

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y DEL MEDIO NATURAL

Departamento de Tecnología de los Alimentos



Caracterización de vinos del cv. Cariñena de la bodega Costers del Priorat procedentes de distintos terroir

Trabajo Fin de Máster

Autora: **JULIA CHORABIK**

Directora: Dra. **M^a INMACULADA ÁLVAREZ CANO**

Máster Universitario en Enología

Curso académico 2019/2020

Valencia, junio de 2020



**ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE
INGENIERÍA
AGRONÓMICA Y DEL
MEDIO NATURAL**

Ficha resumen del Trabajo Fin de Máster

Datos personales

Nombre y apellidos: Julia Chorabik

Datos del trabajo de fin de Máster

Título del TFM: Caracterización de vinos del cv. Cariñena de la bodega Costers del Priorat procedentes de distintos terroir

Lugar de realización: Universidad Politécnica de Valencia

Fecha entrega: Junio de 2020

Titulación: Máster Universitario en Enología

Director/a: M^a Inmaculada Álvarez Cano

Resumen

Los factores edafoclimáticos de cada parcela vitícola, reunidos con las prácticas culturales y la herencia vitivinícola del pasado dentro del concepto de "terroir" determinan la expresión final de cada vino. Es de interés para las empresas elaboradoras poder determinar las características que diferencian los vinos de las distintas fincas plantadas con la misma variedad, con cepas de la misma edad y elaborados de forma homogénea.

En este trabajo se han caracterizado los vinos obtenidos de las viñas viejas de variedad cariñena, procedentes de distintas parcelas dentro de la D.O. Cualificada Priorato, en función de su composición polifenólica y valoración organoléptica.

Los compuestos polifenólicos han sido analizados por métodos espectrofotométricos. Se han determinado los parámetros de color y las concentraciones de antocianos, taninos y polifenoles, la polimerización de los taninos y su combinación con sales, péptidos y polisacáridos y también con los antocianos. Se han encontrado diferencias entre los distintos parámetros analizados en los distintos vinos. Los vinos de la parcela de la Vella Vilella son los más concentrados, tanto por su grado alcohólico y acidez total como por la mayor cantidad de sus compuestos polifenólicos. Los vinos de Paredes Velles y Costers d'All han sido los más valorados organolépticamente. Este resultado se ha relacionado con la distinta disposición del terreno, altitud y naturaleza del suelo, que diferencian los vinos de estas fincas del resto de los vinos estudiados.

Palabras clave

Vino, Cariñena, Terroir.

Abstract

The edaphoclimatic factors of each vineyard plot, together with the cultural practices and the wine heritage of the past, known as the concept of "terroir" determine the final expression of each wine. It is in the interest of the manufacturing companies to be able to determine the characteristics that differentiate the wines from the different estates, planted with the same variety, with vines of the same age, produced in a homogeneous way.

In this work, the wines obtained from the old vines of the Carignan variety, coming from different plots within the Priorat Denomination of Origin, have been characterized by their polyphenolic composition and organoleptic evaluation.

Polyphenolic compounds have been analyzed by spectrophotometric methods. The color parameters and concentrations of anthocyanins, tannins and polyphenols, the polymerization of tannins and their combination with salts, peptides and polysaccharides and also with anthocyanins have been determined. Differences have been found between the different parameters analyzed in the different wines. The wines from the Vella Vilella plot are the most concentrated, both for their alcoholic strength, total acidity and for the greater amount of their polyphenolic compounds. Paredes Velles and Costers d'All wines have been the most organoleptically valued. This result has been related to the different disposition of the terrain, altitude and nature of the soil, which differentiate the wines of this plots from the rest of the wines studied.

Key words

Wine, Carignan, Terroir.

Agradecimientos

Agradezco a todas las personas que influyeron en mi desarrollo educativo e intelectual.

Me considero una persona afortunada por poder conocer tantos profesores y profesionales del mundo agronómico y enológico, que me han ayudado a encontrar mi camino.

Quiero dar las gracias, a todos los profesores del máster, por todo su esfuerzo en compartir su conocimiento de calidad y por la buena acogida que, sin duda, he recibido en la Escuela. Incluso más, agradezco a Inma, por todas las lecturas recomendadas, que las encontré de gran interés, así como por todo el apoyo y ayuda en la elaboración de esta tesis final.

Por otro lado, necesito agradecerle a la empresa Costers del Priorat, no solo su colaboración en este proyecto, sino también por toda la experiencia de vendimia y elaboración del vino en tan preciosa zona del Priorato. Especialmente a José Más, el enólogo de la empresa, ya que gracias a su apertura ha sido posible llevar a cabo este experimento.

Además, quiero agradecer a mis amigos por su apoyo, motivación y por estar a mi lado, aunque físicamente estamos a muchos kilómetros de distancia.

Por último, pero no menos importante, me gustaría agradecer a mi pareja Jorge, quien nunca ha dudado de mis habilidades y siempre me ha alentado a obtener mis metas.

¡Gracias!

Índice

1. Introducción	1
1.1. Influencia del suelo, latitud y orientación en la composición de los vinos. Concepto del terroir.	1
1.2. Cultivar Cariñena	3
1.3. D.O.Ca. Priorato. Sus suelos y clima.	4
2. Objetivos	7
3. Materiales y métodos.....	8
3.1. Diseño experimental	8
3.1.1. Descripción de las parcelas.....	8
3.1.1.1. Torroja del Priorat	9
3.1.1.2. Bellmunt del Priorat.....	10
3.1.1.3. Vilella Baixa.....	11
3.1.1.4. Características de las parcelas	12
3.1.2. Vinificación y toma de muestras.....	13
3.2. Análisis enológicos	13
3.2.1. Análisis generales	13
3.2.2. Análisis de polifenoles	14
3.2.3. Análisis sensorial.....	17
3.3. Análisis estadístico	17
4. Resultados y discusión	18
4.1. Resultados de los análisis de los parámetros generales	18
4.2. Resultados del análisis de los compuestos polifenólicos	20
4.2.1. Color de los vinos.....	21
4.2.2. Concentración de los compuestos polifenólicos.....	22
4.2.3. Calidad de los polifenoles	25
4.3. Análisis sensorial	27
5. Conclusiones	30
Bibliografía	31

Índice de tablas

Tabla 1: Comparativa de las parcelas	12
Tabla 2: Valores medios, mínimos, máximos, desviación estándar y coeficiente de variación de los parámetros generales de los vinos del cv. cariñena de los distintos terroir	18
Tabla 3: Valores medios, desviación estándar y ANOVA de los parámetros generales de los vinos.....	19
Tabla 4: Valores medios, mínimos, máximos, desviación estándar y coeficiente de variación de los resultados del análisis de los polifenoles	21
Tabla 5: Medias, desviación estándar y ANOVA de los parámetros relacionados con el color ..	22
Tabla 6: Media, desviación estándar y ANOVA de IPT y concentración de polifenoles, flavonoides y no flavonoides.....	23
Tabla 7: Media, desviación estándar y ANOVA de la concentración de antocianos totales y coloreados.....	24
Tabla 8: Media, desviación estándar y ANOVA de la concentración de catequinas, taninos totales y condensados y relación catequina/tanino	25
Tabla 9: Media, desviación estándar y ANOVA de la concentración de ortodihidroxifenoles, Índice DMACH, Índice de PVPP e Índice de etanol.	26
Tabla 10: Análisis sensorial - valores medios, mínimos, máximos, desviación estándar y coeficiente de variación	27
Tabla 11: Medias, desviaciones estándar y ANOVA de los parámetros sensoriales.....	28

Índice de figuras

Figura 1: Perfil del suelo de areniscas y pizarras con niveles de conglomerados, Priorato (Martínez Díaz, 1983)	4
Figura 2: Mapa geológico de la comarca del Priorato 1:50 000 (Mapa Geològic De Catalunya, 2020)	5
Figura 3: Valores climatológicos normales, 2007-2016, Torroja del Priorat (Servei Meteorològic de Catalunya, 2017)	6
Figura 4: Ubicación de las parcelas	8
Figura 5: Ubicación de las parcelas en Torroja del Priorat	9
Figura 6: La Senia, vista	9
Figura 7: Los racimos de cariñena en la Senia	9
Figura 8: La orografía de las parcelas de Torroja (1).	10
Figura 9: La orografía de las parcelas de Torroja (2).	10
Figura 10: Los racimos de Cariñenas de Closs Cypress.....	11
Figura 11: Vista a la parcela de Closs Cypress	11
Figura 12: Ubicación de las parcelas de Bellmunt del Priorat	11
Figura 13: Orografía de las parcelas de Bellmunt.....	11
Figura 14: Ubicación de la parcela de Vilella Baixa.....	12
Figura 15: Orografía de la parcela de la Vilella Baixa	12
Figura 16: Representación en tela de araña del análisis sensorial de los vinos.....	29

1. Introducción

1.1. Influencia del suelo, latitud y orientación en la composición de los vinos. Concepto del terroir.

Existen varios factores que influyen en el crecimiento y en los procesos fisiológicos del fruto de la vid, y en la composición del vino. Entre ellos se puede destacar el cultivar, el injerto, el clima, el suelo y las prácticas culturales (Jackson and Lombard, 1993). Cada variedad tiene sus características específicas, pero el clima local, las prácticas agrícolas y el terroir determinan su expresión final (Reynier, 2013).

La Organización Internacional de la Viña y el Vino en su resolución OIV/VITI 333/2010 define: *“El “terroir” vitivinícola es un concepto que se refiere a un espacio sobre el cual se desarrolla el conocimiento colectivo de las interacciones entre un medio físico y biológico identificable y las prácticas vitivinícolas aplicadas, que confieren unas características distintivas a los productos originarios de este espacio* (Tomasi et al., 2010).

El terroir incluye características específicas del suelo, de la topografía, del clima, del paisaje y de la biodiversidad. El término describe una vid particular vinculada a una región vinícola caracterizada por un área climática específica, un entorno geológico, un distrito vitivinícola específico y unas características organolépticas típicas del vino (Vaudour, 2002; Deloire et al., 2005). La distinción del terroir ha ganado progresivamente relevancia en la comercialización del vino como una herramienta para respaldar la calidad de los vinos y mejorar su competitividad y rentabilidad en los mercados internacionales. Probablemente más que muchos otros alimentos y bebidas, el vino tiene una fuerte identidad y una estrecha conexión con su lugar de origen (Bucelli et al., 2011; Costantini et al., 2016).

Esta conexión sigue siendo uno de los temas más debatidos en el mundo del vino, debido a la gran variedad de factores naturales y humanos que interactúan, sobre los cuales no siempre hay acuerdo. Estos factores incluyen el clima, el suelo, la topografía, el cultivo de la vid, las prácticas vitícolas y enológicas, que juntas crean características únicas y distintivas en el vino de un lugar determinado, que es percibido y reconocible por los consumidores y expertos (Fischer et al., 2016; Costantini et al., 2016).

