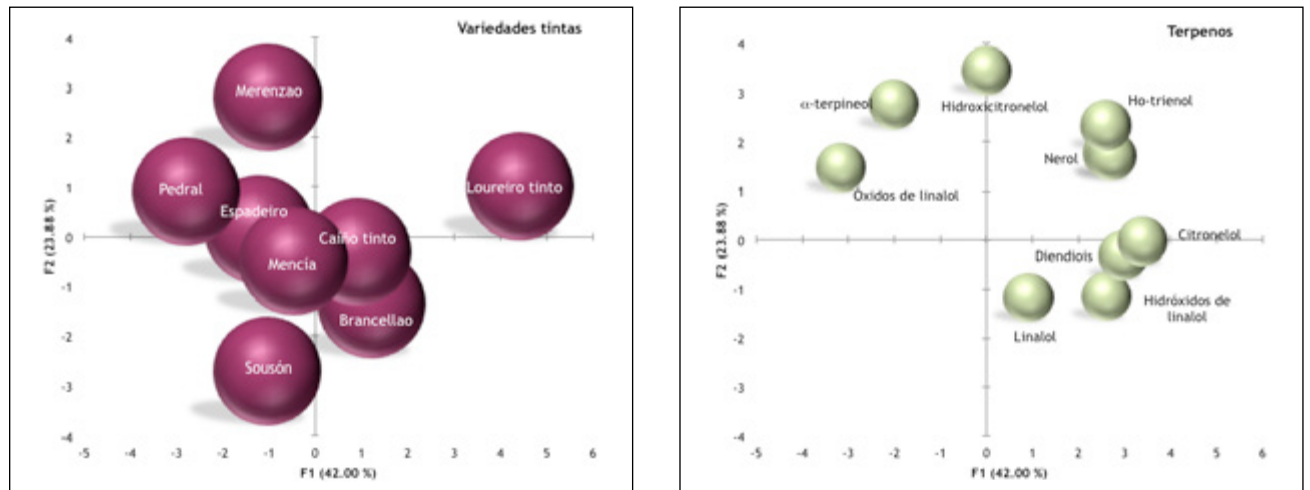
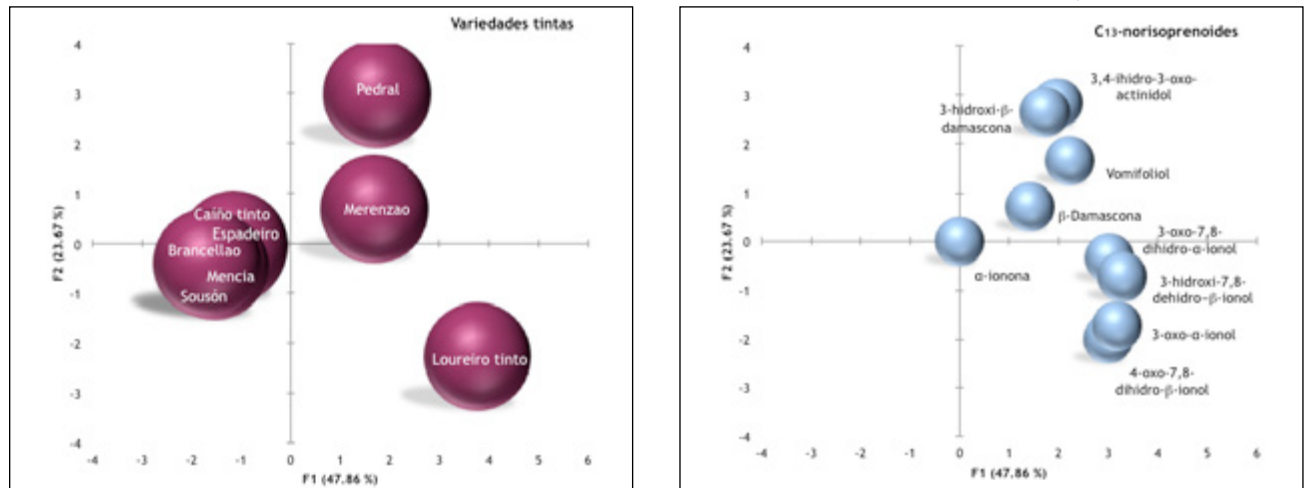


Figura 72. Distribución das variedades tintas de vide cultivadas en Galicia segundo a súa composición en C₁₃-norisoprenoides



Referencias bibliográficas

- Oliveira, J.M. (2000) Aromas varietais e de fermentação determinantes da tipicidade das castas Loureiro e Alvarinho. Ph.D. Tese, Universidade do Miño, Braga, Portugal.