Además del factor humano, que desempeña el papel más importante a través de las prácticas vitícolas y enológicas, los factores naturales que son más importantes en la expresión del terroir pueden variar según la escala que se considere, a una "escala regional", es probable que el macroclima en interacción con el cultivar de vid sea el más importante (Jones et al., 2005). A escala "dentro de la región" y "distrito del vino", la interacción entre mesoclima, topografía y geología podría ser los factores dominantes que impulsan el rendimiento de la vid y las peculiaridades de la uva (Nicholas et al., 2011; Priori et al., 2014; Ramos et al., 2015). La topografía afecta en gran medida al mesoclima por altitud, proximidad a grandes cuerpos de agua, aspecto y pendiente. Es bien sabido que, durante la maduración de la uva, la variabilidad espacial de las temperaturas diurnas y nocturnas juega un papel muy importante en la separación de las zonas productoras de vino, caracterizándolas por la diferente maduración, aroma y coloración de la uva (Tonietto y Carbonneau, 2004).

Desde el punto de vista geológico, el terroir se ha definido como la geoquímica del suelo, las aguas superficiales y las subterráneas, y como la interacción entre el clima, el suelo, la variedad de vid y la geología (Van Leeuwen y Seguin, 2006, Costantini y Bucelli, 2008). Diversos estudios realizados sobre el terroir han encontrado que los elementos químicos del suelo, tanto su fracción mineral como la orgánica, pueden transferirse a la planta y luego al producto terminado (Greenough et al., 2005, Petrini et al., 2014, Protano y Rossi, 2014). Otros estudios han mostrado que la distribución de elementos de tierras raras en las rocas se mantuvo en el suelo del viñedo y en los tejidos de la vid (Censi et al., 2014, Pepi et al., 2016a) y que la distribución de oligoelementos en las muestras de bayas de uva está relacionada con el origen geográfico (Aceto et al., 2013; Censi et al., 2014; Durante et al., 2016).

El papel de la geología en las peculiaridades del vino es un tema muy debatido, ya que mientras muchos autores afirman que la geología del viñedo contribuye significativamente a las peculiaridades del vino (Van Leeuwen y Seguin, 2006; Costantini et al., 2012; Bonfante et al., 2015), otros consideran los efectos del suelo y el lecho de roca en la uva y vino insignificante (Matthews, 2016), aunque está mayoritariamente aceptado que la geología de los viñedos influye significativamente en la tipicidad del vino, pero todavía hay poco conocimiento con base científica sobre cómo se establece esta conexión y qué parámetros geológicos específicos están involucrados. Algunos ejemplos significativos son la relación de los vinos Chablis con la piedra caliza kimmeridgiana, o la de los vinos Beaujolais con granito, que junto con muchos otros se consideran cruciales para la expresión de la tipicidad del vino (Van Leeuwen y Seguin, 2006). Matthews (2016) afirma que de la palabra terroir, interpretada como una asociación de geología y suelo, se abusa muy a menudo y no está precedida por descubrimientos científicos de sabores o características del vino derivados del suelo y las rocas, lo que se conoce como "mineralidad", "sabor rocoso", "sabor a cuarzo" y "olor a grafito", este último para vinos producidos en esquistos con grafito en Priorato (Maltman, 2008). Braschi y colaboradores (2018) establecieron que las características de la roca y el suelo pueden influir indirectamente en la vía bioquímica de los elementos durante el cultivo y la vinificación de la uva, y en las peculiaridades del vino, pudiendo seguirse la transferencia isotópica característica desde el lecho de roca hasta el suelo, la vid, la uva y el vino, lo que permite rastrear el origen del vino a una escala muy detallada.

Recientes estudios confirman los vínculos directos entre las propiedades del suelo, de la viña y el vino (Barlow et al., 2017; Roullier-Gall et al., 2014). Ferreti (2019) estudiando los vinos de Gewürtztraminer cultivados en las Dolomitas del norte de Italia encontró una clara relación entre el suelo de grano fino, silicato o carbonatos, y la redondez, estructura, y complejidad aromática de los vinos, acuñando un nuevo término, "Identidad Geológica del Viñedo (VGI)" que apoya la subdivisión territorial proporcionada por la información geológica evaluada científicamente, a través del análisis de la historia geológica de la tierra y los procesos de formación de sedimentos del suelo.

La naturaleza de la roca madre, junto con su estado físico (color, dureza, compactación, presencia de planos de debilidad) y el grado de meteorización, influyen en gran medida en las propiedades físicas e hidrológicas del suelo, que influyen en el desarrollo de las raíces y la absorción de agua. Además, la geoquímica de la roca madre afecta el pH del suelo, el suministro de nutrientes y el equilibrio, que son cruciales para el crecimiento de la vid y la composición de la uva (Kodur, 2011; Retallack y Burns, 2016). Las propiedades físicas del suelo, como la textura, la estructura, el drenaje interno y la profundidad del suelo, influyen en la

temperatura del suelo, las relaciones suelo/agua y el desarrollo de las raíces, lo que posteriormente influye en el agua y la nutrición química de la vid (Morlat y Bodin, 2006).

Las condiciones hídricas del suelo afectan de forma evidente a la evolución de las cepas y a la composición de las uvas (Conradie et al., 2002), teniendo el estrés hídrico que sufre la planta un efecto directo en la actividad fotosintética y en la acumulación de potasio, y por tanto en el pH del mosto (Freeman et al., 1982; Bonfante et al., 2011). El estado del agua del suelo y las condiciones de absorción de agua, son factores clave del terruño (Costantini et al., 2013; Marciniak et al., 2013; Bonfante et al., 2015). La alta calidad de la uva, especialmente para el vino tinto, a menudo se asocia con un déficit hídrico leve, que en los viñedos de secano está relacionado con una interacción compleja entre el clima (lluvia, evapotranspiración), la hidrología del suelo (capacidad de retención de agua, drenaje interno) y la densidad y distribución de raíces de vid (Bonfante et al., 2011; Costantini et al., 2013; Deloire et al., 2005; Dry, 2016; Marciniak et al., 2013; Brillante et al., 2016).

Otro factor muy importante es la radiación solar (Bois et al., 2008), que está influida por la ubicación, la latitud y la orientación del viñedo. La exposición al sol tiene conexión directa con el tamaño del grano (Dokoozlian and Kliewer, 1996; Downey et al., 2006), con la síntesis de flavonoles en el fruto (Downey et al., 2004), y con el contenido de azúcares, de antocianos, de compuestos fenólicos y de ácidos de las uvas (Schultz, 2000).

El conjunto de la fertilidad del suelo, el estrés hídrico y la temperatura tiene un impacto importante en el tamaño de la baya y la concentración de los compuestos en la uva y por tanto en el mosto (Matthews and Nuzzo, 2007).

1.2. Cultivar Cariñena

La uva Cariñena, conocida también con los nombres de Samsó en Cataluña, Mazuelo en La Rioja y como Carignan en otros países vitivinícolas, proviene de la región aragonesa de Cariñena (Aleixandre, 2005). Es una uva tinta de desborre tardío y maduración medio-tardía, perfectamente adaptada a climas secos y suelos poco fértiles, que presenta problemas de madurez en climas frescos. Cuando las condiciones de cultivo son favorables forma grandes racimos y uvas de gran tamaño. Destaca por su alta acidez y elevado contenido de polifenoles (MAPAMA, n.d.).

Con respecto a la uva Cariñena, hay que destacar los estudios de Edo-Roca y colaboradores, que mencionan su robustez, su dificultad en la maduración completa y su dificultad para producir vinos monovarietales de alta calidad (Edo-Roca et al., 2013), así como el efecto significativo que tiene el tamaño de la baya en la maduración polifenólica en este cultivar, ya que observaron repetidamente que la calidad aumenta cuando el tamaño de la baya decrece (Edo-Roca et al., 2014). Otros estudios ponen de manifiesto que el vino obtenido no es fácil de domar durante la crianza en roble, e incluso los vinos provenientes de viñas viejas y/o mezclados con otras variedades, pueden sufrir rechazo por parte del consumidor (Robinson, Harding and Vouillamoz, 2012).

Sin embargo, la zona vitivinícola del Priorato con sus condiciones edafoclimáticas especiales es una zona donde la variedad Cariñena puede lograr una buena maduración y una alta calidad tanto de la uva como del vino resultante (Aleixandre, 2005).

1.3. D.O.Ca. Priorato. Sus suelos y clima.

La zona vitivinícola amparada por la Denominación de Origen Calificada Priorato consta de un territorio compuesto por doce municipios de la comarca de Priorato (Tarragona). Su nombre procede del hecho de que en estos municipios se pagaba el impuesto a la cartuja de Escaladei antes de la desamortización de Mendizábal.

La zona está ubicada en una depresión y su límite septentrional es la sierra de Montsant. Como característica diferenciadora de esta zona, respecto a otras zonas productoras de vino, destaca su orografía, con pendientes pronunciadas y sus suelos, mayoritariamente de pizarras carboníferas, llamadas licorellas. Esta situación ocasiona que el cultivo del viñedo sea difícil y costoso, ya que todos los trabajos necesitan ser manuales y los rendimientos son muy bajos. Entre los suelos de licorella, los más populares son areniscas y pizarras con niveles de conglomerados, proveniente del Carbonífero, marcadas en la Figura 2 con el color verde y cuyo perfil se puede ver en la Figura 1.

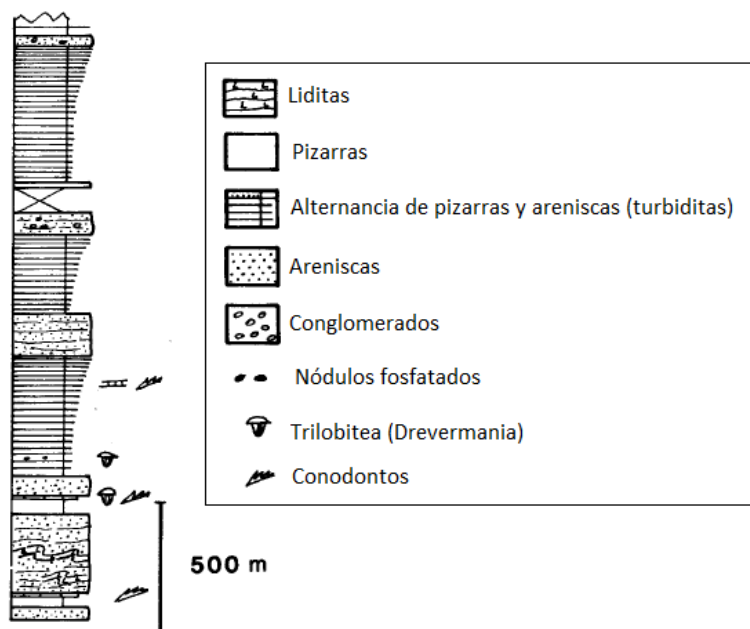


Figura 1: Perfil del suelo de areniscas y pizarras con niveles de conglomerados, Priorato (Martínez Díaz, 1983)

Entre los suelos de pizarra también podemos encontrarnos pizarras arcillosas con intercalaciones de cuarcitas y liditas del periodo Devónico, siendo frecuentes estos suelos en los municipios de Vilella Alta, Torroja y Porrera.

Los suelos de licorella están caracterizados por poca profundidad, cuya roca madre se puede encontrar en unos 10-15cm. La cantidad de materia orgánica es baja. Aunque el clima del Priorat es más húmedo que de las comarcas vecinas, la humedad del suelo es escasa debido a las escorrentías. Por lo tanto, las raíces de las vides necesitan penetrar entre desagregaciones

de las pizarras para la búsqueda de humedad, nutrientes y temperaturas más bajas. Estas condiciones adversas causan un estrés en la planta. Esto causa que las vendimias siempre hayan sido escasas, en el entorno de 1 kilogramo por la planta (Cobertera Laguna de Ezquerria, 1986).

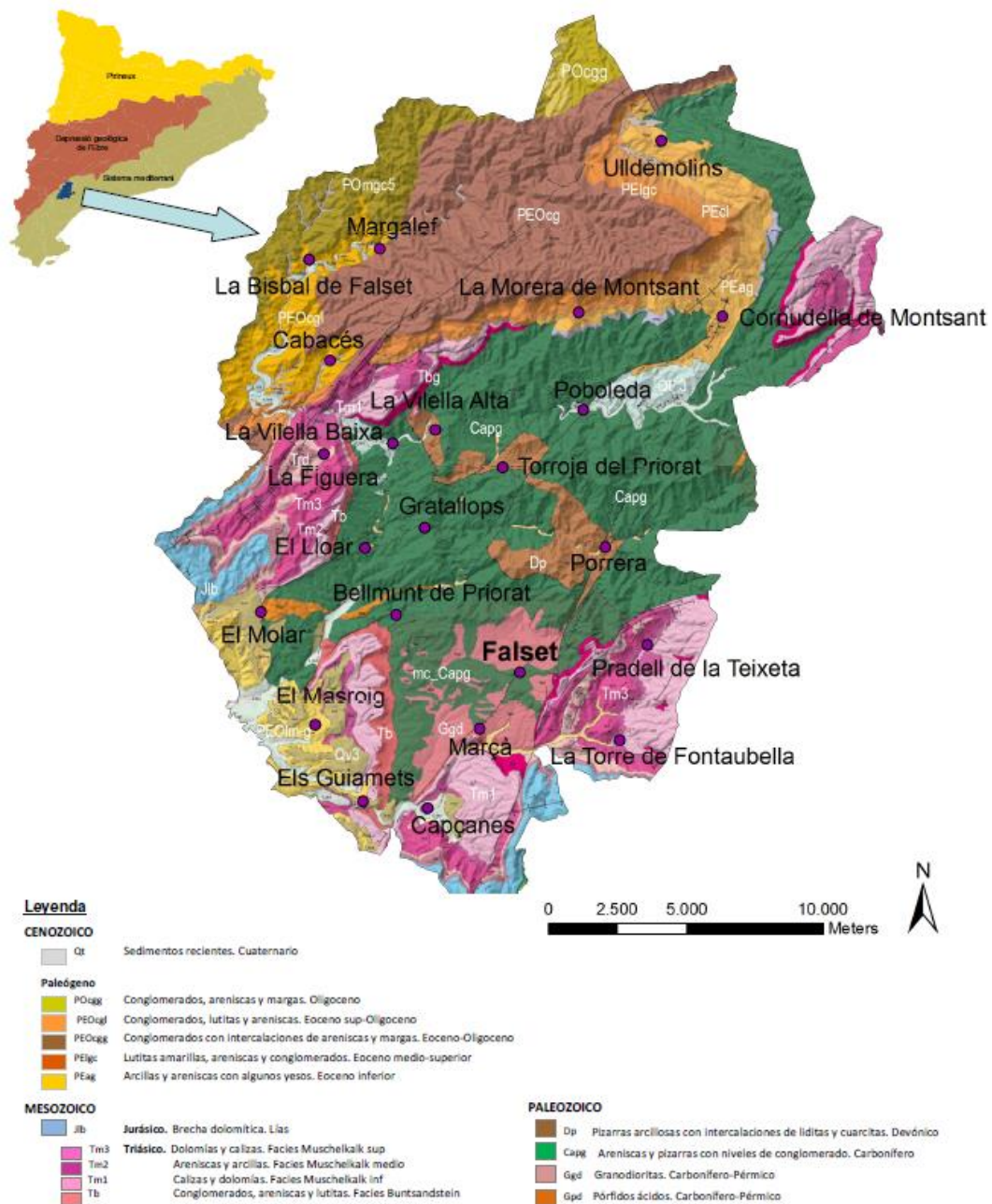


Figura 2: Mapa geológico de la comarca del Priorato 1:50 000 (Mapa Geològic De Catalunya, 2020)

El Priorat ofrece también otros tipos de suelos. En la parte más cercana de la sierra de Montsant, se puede encontrar suelos arcillosos como calizas micríticas con escasa fauna y con una monotonía de facies y yesos (Cobertera Laguna de Ezquerria, 1986). En la zona de Poboleda, al lado del río Ciurana, tenemos una terraza fluvial con gravas, arenas y lutitas. En la Vilella Baixa se encuentra la terraza aluvial del Ebro. En su parte baja, unos 20-30 metros sobre el nivel del río, se halla guijarros, gravas con matriz arenosa y limos en la parte superficial. En la

parte alta, 30-45 metros sobre el nivel del río, se puede ver limos, arenas y gravas (Mapa Geològic de Catalunya, 2020).

El clima en la DO Priorato, según la clasificación de Papadakis, es un clima mediterráneo templado con tendencia continental (Institut Geològic de Catalunya, 2011). En este clima se puede observar dos tendencias. En la zona norte de la comarca predominan influencias del valle del río Ebro. Esta zona está orientada hacia interior. La zona orientada hacia el este recibe más influencias mediterráneas (Nadal, 2002).

Para conocer con más precisión la climatología del Priorato, y más concretamente, la de la zona de donde proceden las uvas objeto de este trabajo, se exponen los datos obtenidos de la estación meteorológica del Servei Meteorològic de Catalunya, situada en Torroja del Priorat, a 300 m sobre el nivel del mar, que es la más representativa de la zona. Los datos medios para el periodo 2007-2016 se recogen en la figura 3.

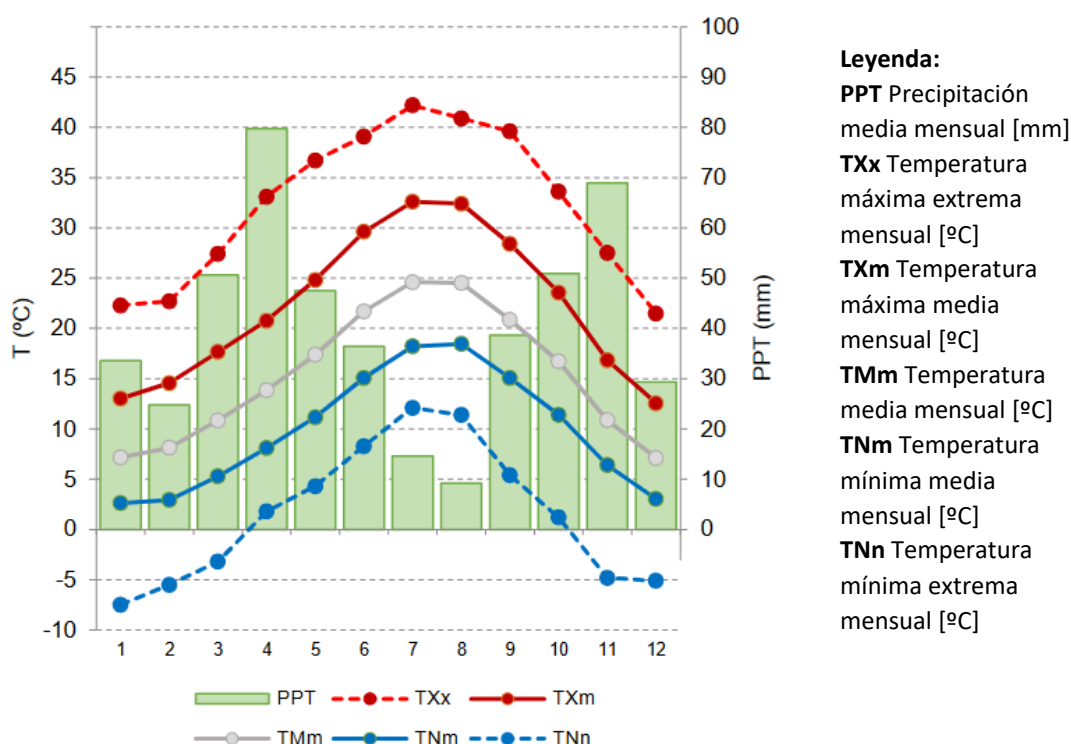


Figura 3: Valores climatológicos normales, 2007-2016, Torroja del Priorat (Servei Meteorològic de Catalunya, 2017)

Como se puede observar, el mes más cálido es Julio, con una media de 24,6°C y extrema de 42,2°C. Estas temperaturas muy altas en julio pueden ser problemáticas para las variedades tardías debido a que en este momento todavía no han pasado por el envero y las uvas no están protegidas por los antocianos de la radiación solar, tal como ocurre en el caso de la variedad cariñena. El periodo con la media de temperatura por encima de los 10°C dura desde marzo hasta noviembre. Los meses más fríos son diciembre y enero, con la temperatura extrema más baja de -7,5°C. Los días con las temperaturas bajo cero pueden ocurrir desde noviembre hasta el marzo. La precipitación anual es de 484,3 mm, siendo julio y agosto son los meses más secos, y abril y noviembre los meses con más precipitación. Esta escasa lluvia en julio y agosto (unos 23,8 mm), unida a las características de suelo, causa un alto déficit hídrico para las plantas en el periodo de maduración.

2. Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es analizar enológicamente seis distintos vinos elaborados de la uva cariñena procedente de cepas viejas de las distintas fincas dentro del territorio de la Denominación de Origen Calificada Priorat y elaborados de la misma manera, para determinar la influencia del terroir sobre estos vinos.

Para alcanzar este objetivo se va a estudiar la composición convencional de los vinos elaborados, su composición polifenólica y su valoración sensorial, para establecer las diferencias entre los vinos y determinar si las condiciones edafoclimáticas propias de cada parcela tienen un impacto significativo en ellos.

3. Materiales y métodos

3.1. Diseño experimental

El estudio se llevó a cabo en seis fincas o parcelas ubicadas en tres municipios de la comarca de Priorato. Todas las fincas están amparadas por la Denominación de Origen Calificada Priorato. La ubicación y características de las fincas están descritas en el punto 3.1.1. Todas ellas están plantadas con la variedad Cariñena y tienen una edad aproximada de 80 años. Las prácticas culturales se han realizado de forma similar en todas las fincas, con el objetivo de obtener la fruta de máxima calidad.

Las fincas se vendimiaron con similar densidad, alrededor de 1100 (1097-1112), entre los días 17 de septiembre y 3 de octubre de 2019. Los muestreos previos a la vendimia y la realización de ésta se han realizado de forma unificada para conseguir muestras homogéneas que permitan determinar la influencia de las distintas fincas en los vinos elaborados, evitando otras interferencias.