- Vilanova, M. & J.M. Oliveira (2012) Application of Gas Chromatography on the Evaluation of Grape and Wine Aroma in Atlantic Viticulture (NW Iberian Peninsula) Capítulo 7, pp. 109-146, Gas Chromatography in Plant Science, Wine technology, Toxicology and Some Specific Applications. Bekir Salih and Omur Celikbicak Editores, ISBN: 978-953-51-0127-7.
- Fischer, U., D. Rothb & M. Christmann (1999). The impact of geographic origin, vintage and wine estate on sensory properties of *Vitis vinifera* cv. Riesling wines. Food Quality and Preferences. 10: 281-288.
- Ribéreau-Gayon, P., Y. Glories, A. Maujean & D. Dubourdieu (2000). Varietal aroma. In: Handbook of Enology. Volume 2 – The Chemistry of Wine and Stabilization and Treatments, John Wiley & Sons Ltd., ISBN 0-471-97362-9, Chichester, England, pp.187–206.
- Sefton, M.A., I.L. Francis & P.J. Williams (1993) The volatile composition of Chardonnay juices: A study by flavor precursor analysis. American Journal of Enology and Viticulture. 44: 359–369.
- Winterhalter, P. (1993) The generation of C13-norisoprenoid volátiles in Riesling wine. In: Bayonove C.L., Crouzet J., Flanzly C., Martin J.C. and Sapis J.C. (eds), Connaissance Aromatique des Cépages et Qualité des Vins France: Actes du Symposium International. Revue Française d'Oenologie. 33: 65–73.
- Kotseridis, Y., A. Anocibar-Beloqui, A. Bertrand & J.P. Doazan (1998) An analytical method for studying the volatile compounds of Merlot noir clone wines. American Journal of Enology and Viticulture. 49: 44-48.
- Di Stefano, R., N. Gentilini & I. Ummarino (2000) Studio dei profili aromatici di varietà a frutto bianco coltivate nella zona del Collio. L'Enologo. 38: 95-102.
- Bayonove, C.L. (1992) Les composés terpéniques. In: Les Acquisitions Récentes en Chromatographie du Vin. Application à l'Analyse Sensorielle des Vins, Porto, 31 Marzo, 1, 2 e 3 Abril, 99-119.
- Gunata, Y.Z., S.M. Bitteur, R.L. Baumes, J.C. Sapis & C.L. Bayonove (1990) Activités glycosidases en vinification. Perspectives d'exploitation des précurseurs d'arôme de raisin, de nature glycosidique. Revue Française d'Oenologie. 122: 37-41.
- Gunata, Y.Z., I. Dugelay, J.C. Sapis, R.L. Baumes & C.L. Bayonove (1993) Role of enzymes in the use of the flavour potential from grape glycosides in winemaking. In: Schreier P. and Winterhalter P. (eds), Progress in Flavour Precursor Studies-Analysis, Generation and Biotechnology. Carol Stream, IL: Allured Publishing Corporation, pp. 219–234.
- Baumes, R.L., C.L. Bayonove & Y.Z. Günata (1994) Connaissances actuelles sur le potential aromatique des Muscats. Progrés Agricole et Viticole 111 (11): 251-256.
- Etievant, P.X. (1991) Wine. In H. Maarse (Ed.), Volatile compounds of food and beverages (pp. 483–5467). New York, USA: Marcel Dekker.
- Ferreira, V., R. López & J.F. Cacho (2000) Quantitative determination of the odorants of young red wines from different grape varieties. Journal of Sciences of Food and Agriculture 80: 1659–1667.
- Francis, I.L. & J.L. Newton (2005) Determining wine aroma from compositional data. Australian Journal of Grape and Wine Research. 11: 114–126.
- Carballeira, L, S. Cortés M.L. Gil, & E. Fernández (2001) SPEGC determination of aromatic compounds in two varieties of white grape during ripening. Chromatography Supplement. 53: 350–355.