3.1.1. Descripción de las parcelas.

Para el experimento se ha elegido seis parcelas o fincas situadas en la ubicación que se recoge en la Figura 4. Las fincas 1, 2 y 6 están ubicadas en el término municipal de Torroja del Priorat, la 3 y la 5 en Bellmunt del Priorat y la finca 4 en Vilella Baixa.

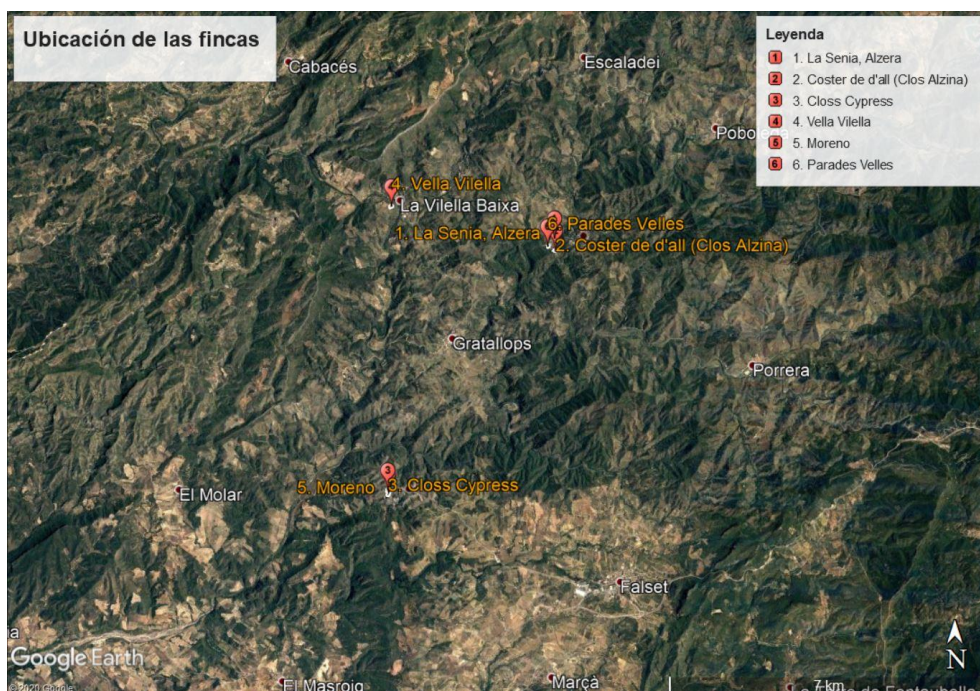


Figura 4: Ubicación de las parcelas

3.1.1.1. Torroja del Priorat

Tres de las parcelas están ubicadas en Torroja del Priorat. En la Figura 5 se presenta su ubicación, y su orografía se recoge en las figuras 8 y 9. Todas las parcelas de Torroja tienen mayor altitud que las otras fincas. Se puede encontrar dos tipos distintos de suelo de pizarra, que influyen de forma evidente en la madurez de la uva, ya que en esta zona podemos encontrar la primera y la última parcela vendimiada.

- 1. La Senia, Alzera

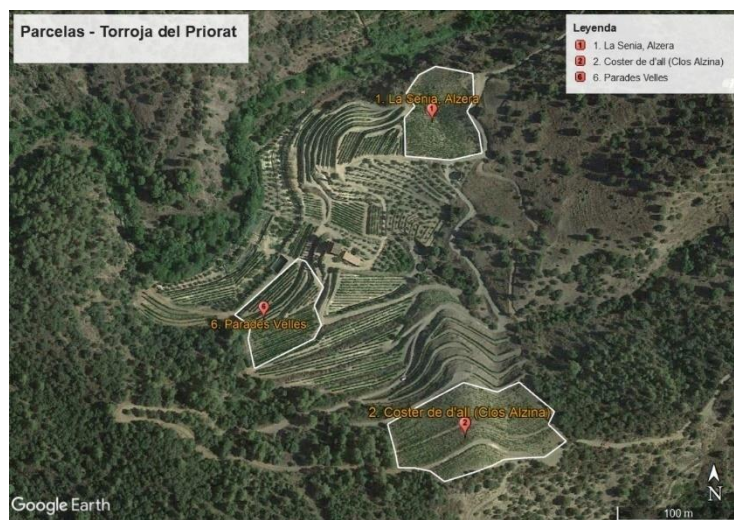


Figura 5: Ubicación de las parcelas en Torroja del Priorat

Es una parcela de 0,45 hectareas, ubicada en la altitud entre 276-261msnm. Su exposición principal es de suroeste-oeste. El tipo de suelo según el Mapa Geològicde Catalunyaes pizarra arcillosa.

En esta parcela la uva se vendimió el día 15/09/2019 con una densidad de 1098. Las figuras 6 y 7 presentan la vista de la finca y los pequeños racimos en el momento de la vendimia.



Figura 6: La Senia, vista



Figura 7: Los racimos de cariñena en la Senia

- 2. Coster d'All (Clos Alzina)

Es una parcela de 0,70 hectáreas, situada entre 329-302 msnm, cuya altitud es la mayor entre todas. Los tipos de suelos según el Mapa Geològic de Catalunya, son areniscas y pizarras. La exposición es de oeste-noroeste. Esta parcela se vendimió el día 22/09/2019 con una densidad de 1097.

- 6. Parades Velles

Es una parcela de 0,44 hectáreas. La altitud se sitúa entre 268-250 msnm, siendo la más baja entre las fincas de Torroja. La exposición es oeste. El suelo es de areniscas y pizarras. El terreno está formado en terrazas. La vendimia se realizó el día 02/10/2019, siendo la última parcela vendimiada del estudio.



Figura 8: La orografía de las parcelas de Torroja (1).



Figura 9: La orografía de las parcelas de Torroja (2).

3.1.1.2. Bellmunt del Priorat

Las parcelas número 3 y 5 están ubicadas en Bellmunt del Priorat y son colindantes. Su ubicación se presenta en la figura 12. Presentan una cierta concavidad, tal como se ve en la figura 13, donde se visualiza su orografía. Ambas tienen suelo de pizarras y areniscas, se diferencian por la exposición y la forma de terreno.

- 3. Closs Cypress

Es una parcela de 0,5 hectáreas. La altitud varía entre 253 y 226 msnm. Está expuesta al sur. El suelo es de pizarra y arenisca. La vendimia fue realizada el 26/09/2019, alcanzando la uva una densidad de 1112 el día de la vendimia. En la figura 10 se recogen los racimos de uvas de Closs Cypress, y en la figura 11 la vista a la parcela.



Figura 10: Los racimos de Cariñenas de Closs Cypress



Figura 11: Vista a la parcela de Closs Cypress

- 5. Moreno

Moreno es la parcela vecina del Closs Cypress, tiene el mismo suelo de pizarra y arenisca, y su tamaño es de 0,75 hectáreas. Su altitud varía de 250 a 217 msnm y la exposición es de suroeste.

Las vides de esta parcela para alcanzar la misma densidad que las otras parcelas necesitaron 5 días más. Se vendimió el día 01/10/2019 a una densidad de 1108.



Figura 12: Ubicación de las parcelas de Bellmunt del Priorat



Figura 13: Orografía de las parcelas de Bellmunt

3.1.1.3. Vilella Baixa

Esta finca está ubicada en la Vilella Baixa y es la parcela que presenta mayores diferencias con respecto a las otras, debido a que su suelo es aluvial en vez de pizarras y además la orografía es muy distinta, ya que la parcela es plana. Las Figuras 14 y 15 muestran su ubicación y visualizan la orografía.

- 4. Vella Vilella

Es una parcela de 0,6 hectáreas, ubicada a una altura de 200 msnm, siendo la parcela más baja de todas las parcelas estudiadas. El suelo está compuesto por limos, arenas y grabas. La vendimia fue realizada el 28/09/2019, teniendo las uvas una la densidad 1108.



Figura 14: Ubicación de la parcela de Vilella Baixa



Figura 15: Orografía de la parcela de la Vilella Baixa

3.1.1.4. Características de las parcelas

Las características de las parcelas se resumen en la Tabla 1. Como se puede ver, son seis parcelas distintas, ubicadas en distintos municipios, a distinta altitud y con distintas exposiciones. Entre ellas se puede diferenciar tres tipos de suelos, dos de pizarra y un suelo aluvial. Todas están plantadas con el cultivar Cariñena y tienen edad similar, aproximadamente 80 años. El proceso de maduración de la uva en cada una de las fincas ha sido distinto, debido a sus condiciones edafoclimáticas, necesitando las uvas de la parcela 6 más de dos semanas para alcanzar un grado de azúcar similar a las de la parcela 1.

Tabla 1: Comparativa de las parcelas

Nº	1	2	3	4	5	6
FINCA	La Senia (Alzera)	Coster d'All (Clos Alzina)	Closs Cypress	Vella Vilella	Moreno	ParadesVelles
Municipio	Torroja	Torroja	Bellmunt	Vilella Baixa	Bellmunt	Torroja
Coordenadas	41º 12' 46.65" N, 0º 48' 12.42" E	41º 12' 38.20" N, 0º 48' 13.10" E	41º 9' 48.62" N, 0º 45' 35.64" E	41º 13' 8.99" N, 0º 45' 39.13" E	41º 9' 47.02" N, 0º 45' 37.12" E	41º 12' 43.56" N, 0º 48' 6.85" E
Suelo	Pizarras arcillosas con intercalaciones de cuarcitas y liditas	Areniscas y pizarras con niveles de conglomerados	Areniscas y pizarras con niveles de conglomerados	Limos, arenas y grabas	Areniscas y pizarras con niveles de conglomerados	Areniscas y pizarras con niveles de conglomerados
Altitud [msnm]	276-261	329-302	253-226	209-200	250-217	268-250
Exposición	SW / W / NW	W / NW	S	-	SW	W
Forma de terreno	Ladera	Ladera	Ladera	Plano	Terrazas	Terrazas
Fecha de vendimia	15/09/2019	21/09/2019	26/09/2019	28/09/2019	01/10/2019	02/10/2019
Densidad	1098	1097	1112	1108	1108	1097

3.1.2. Vinificación y toma de muestras

La vinificación se ha llevado a cabo en las instalaciones de la empresa Costers del Priorat SAT., ubicadas en el pueblo el Molar del Priorato, en Tarragona.

Las uvas se vendimiaron en las fechas señaladas en el apartado anterior, de forma manual, en cajas de 15 kilogramos, haciendo primera selección de racimos en el campo. Al llegar a la bodega se depositaron en una cámara de frío durante 24 horas, para bajar su temperatura y permitir la maceración prefermentativa después de encubado.

Transcurrido este tiempo, se seleccionaron de forma manual un 20% de los mejores racimos, intactos y perfectamente maduros, colocándose íntegros en el fondo de los depósitos. El resto de la uva se seleccionó en la mesa de selección, se despalló y estrujó, añadiéndose 4g/hL de sulfuroso, en forma de metabisulfito potásico.

La uva de cada parcela se dividió en dos lotes homogéneos y se vinificó en dos depósitos pequeños de 600 L de capacidad, provistos de una placa de frío en cada uno de ellos. En total se utilizaron 12 depósitos, que son de los que dispone la bodega para hacer microvinificaciones.

Una vez encubada la uva, se dejó 4 días en maceración prefermentativa, y a continuación se sembraron las mismas levaduras en todos los depósitos. Durante la fermentación se realizó el seguimiento diario de la temperatura y de la densidad. Desde el encubado hasta la caída completa del sombrero se mojó y rompió el sombrero dos veces al día de forma manual. Una vez concluida la fermentación se dejó el vino con el sombrero caído en maceración postfermentativa hasta el día 38, contando desde el día de encubado.

A continuación, se prensaron los orujos en una prensa hidráulica vertical y el vino se trasegó a damajuanas de 24 L (dos repeticiones para cada muestra), y en ellas se realizó la fermentación maloláctica. Una vez concluida la maloláctica, el vino de cada damajuana se sulfitó y se embotelló.

3.2. Análisis enológicos

Los vinos elaborados han reposado hasta febrero de 2020 en la oscuridad a temperatura estable por debajo de 20°C, realizándose a continuación los análisis químicos y sensoriales.

3.2.1. Análisis generales

En todas las muestras de vino se realizaron análisis de grado alcohólico, pH, densidad, acidez total, acidez volátil, ácido málico y azúcares residuales. Para estos análisis se ha usado un analizador FT-IR de la marca Foss.

El analizador fue calibrado con precisión antes de realizar los análisis, realizándose todos ellos por triplicado.

3.2.2. Análisis de polifenoles

- **Intensidad Colorante (IC) y tonalidad o matiz**

El color del vino nos proporciona información sobre su forma de elaboración, evolución en el tiempo y virtudes o defectos. En el vino tinto está influenciado por los antocianos (libres y combinados con taninos) y depende del pH, cantidad de SO₂ y del oxígeno a que se ha expuesto el vino.

La forma convencional de expresar las características cromáticas de un vino es por la Intensidad Colorante y Tono o Matiz. Para ello se mide las absorbancias del vino previamente centrifugado a 420 nm (amarillo), 520 nm (rojo) y 620 nm (azul), usando la cubeta de cuarzo de 10 mm y un blanco de agua destilada (Glories, 1978). La intensidad colorante se expresó sumando las tres longitudes de onda y la tonalidad o matiz es una proporción entre los colores amarillo y rojo.

$$\text{IC} = \text{A420} + \text{A520} + \text{A620}$$

$$\text{Tonalidad o Matiz (T)} = (\text{A420} / \text{A520}) \times 100$$

- **Antocianos no decolorables por el SO₂**

Este método químico de valoración de la concentración de antocianos se basa en su propiedad de ser decolorados, y por diferencia informan de la concentración de antocianos coloreados o no decolorables. Los antocianos de forma libre pueden ser decolorados por el sulfuroso. La combinación con otros compuestos (mayoritariamente con taninos) protege a una fracción de los antocianos combinados ante este efecto. El tamaño de esta fracción depende del pH.

Se ha utilizado SO₂ para decolorar los antocianos inestables, y por diferencia calculamos aquellos antocianos más estables que permanecen coloreados en el ensayo (Ribéreau-Gayon y Stonestreet, 1965). La concentración de antocianos se expresa en mg/L de malvidina, ya que para su cálculo utilizamos el coeficiente de extinción molar de la malvidina que es 875.

$$\text{Antocianos (mg/L)} = 875 \times (d_1 - d_2)$$

- **Concentración de antocianos y polifenoles totales (aproximación a taninos)**

Para la estimación de antocianos, taninos y polifenoles totales se ha usado el método de Puissant-León modificado por Blouin (Blouin, 1992). En este método se ha medido el paso óptico a 280, 320 y 520 nm de una disolución del 0,2 ml de vino en 3,8 ml de HCL 1M.

A continuación, se ha calculado una estimación basada en la contribución de los antocianos y los fenoles en el IPT. Para los cálculos se ha usado las fórmulas siguientes:

$$\text{Antocianos (mg/L)} = \text{A520} \times 20 \times 20 \text{ (dilución)}$$

$$\text{Polifenoles (mg/L)} = \text{A280} \times 80 \times 20 \text{ (dilución)}$$

Y para la aproximación a la concentración de taninos:

$$\text{Taninos (mg/L)} = 20 \times 76 \times [((\text{A280} - 0,2(\text{A320} - 0,2 \times \text{A520}) - 0,6 \times \text{A520}))]$$

- **Índice de Polifenoles Totales (IPT)**

El Índice de Polifenoles Totales o IPT informa sobre la totalidad de los compuestos polifenólicos. El máximo de absorbancia de este grupo de compuestos es a 280 nm (Ribereau-Gayón, 1974). Para su determinación se diluye previamente el vino en agua.

$$\text{IPT} = A_{280} \cdot \text{dilución}$$

- **Concentración de catequinas**

Las catequinas son flavanoles monómeros. Junto con epicatequinas forman taninos condensados, llamados procianidinas o proantocianidinas, porque su hidrólisis en el medio ácido produce cianidina. Cuando se produce la condensación, disminuye la cantidad de posiciones libres de los flavanoles en el medio.

La vainillina usada en el método reacciona con las posiciones libres formando un compuesto cromóforo rojo, que se lee a una longitud de onda de 500 nm. Comparando la proporción entre catequinas y taninos se puede obtener el grado de polimerización. El método usado permite valorar la concentración de catequinas, expresada en mg/L (Pompei y Peri, 1971).

Para expresar los resultados en concentración de catequina, se realiza una recta de calibrado, y se interpola en la recta la diferencia entre las absorbancias de los tubos A y B. El resultado se expresa en mg/L de catequina.

- **Taninos condensados totales**

Los taninos condensados se localizan en las pepita, hollejo y raspón de la uva.

Su método de determinación está basado en la propiedad de los taninos polimerizados (antocianidinas) de formar antocianos en medio ácido y a alta temperatura. La diferencia de color entre la reacción de calentamiento y el blanco a temperatura ambiente para descartar los antocianos previamente presentes en el vino, se midió por colorimetría a 550 nm (Ribéreau-Gayon y Stonestreet, 1966).

$$\text{Taninos Condensados Totales (g/L)} = (A_1 - A_2) \times 19,33$$

El coeficiente de 19,33 corresponde al coeficiente de extinción molar de la cianidina obtenida por la hidrólisis ácida de los taninos condensados, corregido para dar el resultado en g/L.

- **Determinación de Ortodihidroxifenoles**

Los ortodihidroxifenoles son compuestos fenólicos con dos grupos hidroxilos en posición orto. Se pueden producir en todos los tipos de vinos como substratos de oxidación, debido a las enzimas oxidasas o por quinonas (vía enzimática o no enzimática). En las reacciones de oxidación se forman compuestos de condensación entre ortodihidroxifenoles y quinonas que provocan oscurecimiento del vino por su color intenso.

El reactivo de Arrow (nitrito y molibdato sódicos) reacciona con los ortodihidroxifenoles por nitrosación y complejación con el molibdato. La absorbancia se ha leído a 500 nm con referencia a una recta de calibrado con un patrón de catequina, substituyendo el vino por el patrón catequina y se expresa en mg/L de catequina (Flancy y Aubert, 1969).

$$\text{ODHF (mg catequina/L)} = 805,69 \cdot (\text{AA} - \text{AB}) - 1.720$$

- Fenoles flavonoides (FLV) y no flavonoides (NFLV)

Entre los polifenoles se puede diferenciar dos grandes grupos según su estructura química: los no flavonoides y los compuestos flavonoides (entre ellos antocianos, flavanoles y taninos condensados). Entre los compuestos no flavonoides se encuentran los ácidos fenólicos y otros compuestos como resveratrol. Su concentración disminuye durante la maduración y se estabiliza a la madurez.

El método usado para su determinación está basado en la oxidación del formaldehído en medio ácido. Los flavonoides precipitan y se puede valorar los no flavonoides por el método de Folin-Ciocalteu. Para la recta de calibrado se ha usado el patrón de ácido gálico (Flancy y Aubert, 1969).

Con las lecturas espectrofotométricas se calculan los fenoles totales y los no flavonoides (NFLV). Los flavonoides (FLV) se calcularon restando los no flavonoides de los fenoles totales. Se expresan en mg de ácido gálico/L.

- Índice de etanol

Los taninos pueden combinarse con sales inorgánicas, péptidos y polisacáridos. Esta combinación está asociada la pérdida de reactividad de los taninos, de su astringencia y con características organolépticas que pueden dar la sensación de "volumen en boca" y "tacto graso". Se ha observado que aumentan con la edad del vino.

El método usado se basa en la facilidad de precipitación de estos compuestos con el etanol al cabo de 24 horas, y se restan estos compuestos precipitados de los totales, con lo que el método expresa el porcentaje de taninos no unidos a péptidos y polisacáridos (Glories, 1984).

$$\text{Índice de etanol (\%)} = ((\text{A1} - \text{A2}) / \text{A1}) \times 100$$

- Índice DMACH

En los vinos jóvenes los taninos todavía no han tenido tiempo para polimerizarse, por lo que resultan más astringentes y con menos tonos amarillos. Usando el p-dimetilaminoacetaldehído (DMACH) se puede estimar el grado de polimerización de los taninos de la uva o del vino. El método usado se basa en la reacción entre el DMACH con las catequinas y las moléculas condensadas, dando lugar a una coloración menos elevada cuantas menos posiciones C6 y C8 permanezcan libres, y esto sucede cuando más elevado es el grado de polimerización de los taninos (Vivas, 1994).

El índice DMACH se calcula restando de los taninos totales, los taninos polimerizados con el reactivo de p-dimetilaminoacetaldehído. Puede variar entre 10 a 200 y su sentido es inverso (a mayor índice menor polimerización). Un índice entre 10-20 corresponde a las moléculas muy grandes (PM entre 2000-3000), 50 es un valor medio (alrededor de 1000PM).

$$\text{Índice de DMACH \%} = (\text{D.O. DMACH} / \text{[Taninos]}) \times 100$$

- Índice de PVPP

Los antocianos pueden estar combinados con los taninos, que resulta en mayor estabilidad de color y tonalidad roja más intensa con menos tonalidad azul. Esta combinación protege el antociano ante la oxidación y disminuye la astringencia del tanino.

El Índice de polivinilpirrolidona (PVPP) refleja el porcentaje de antocianos combinados con taninos y se mide mediante la colorimetría a 280nm y se resta la cantidad de la muestra donde los taninos precipitan reaccionando con el PVPP y el TCA de la muestra que contiene totalidad de los taninos (Blouin, 1992).

$$\text{Índice de PVPP (\%)} = [(A_0 - A_1) / A_0] \times 100$$

3.2.3. Análisis sensorial

Las muestras se analizaron sensorialmente en la sala de cata de la Universidad Politécnica de Valencia, que cumple la Norma UNE-EN 8589:2010. El panel de cata ha sido compuesto por 10 catadores, todos ellos profesionales del mundo vitivinícola y previamente experimentados en catas descriptivos de atributos sensoriales de los vinos varietales.