- E. Falqué, E. Fernández & D. Dubourdieu (2001). Differentiation of white wines by their aromatic index. Talanta. 54: 271–281.
- Diéguez, S.C., L.C. Lois, E.F. Gómez & G.M.L. de la Peña (2003) Aromatic composition of the *Vitis vinifera* grape Albariño. LWT- Food Sciences and Technology, 36: 585-590.
- Fernández, E. S.M. Cortés, M. Castro, M. Gil & M.L. Gil (1999) Distribution of free and glycosidically bound monoterpenes and norisoprenoids in the skin and pulp of Albariño grapes during 1998 maturation. In: Oenologie 99 – 6th Symposium International d'Oenologie, A. Lonvaud Funel (ed.), Bordeaux. TEC&DOC: Paris, pp.161–164
- Orriols, I. & F.M. Moreno Camacho (1991) Influencia de las levaduras en la formación de sustancias volátiles en la vinificación de la variedad Albariño. Vitivinicultura. 2 (6): 21-24.
- Versini, G., I. Orriols & A. Dalla Serra (1994) Aroma components of Galician Albariño, Loureira and Godello wines. Vitis. 33: 165–170.
- Vilanova, M. & C. Sieiro (2006) Determination of free and bound compounds in Albariño wine. Journal of Food Composition and Analysis. 19(6-7): 694-697.
- Zamuz, S. & M. Vilanova (2006) Comparative study of volatile composition of *Vitis vinifera* cv. Albariño white wines from different origins. Flavour and Fragrance Journal. 21: 743-748
- Vilanova, M. & C. Sieiro (2006) Contribution by *Saccharomyces cerevisiae* yeast to fermentative flavour compounds in wines from cv. Albariño. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology. 33 (11): 929-933.
- Vilanova, M., S. Zamuz, F. Vilariño & C. Sieiro (2007) Effect of *terroir* on the volatiles of *Vitis vinifera* cv. Albariño. Journal of the Sciences of Food and Agriculture. 87: 1252-1256
- Vilanova, M., S. Zamuz, J. Tardaguila & A. Masa (2008) Characterization by descriptive analysis of *Vitis vinifera* cv. Albariño. Journal of the Sciences of Food and Agriculture. 88: 819-823.
- Vilanova, M., Z. Genisheva, A. Masa & J.M. Oliveira (2010) Correlation between volatile composition and sensory properties in Spanish Albariño wine. Microchemical Journal. 95: 240-246.
- Oliveira, J.M., I.M. Araujo, O.M. Pereira, J.S. Maia, A.J. Amaral & M.O. Maia (2004) Characterization and differentiation of five Vinhos Verdes grape varieties on the basis of monoterpenic compounds. Analytica Chimica Acta. 513: 269–275.
- Genisheva, Z. & J. M. Oliveira (2009) Monoterpenic characterization of White cultivars from Vinhos Verdes appellation of origin (North Portugal). Journal of Institute of Brewing. 115: 308–317.
- Vilanova, M. & C. Sieiro (2006) Determination of free and bound compounds in Albariño wine. Journal of Food Composition and Analysis. 19(6-7): 694-697.
- Vilanova, M. & F. Vilariño (2006) Influence of geographic origin on aromatic descriptors of Albariño wines. Flavour and Fragrance Journal. 21(2): 373-378.
- Zamuz, S. & M. Vilanova (2006) Volatile composition of the *Vitis vinifera* Albariño musts according to geographic area from Rías Baixas AOC (Spain). Italian Journal Food Sciences. 3 (18): 323-328.
- Zamuz, S. & M. Vilanova (2006) Comparative study of volatile composition of *Vitis vinifera* cv. Albariño white wines from different origins. Flavour and Fragrance Journal. 21: 743-748.
- Oliveira, J.M., M.O. Maia, R.L. Baumes & C.L. Bayonove (2000) Free and bound aromatic components of Loureiro and Alvarinho grape varieties from the Vinhos Verdes region. Viticulture and Enology Science. 55: 13–20.
- Oliveira, J.M., P. Oliveira, R.L. Baumes & M.O. Maia (2008) Volatile and glycosidically bound composition of Loureiro and Alvarinho wines. Food Sciences and Technology International. 14: 341–353.