Los vinos han sido presentados a 16 °C en copas catavinos normalizadas (AFNOR N.º. NF 09110). Las características descriptivas han sido evaluadas desde 1 (deficiente o sensación muy débil) a 10 (excelente o sensación muy intensa).

La evaluación ha sido realizada en tres fases. En el examen visual se ha evaluado matiz e intensidad de color. En el examen olfativo han sido valoradas las siguientes características: intensidad de aroma, calidad de aroma, frutas rojas, frutas negras, nota regaliz, nota vegetal, nota floral y nota a especias. En el examen gustativo se ha evaluado: intensidad del gusto, calidad del gusto, acidez, dulzor, untuosidad, astringencia, amargos y persistencia aromática. Al final de la cata los catadores pusieron una nota representativa de la calidad global del vino.

3.3. Análisis estadístico

El tratamiento estadístico se ha procesado en el programa STATGRAPHICS Plus 5.1. El tratamiento estadístico ha consistido en la realización de análisis de la varianza (ANOVA simple), que engloba una serie de métodos estadísticos para contrastar diferencias entre las medias de varios grupos de datos. El propósito es establecer, mediante un contraste de hipótesis y con un nivel de confianza alto (95 %), si el efecto del terroir del que proceden los vinos es significativo o no para los vinos estudiados. Para ello se estudió parámetro a parámetro la existencia o no de diferencias significativas en función de la finca de procedencia, con el objetivo de establecer que compuestos caracterizan a estos vinos y correlacionarlos con la naturaleza del terroir del que proceden.

4. Resultados y discusión

4.1. Resultados de los análisis de los parámetros generales

En la Tabla 2 se reúnen los valores medios, mínimos, máximos, desviación estándar y coeficiente de variación de los parámetros generales de los vinos analizados.

Tabla 2: Valores medios, mínimos, máximos, desviación estándar y coeficiente de variación de los parámetros generales de los vinos del cv. Cariñena de los distintos terroir

Parámetros Comunes	Valor Medio	Desviación Estándar	Valor Mínimo	Valor Máximo	Coefficiente Variación (%)
Densidad	0,993	0,0007	0,992	0,994	0,07
Azúcar (g/L)	1,950	0,167	1,7	2,2	8,58
° ALC (%vol/vol)	13,739	0,5071	12,99	14,29	3,69
pH	3,374	0,128	3,18	3,55	3,78
Acidez Total (g/L ác. tar)	6,345	0,8052	5,29	7,5	12,69
Ácido Málico(g/L)	0,373	0,2453	0,00	0,72	65,84
Acidez Volátil (g/L ác. acet)	0,512	0,304	0,29	1,11	59,36

Se puede observar que los parámetros densidad, azúcar y grado alcohólico, todos ellos altamente correlacionados, han dado resultados homogéneos, con un coeficiente de variación inferior al 9 %. Esto es debido a que las uvas partieron de una densidad muy similar y los vinos se elaboraron para vinos secos, dejando la mínima cantidad posible de azúcar residual. El grado alcohólico, en cambio, muestra muy bajo coeficiente de variación y nos permite caracterizar a los vinos procedentes de estas fincas como de grado alcohólico medio. Los valores del pH y la acidez total también muestran una cierta homogeneidad, aunque la variabilidad es menor en el pH, ya que este se mueve en los vinos en una escala más pequeña, tratándose en este caso de vinos con un pH muy adecuado para ser tintos. La acidez total es elevada, y característica de esta variedad, y su coeficiente de variación es adecuado, aunque superior al del pH. Podemos considerar que la acidez total y pH resultan muy favorables para los vinos de la zona mediterránea.

En el caso de la concentración de ácido málico, podemos encontrar diferencias que aportan una elevada variabilidad, pero esto es debido a que la fermentación maloláctica no ha finalizado en todas las muestras, por lo que no es un criterio para caracterizar estos vinos, y a pesar de que sus diferencias son elevadas estadísticamente, como los valores son bajos prácticamente no se detectan a nivel organoléptico. Lo mismo sucede con la acidez volátil, aunque con una importante variabilidad, se mueve en valores normales después de la fermentación, pudiendo establecerse que los vinos cuya acidez volátil supera 0,8 g/L de ácido acético tienen un impacto organoléptico, pero por debajo de este valor no es detectable.

Por tanto, podría decirse que el grado alcohólico, el pH y la acidez total, que son parámetros dependientes del grado de madurez de la uva, que se ha intentado que fuese lo más

homogéneo posible en todas las parcelas, también permiten establecer una caracterización de los vinos de Cariñena procedentes de estas zonas del Priorato, que podrían atribuirse al conjunto de variedad, características edafoclimáticas y prácticas de cultivo.

En la Tabla 3 se presentan los valores medios, desviación estándar y ANOVA de los parámetros generales analizados en los vinos para todas las fincas estudiadas.

Podemos observar que no hay diferencias significativas en la densidad y concentración de azúcares residuales entre los vinos de las distintas fincas, ya que han concluido adecuadamente la fermentación al tratarse de vinos secos. Las diferencias encontradas en el grado alcohólico son debidas a la diferente concentración de azúcar presente en los mostos (tabla 1), ya que a pesar de que se aplazó la vendimia de cada parcela para alcanzar una densidad similar, no fue posible vendimiar exactamente con la misma madurez azucarada. Se observan importantes diferencias en la evolución de la madurez entre las distintas fincas, ya que La Senia, que es la finca que primero se vendimió y que tiene el más bajo grado alcohólico, se vendimió diecisiete días antes que Paredes Velles, cuyo grado alcohólico solo es ligeramente superior a La Senia. Estas diferencias en la evolución de la madurez pueden ser debidas a la composición del terreno, ya que La Senia tiene suelos pizarro arcillosos dispuestos en ladera, mientras que Paredes Velles está formada de areniscas y pizarras con niveles de conglomerados, dispuestos en terrazas.

Tabla 3: Valores medios, desviación estándar y ANOVA de los parámetros generales de los vinos

	Densidad	Azúcar (g/L)	° ALC	pH
La Senia	0,994 ± 0,00 a	2,2 ± 0,14 b	12,99 ± 0,01 a	3,40 ± 0,01 c
Coster d'All	0,993 ± 0,00 a	1,95 ± 0,21 a	13,7 ± 0,01 c	3,44 ± 0,01 c
Closs Cypress	0,992 ± 0,00 a	1,85 ± 0,21 a	13,91 ± 0,06 d	3,40 ± 0,03 c
Vella Vilella	0,994 ± 0,00 a	1,7 ± 0,14 a	14,29 ± 0,06 e	3,18 ± 0,02 a
Moreno	0,993 ± 0,00 a	2 ± 0,00 ab	14,22 ± 0,01 e	3,29 ± 0,00 b
Paredes Velles	0,993 ± 0,00 a	2 ± 0,14 ab	13,34 ± 0,15 b	3,55 ± 0,01 d
F-ratio	1,8	4,37	107,32	12,99
P-value	0,0785	0,0503	0,0000	0,0000
	AT (g/L ac.tar)	AC. MAL (g/L)	AV (g/L ac.acet)	
La Senia	6,95 ± 0,05 e	0,54 ± 0,07 c	1,11 ± 0,02 d	
Coster d'All	5,84 ± 0,08 b	0,35 ± 0,12 b	0,43 ± 0,01 b	
Closs Cypress	5,97 ± 0,06 b	0,26 ± 0,04 b	0,55 ± 0,06 c	
Vella Vilella	7,50 ± 0,04 d	0,72 ± 0,09 d	0,29 ± 0,00 a	
Moreno	6,53 ± 0,00 c	0,37 ± 0,02 bc	0,35 ± 0,01 ab	
Paredes Velles	5,29 ± 0,03 a	0,00 ± 0,00 a	0,35 ± 0,04 ab	
F-ratio	54,11	22,94	165,22	
P-value	0,0000	0,0008	0,0000	

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas al 95 %

También se observa una importante diferencia en el grado alcohólico de los vinos procedentes de Coster d'All y Moreno, aunque se vendimió esta última 11 días más tarde, las diferencias en su madurez azucarada son relativamente pequeñas. Ambas fincas proceden de suelos de arenisca y pizarra con conglomerados, pero la diferencia más importante está en la disposición del viñedo, que en el caso de Coster d'All es en ladera y el de Moreno es en terrazas. Por todo ello, podemos atribuir las diferencias en el momento óptimo de maduración a la disposición

del terreno, siendo los terrenos de ladera los que propician una mejor madurez fenólica de las uvas de Cariñena, en mayor medida que la naturaleza del suelo.

En cuanto al pH, los vinos de Parades Vells presentan el pH más alto y la acidez más baja, que podría ser lógico por ser la última parcela vendimiada, pero ese mismo comportamiento lo observamos en las otras dos fincas situadas en Torroja, que aunque han sido las primeras vendimiadas, tienen los pH altos y baja acidez total, y además esto no viene acompañado de una elevada madurez azucarada, ya que estos vinos tienen un bajo grado alcohólico. Como característica diferenciadora de las fincas de Torroja es su orientación hacia el oeste, ya que la composición de sus suelos también los encontramos en los suelos de las fincas de Bellmunt, que tienen un comportamiento intermedio con relación a estos parámetros. La situación contraria la encontramos en los vinos procedentes de la finca Vella Vilella, que es la que da lugar a vinos con menor pH y mayor acidez, pero también con mayor grado alcohólico. Esta parcela, que presenta un suelo diferente al resto (suelo aluvial de origen fluvial formado por limos, arenas y gravas) y una orientación plana, permite una muy buena madurez azucarada con un buen mantenimiento de la acidez y pH, circunstancia muy interesante en los vinos de esta zona, que se caracterizan por su baja acidez total y elevado pH. Ese diferente comportamiento en la evolución de los parámetros de madurez puede ser atribuido principalmente a la distinta composición del suelo, pero también a su orientación, y a la disposición del terreno, plano en la Vella Vilella, y en terrazas y laderas en el resto de las fincas.

Las diferencias en la concentración de ácido málico y en la acidez volátil son debidas a la tecnología del proceso, y no pueden ser atribuidas ni a la variedad ni a las características edafoclimáticas de las parcelas. El vino de La Senia presenta elevada acidez volátil, que puede ser detectada sensorialmente, lo que hay que tener en cuenta en el momento de valorar el análisis sensorial de los vinos.

4.2. Resultados del análisis de los compuestos polifenólicos

La caracterización del perfil polifenólico de los vinos proporciona información sobre el color y la estructura de los vinos. En la tabla 4 se presentan los valores medios, mínimos, máximos y el coeficiente de variación de los compuestos polifenólicos determinados en los vinos.

Tal como podemos observar, el componente rojo (A520), el azul (A620) y la Intensidad Colorante muestran bastante heterogeneidad, mientras que el componente amarillo (A420) y el tono tienen una dispersión mucho menor, lo que indica que ninguna de las muestras ha sufrido oxidación de sus antocianos.

La concentración de antocianos tanto totales como coloreados muestra una menor dispersión que el color (CV de 17,9 y 20,60 %, respectivamente) y se corresponde con la concentración de antocianos característica de vinos jóvenes procedentes de una variedad con coloración intermedia, como es la variedad Cariñena.

Los vinos de Cariñena, en cambio, son mucho más ricos en taninos que en antocianos, y precisamente para estos compuestos, tanto totales como condensados, así como para polifenoles totales, catequinas, ortohidroxifenoles, flavonoides y no flavonoides, encontramos en estos vinos unos bajos niveles de variación, por lo que podemos establecer

que la concentración polifenólica de los vinos es una característica varietal que se manifiesta independientemente de la finca de la que procedan.

Se observa también homogeneidad en los parámetros de calidad de los taninos (Índice de DMACH, PVPP y Etanol). Esto nos permite establecer que no solo la concentración de taninos y polifenoles en general permite caracterizar estos vinos de cv. Cariñena, sino también en el grado de polimerización de sus taninos, tanto entre ellos, como con antocianos y polisacáridos.

Tabla 4: Valores medios, mínimos, máximos, desviación estándar y coeficiente de variación de los resultados del análisis de los polifenoles

Parámetros Comunes	Valor Medio	Desviación Estándar	Valor Mínimo	Valor Máximo	Coficiente Variación (%)
A420	3,939	1,1773	2,78	5,91	29,89
A520	7,609	3,0715	4,91	12,68	40,37
A620	1,352	0,4972	0,89	2,22	36,77
IC	12,900	4,7417	8,57	20,8	36,76
Tono	53,403	5,1126	46,58	58,31	9,57
Antocianos TOT (mg/L)	524,032	93,8252	416,77	622,98	17,90
Antocianos COL (mg/L)	456,792	94,0912	348,02	565,45	20,60
Catequinas (mg/L)	169,637	31,9039	139,03	207,66	18,81
NFLV (mg/L)	292,482	41,6283	235,51	361,38	14,23
FLV (mg/L)	3400,295	340,4254	2905,68	3783,3	10,01
Polifenoles (mg/L)	3692,782	355,2243	3214,08	4081,92	9,62
IPT	46,652	4,3948	39,43	51,77	9,42
Taninos TOT (mg/L)	2190,000	127,1588	1989,92	2324,05	5,81
Taninos COND (mg/L)	1781,893	238,7794	1355,03	2059,87	13,40
Cat/Tanino	3,535	0,7110	2,48	4,37	20,11
Índice de DMACH (%)	34,504	4,3023	27,41	37,97	12,47
Índice de PVPP (%)	30,787	2,7073	27,68	34,27	8,79
Índice de ETANOL (%)	53,422	1,0110	51,91	54,07	1,89
Ortodifenoles (mg/L)	535,095	80,7972	419,75	666,02	15,10

4.2.1. Color de los vinos

Los valores medios, desviación estándar y ANOVA de los parámetros relacionados con el color se muestran en la Tabla 5.

Podemos observar que los mayores valores de los parámetros relacionados con el color se encuentran en los vinos procedentes de las uvas vendimiadas más tarde, debido posiblemente a su mayor madurez polifenólica. Pero de éstos, los vinos con más color corresponden a los procedentes de la finca Vella Vilella, que es la que tiene mayor grado alcohólico y acidez total, y menor pH, a pesar de no ser la más tardíamente vendimiada, por lo que su mayor intensidad de color no solo puede ser atribuida a la época de vendimia, sino también al tipo de suelo, aluvial con limos, arenas y gravas, y a su disposición en plano, que puede ser causa de una mejor conservación de la escasa agua de lluvia de la zona, que propicia un menor estrés hídrico y por tanto una mejor madurez polifenólica, ya que un déficit hídrico leve es favorable para la

calidad, ya que puede aumentar la concentración de antocianos y a causa de ello la Intensidad Colorante de los vinos (Koundouras et al., 1999), pero si el estrés que sufre la planta es elevado, puede comprometer su madurez (Ojeda et al., 2002; Marciniak et al., 2013).

El menor color se ha obtenido en los vinos procedentes de La Senia y Coster d'All, seguido de Closs Cypress, que fueron por ese orden las primeras fincas vendimiadas, con una diferencia muy considerable con respecto al color de las otras fincas. Estas fincas no tienen en común ni la zona ni la composición del suelo, ni la orientación, y en cambio tienen en común el haber sido las primeras en ser vendimiadas y su orientación en laderas, lo que parece que ha dificultado la óptima madurez polifenólica, sin perjudicar la madurez glucométrica, ya que algunos de estos vinos presentan un alto grado alcohólico, lo que pone de manifiesto un importante desfase entre madurez tecnológica y polifenólica (González-Neves et al., 2011).

En cuanto al tono, los vinos con mayor color presentan el tono más bajo, y viceversa; ya que su relación entre el color rojo y el color amarillo es menor, lo que pone de manifiesto que la mayor concentración de pigmentos rojos protege a los vinos de la oxidación, manifestada por los tonos amarillos.

Tabla 5: Medias, desviación estándar y ANOVA de los parámetros relacionados con el color

	A420	A520	A620
La Senia	2,78 ± 0,00 a	4,91 ± 0,01 a	0,89 ± 0,00 a
Coster d'All	3,23 ± 0,00 c	5,54 ± 0,00 b	1,03 ± 0,00 b
Closs Cypress	3,20 ± 0,00 b	5,56 ± 0,00 c	1,06 ± 0,01 c
Vella Vilella	5,91 ± 0,00 f	12,68 ± 0,01 f	2,22 ± 0,02 f
Moreno	4,74 ± 0,00 e	9,92 ± 0,01 e	1,63 ± 0,00 e
Paredes Velles	3,79 ± 0,00 d	7,05 ± 0,00 d	1,29 ± 0,00 d
F-ratio	704,80	984,71	789,00
P-value	0,0000	0,0000	0,0000
	IC	Tono	
La Senia	8,57 ± 0,01 a	56,61 ± 0,07 c	
Coster d'All	9,80 ± 0,00 b	58,31 ± 0,08 f	
Closs Cypress	9,81 ± 0,01 c	57,58 ± 0,03 e	
Vella Vilella	20,80 ± 0,01 f	46,58 ± 0,01 a	
Moreno	16,29 ± 0,01 e	47,72 ± 0,03 b	
Paredes Velles	12,13 ± 0,00 d	53,62 ± 0,08 d	
F-ratio	977,00	573,12	
P-value	0,0000	0,0000	

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas al 95 %

4.2.2. Concentración de los compuestos polifenólicos

Los polifenoles encontrados en la uva y el vino pertenecen a moléculas químicas muy variadas, pero todos ellos poseen una estructura común, un anillo fenol o anillo aromático que lleva al menos un sustituyente hidroxilo. Su cantidad total en los vinos puede expresarse mediante un índice adimensional, el Índice Total de Polifenoles, o bien determinando su concentración total. La clasificación más aceptada es la que los divide los polifenoles en fenoles no flavonoides y flavonoides. Los fenoles no flavonoides son fundamentalmente ácidos

fenólicos, entre los que podríamos destacar los ácidos p-cumárico, caféico, ferúlico o gálico, mientras que los fenoles flavonoideos constituyen el grupo más extenso de los compuestos fenólicos de los vinos tintos, representando un alto porcentaje de los polifenoles totales.

En la Tabla 6 se recoge la media, desviación estándar y ANOVA del IPT (Índice de Plifenoles Totales), concentración total de polifenoles, concentración de flavonoides (FLV) y no flavonoides (NFLV), en los vinos de las seis fincas estudiadas.

Podemos observar que, tanto para el IPT como para la concentración total de polifenoles, son los vinos procedentes de La Senia, Coster d'All y Closs Cypress los que presentan valores más bajos, siendo estos vinos los de menor color y los procedentes de las primeras uvas vendimiadas. Y tal como se comentó anteriormente, estas fincas lo único que tienen en común es haber sido vendimiadas las primeras y la situación del viñedo en ladera, circunstancias que no fueron favorables para la acumulación de compuestos polifenólicos. En cambio, son los vinos de Vella Vilella y Moreno los que más polifenoles contienen, que coincide con los vinos con mayor grado alcohólico y mayor color, presentando una mayor madurez glucométrica y polifenólica, que no puede atribuirse ni a los suelos, ni a la orientación, altitud o disposición del terreno, ya que estas fincas no tienen nada en común, salvo la región de procedencia y la variedad.

De los polifenoles presentes en los vinos, los flavanoides suponen más del 90%, tal como es habitual en uvas y vinos. De ellos, los más abundantes son los flavanoles (catequinas y proantocianidinas o taninos condensados) seguido de los antocianos en una proporción bastante inferior. Al igual que observamos con los polifenoles totales, son los vinos procedentes de La Senia, Coster d'All y Closs Cypress los que presentan valores más bajos de flavonoides. Ser las primeras parcelas vendimiadas afecto a los polifenoles y a los flavonoides, ya que son su grupo mayoritario, pero no afectó tanto a los compuestos no flavonoides. Los vinos procedentes de Vella Vilella y Moreno son los que más flavonoides contienen, y el hecho de que sean los de mayor grado alcohólico y que los flavanoles precisan alcohol para ser extraídos de las partes sólidas de la uva durante la vinificación, podría pensarse que la mayor concentración de alcohol en estos vinos pudo contribuir a la mayor extracción de flavanoles y por tanto a la mayor concentración de flavonoides (Busse-Valverde et al., 2010).

Tabla 6: Media, desviación estándar y ANOVA de IPT y concentración de polifenoles, flavonoides y no flavonoides

	IPT	Polifenoles (mg/L)	FLV (mg/L)	NFLV (mg/L)
La Senia	39,43 ± 0,51 a	3214,08 ± 71,23 a	2905,68 ± 53,46 a	308,39 ± 21,46 b
Coster d'All	46,13 ± 0,53 b	3530,99 ± 94,76 b	3295,47 ± 118,40 c	235,51 ± 49,23 a
Closs Cypress	44,73 ± 1,92 b	3442,13 ± 97,29 b	3162,41 ± 108,26 b	279,72 ± 17,44 ab
Vella Vilella	51,77 ± 0,19 d	4081,92 ± 32,41 d	3720,54 ± 39,80 e	361,38 ± 20,13 c
Moreno	50,34 ± 0,50 d	4076,69 ± 23,01 d	3783,30 ± 35,59 e	293,38 ± 28,29 b
Paredes Velles	47,51 ± 11,00 c	3810,88 ± 44,04 c	3534,37 ± 13,40 d	276,51 ± 32,55 ab
F-ratio	186,91	84,34	65,90	5,72
P-value	0,0000	0,0000	0,0000	0,0063

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas al 95 %

El comportamiento de los no flavonoides es diferente al de los flavonoides, ya que tienen valores muy próximos en casi todos los vinos, a excepción de los vinos procedentes de la Vella Vilella, que presentan la mayor concentración de no flavonoides, significativamente superior a la encontrada en el resto de los vinos. De ellos, los ácidos hidroxicinámicos (ácidos cafeico, p-

cumárico y ferúlico) son los compuestos no flavonoides más abundantes en los vinos tintos (Garrido y Borges, 2013) y tienen un papel importante en el color del vino ya que actúan como copigmentos con los antocianos, dando lugar a un aumento en la intensidad del color y protegiendo a los antocianos de la oxidación y de la pérdida de color (Bloor y Falshaw, 2000).

En la Tabla 7 se recogen la media, desviación estándar y ANOVA de la concentración de antocianos totales y coloreados en los vinos. Los antocianos tiene una gran importancia en los vinos tintos, ya que son los compuestos responsables de su color, influyendo en este no solo la concentración si no también el estado en que se encuentran estos antocianos en los vinos. La concentración de antocianos en la uva, el pH, la intensidad de la maceración, la maceración prefermentativa y la presencia de otros compuestos que actúan protegiendo a los antocianos y facilitando la posterior formación de pigmentos poliméricos y *piranoantocianos*, van a definir tanto el color de los vinos como su estabilidad (Bimpilas et al., 2016).

Por ello, estudiar no solo la concentración de antocianos, sino también la proporción de antocianos coloreados en los vinos, nos va a indicar no solo el color actual, sino su posible evolución en el tiempo. En estos vinos, el comportamiento de la concentración total de antocianos es el mismo que el de los polifenoles y los flavanoides, inferior en las tres primeras fincas vendimiadas y superior en los de Vella Vilella y Moreno. Pero en cambio, los vinos de la finca Moreno tienen menor concentración de antocianos coloreados, que se refleja en un menor color, tal como observamos en la tabla 5. Esta situación es debida a que parte de los antocianos de Moreno se encuentran en un estado incoloro, quizás debido a tener un pH más elevado los vinos, o a que sus antocianos se encuentran menos polimerizados, lo que los hace menos estables en el tiempo (Ivanova et al., 2011). De los vinos estudiados, son los de Vella Vilella los que presentan más color, que mantendrán estable durante más tiempo. Esta característica puede ser debida a su mejor madurez fenólica, pero también a su bajo pH, que viene condicionado por el tipo de suelo, y por su disposición plana, que facilitó la retención de agua y propició un menor estrés hídrico y por tanto una mejor madurez polifenólica.

Tabla 7: Media, desviación estándar y ANOVA de la concentración de antocianos totales y coloreados

	Antocianos Totales (mg/L)	Antocianos Coloreados (mg/L)
La Senia	416,77 ± 8,59 a	348,02 ± 6,77 a
Coster d'All	439,17 ± 7,55 b	377,46 ± 5,10 b
Closs Cypress	467,12 ± 9,20 c	393,00 ± 8,55 c
Vella Vilella	621,62 ± 4,73 e	565,45 ± 3,37 e
Moreno	622,98 ± 4,18 e	526,20 ± 7,74 d
Paredes Velles	576,53 ± 8,10 d	530,61 ± 2,86 d
F-ratio	493,63	710,46
P-value	0,0000	0,0000

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas al 95 %

En la Tabla 8 se recogen la media, desviación estándar y ANOVA de la concentración de catequinas, taninos totales y condensados y la relación catequina/tanino.

Los taninos son importantes en la calidad del vino tinto, ya que ellos participan en las sensaciones de astringencia y amargor (Gawel, 1998; Vidal et al., 2003) y en la estabilización del color (Cheynier et al., 2006). Estas sensaciones dependen del estado de los taninos, monómeros, dímeros, o con grado medio de polimerización más elevado. Es decir, del tamaño medio de estos compuestos, de tal manera que la astringencia es mayor al incrementar el

grado medio de polimerización y el porcentaje de galoilación de los taninos (Llaudy et al., 2004). En cambio, la presencia de unidades de epigallocatequina en los taninos parece disminuir esta percepción en el vino (Vidal et al., 2003; Fernández et al., 2007). Por ello, los taninos de los hollejos se han considerado mejores organolépticamente que los taninos de las semillas y la utilización de diferentes técnicas de elaboración han buscado ayudar a modular la proporción de taninos de hollejos y semillas en los vinos.

Tal como podemos observar, el comportamiento de los taninos es muy similar al de los antocianos, ya que son los vinos de las uvas vendimiadas inicialmente las que tienen menos taninos, tanto totales como condensados. Los de Parades Vellas presentan un valor intermedio, y los vinos de Vella Vilella y Moreno tienen la mayor concentración de taninos totales, pero en cambio, los vinos de Moreno tienen menor concentración de taninos condensados que los vinos de Vella Vilella y es menor su grado de polimerización, como pone de manifiesto la menor relación catequinas/taninos, que es menor cuanto más elevado es el grado de polimerización de los taninos. Tal como se comentó anteriormente, la mayor concentración de taninos totales y condensados y la menor de catequinas y relación catequina/tanino, se observa en los vinos de Vella Vilella, debido a su óptima extracción de taninos al presentar estos vinos un grado alcohólico elevado, pero también a su mejor madurez fenólica, que no solo potencia la presencia de polifenoles, sino el hecho de que estos polifenoles se encuentren más polimerizados en las uvas en el momento de la vendimia, y por supuesto posteriormente en el vino.

Tabla 8: Media, desviación estándar y ANOVA de la concentración de catequinas, taninos totales y condensados y relación catequina/tanino

	Catequinas (mg/L)	Taninos Tot (mg/L)	Taninos Cond (mg/L)	Catequina/Tanino
La Senia	140,61 ± 5,25 a	1989,92 ± 42,13 a	1355,03 ± 90,48 a	3,82 ± 0,33 cd
Coster d'All	207,66 ± 4,32 c	2218,95 ± 72,13 c	1739,06 ± 18,97 b	4,37 ± 0,08 f
Closs Cypress	146,36 ± 7,97 a	2117,64 ± 71,45 b	1788,03 ± 102,67 b	3,01 ± 0,31 b
Vella Vilella	139,03 ± 7,48 a	2324,05 ± 25,95 d	2059,87 ± 56,99 d	2,48 ± 0,18 a
Moreno	179,53 ± 4,56 b	2318,15 ± 14,34 d	1931,71 ± 103,85 c	3,41 ± 0,27 bc
Paredes Velles	204,63 ± 5,08 c	2171,29 ± 51,85 bc	1817,66 ± 101,45 bc	4,12 ± 0,20 de
F-ratio	25,48	18,60	23,64	25,48
P-value	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas al 95 %

4.2.3. Calidad de los polifenoles

La polimerización y la combinación con otros compuestos disminuye la astringencia de los taninos, aumenta el volumen en boca y mejora la sensación táctil que se producen durante la cata. Cuando el compuesto combinado con el tanino es el antociano se consigue, además de disminuir su astringencia, mejorar la estabilidad de color del vino. Todos estos procesos influyen positivamente en la calidad del vino.

Para poder caracterizar y comparar estas aptitudes en los vinos analizados se han realizado determinaciones analíticas que aportan información sobre el grado de polimerización de los taninos (índice DMACH), sobre los taninos combinados con sales, péptidos y polisacáridos (índice de etanol) y sobre los taninos combinados con antocianos (índice de PVPP). Además, se

ha valorado si los vinos han sufrido oxidaciones cuantificando los ortodihidroxi-fenoles como substratos de reacciones de oxidación de las sustancias fenólicas. Los resultados se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9: Media, desviación estándar y ANOVA de la concentración de ortodihidroxi-fenoles, Índice DMACH, Índice de PVPP e Índice de etanol.

	Índice de DMACH	Índice de PVPP	Índice de ETANOL	Ortodifenoles (mg/L)
La Senia	36,53 ± 1,97 c	30,27 ± 2,50 b	53,06 ± 0,95 ab	419,75 ± 16,56 a
Coster d'All	36,90 ± 1,65 c	27,68 ± 1,46 a	53,97 ± 0,54 bc	666,02 ± 35,45 d
Closs Cypress	37,27 ± 1,34 c	30,39 ± 1,95 b	54,69 ± 0,87 c	539,80 ± 40,34 bc
Vella Vilella	27,41 ± 0,14 a	29,68 ± 1,23 b	51,91 ± 0,32 a	495,21 ± 29,42 b
Moreno	30,95 ± 2,30 b	32,08 ± 1,68 b	52,82 ± 0,34 ab	530,93 ± 28,03 bc
Paredes Velles	37,97 ± 1,55 c	32,61 ± 1,51 b	54,07 ± 0,94 bc	558,86 ± 44,66 c
F-ratio	8,22	8,03	6,01	6,01
P-value	0,0014	0,0016	0,0052	0,0052

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas al 95 %

Vemos como el menor valor del Índice de DMAH, que equivale al mayor grado de polimerización de los taninos, se observa en los vinos de Vella Vilella, tal como pudimos comprobar en la concentración de taninos condensados y en la relación catequina/tanino, atribuido a una mayor madurez polifenólica de estos vinos. Los vinos de Moreno presentan también una buena madurez polifenólica y un grado de polimerización aceptable de sus taninos, aunque inferior al observado en los vinos de Vella Vilella. El resto de los vinos no solo tienen menor concentración polifenólica y tánica, si no que sus taninos están menos polimerizados debido a una menor madurez polifenólica, que no se relaciona con la fecha de la vendimia, ya que las uvas de los vinos de Paredes Velles fueron las últimas vendimiadas.

Con respecto a la polimerización de antocianos con taninos, valorada por el Índice de PVPP, prácticamente no hay diferencias entre los vinos, aunque los vinos de Coster d'All tienen valores ligeramente inferiores. Lo mismo sucede con las combinaciones de los taninos con sales, péptidos y polisacáridos, valoradas con el Índice de etanol, que a pesar de que presenta diferencias significativas, estas diferencias son tan pequeñas que no van a afectar organolépticamente a los vinos.

La presencia de ortodihidroxi-fenoles en los vinos es debida a la hidroxilación de monofenoles a ortodifenoles, facilitando la oxidación posterior a orto-quinonas. Por tanto, cuanto mayor sea la concentración de hidroxifenoles en los vinos, más fácilmente se podrán oxidar.

Podemos observar que los vinos más susceptibles de oxidarse son los de Coster d'All de Torroja, que son los que tienen un pH más alto y un tono más elevado, señal de que ya hay una ligera oxidación. Los vinos de La Senia y Villa Vilella, en cambio, presentan los valores más bajos de ortodihidroxi-fenoles, en el caso de éstos últimos podría deberse a la protección contra la oxidación debido a su alta concentración polifenólica, su bajo pH, y su alta acidez total, pero en el caso de los vinos de La Senia su baja concentración puede ser debida a que se produjo la oxidación del etanol a ácido acético, tal como demuestra su elevada acidez volátil, en detrimento de la oxidación de monofenoles a ortodifenoles.

4.3. Análisis sensorial

En el análisis sensorial, todos los vinos han sido definidos por los catadores como tintos jóvenes, con una capa alta o muy alta, aroma intenso de buena calidad y con predominio de las notas afrutadas. En la fase gustativa son todos vinos secos, con una acidez importante, poco astringentes, sin amargor y con persistencia media-alta.

Los valores medios, mínimos, máximos, desviación estándar y coeficiente de variación de los parámetros sensoriales aparecen en la Tabla 10. Podemos apreciar que los catadores encontraron pocas diferencias entre los vinos, ya que los coeficientes de variación son muy bajos.

Tabla 10: Análisis sensorial - valores medios, mínimos, máximos, desviación estándar y coeficiente de variación

Parámetros Comunes	Valor Medio	Desviación Estándar	Valor Mínimo	Valor