-
36. Oliveira, J.M., P. Oliveira, R.L. Baumes & M.O. Maia (2008a) Changes in aromatic characteristics of Loureiro and Alvarinho wines during maturation. *Journal of Food Composition and Analysis*. 21: 695–707.
 37. Vilanova, M., Z. Genisheva, L. Bescansa, A. Masa & J.M. Oliveira (2009) Volatile composition of fermented must from *Vitis vinifera* Agudelo, Serradelo and Blanco lexítimo from Betanzos (NW Spain). *Journal of Institute of Brewing*. 115 (1): 35–40.
 38. Vilanova, M., Z. Genisheva, L. Bescansa, A. Masa & J.M. Oliveira (2012) Changes in free and bound fractions of aroma compounds of four *Vitis vinifera* cultivars at the last ripening stages. *Phytochemistry*. 74: 196–205.
 39. Losada, M.M. (1999) Estudio de la influencia de distintos factores en los caracteres físico-químicos y organolépticos en vinos elaborados con uvas de la variedad Godello. Tese de doutoramento, Universidade Politécnica de Madrid.
 40. Losada, M.M., J. Andrés, J. Cacho, E. Revilla, F. Jorge & J.F. López (2010) Influence of some prefermentative treatments on aroma composition and sensory evaluation of white Godello wines. *Food Chemistry*. 125 (3): 884–891.
 41. Vilanova, M. (2006) Sensory descriptive analysis and consumer acceptability of Godello wines from Valdeorras Apellation Origen Controlée (northwest Spain). *Journal of Sensory Studies*. 21: 262–372.
 42. Vilanova, M., Masa A. & Tardaguila J. (2009) Evaluation of the aromatic variability of Spanish grape by Quantitative Descriptive Analysis. *Euphytica*. 165:383–389.
 43. Vilanova, M., A. Escudero, M. Graña & J. Cacho (2013) Volatile composition and sensory properties of *Vitis vinifera* white cultivars from NW Spain. Correlation between sensory and instrumental analysis. *Food Research International*. 54: 562–568.
 44. Vilanova, M., S. Cortés, J.L. Santiago, C. Martínez & E. Fernández (2007) Aromatic compounds in wines produced during fermentation: effect of three red cultivars. *Internacional Journal of Food Properties*. 10: 867–975.
 45. Vilanova, M., S. Cortés, J.L. Santiago, C. Martínez & E. Fernández (2008) Potent contribution of some grape-derived aromatic compounds to the primary aroma in red wines from cv. Caíño Tinto, cv. Caíño Bravo and cv. Caíño Longo grapes. *Journal of Agricultural Sciences*. 146 (3): 325–332.
 46. Vilanova, M. & M.C. Martínez (2007) A first study of aromatic compounds of red wine from *Vitis vinifera* cv. Castañal grown in Galicia (NW Spain). *European Food Research and Technology*. 224: 431–436.
 47. Canosa, P., J.M. Oliveira, A. Masa & M. Vilanova (2011) Study of the volatile and glicodically composition of minority *Vitis vinifera* cultivars from NW Spain. *Journal of Institute of Brewing*. 117(3): 462–471.
 48. Vilanova, M., E. Campo, A. Escudero, M. Graña, A. Masa & J. Cacho (2012) Volatile composition and sensory properties of *Vitis vinifera* red cultivars from NW Spain. *Analytica Chemical Acta*. 720:104–111.
 49. Noguerol-Pato, R., C. González-Barreiro, B. Cancho-Grande, & J. Simal-Gándara (2009) Quantitative determination and characterisation of the main odorants of Mencía monovarietal red wines. *Food Chemistry*. 117:473–484.
 50. Vilanova, M. & B. Soto (2005) The impact of geographic origin on sensory properties of *Vitis vinifera* cv. Mencía. *Journal of Sensory Studies*. 20: 503–511.
 51. Vilanova, M., I. Rodríguez, P. Canosa, I. Otero, E. Gamero, D. Moreno, I. Talaverano & E. Valdés (2015) Variability in chemical composition of *Vitis vinifera* cv Mencía from different geographic areas and vintages in Ribeira Sacra (NW Spain). *Food Chemistry*. 169 (15): 187–196.

galicia

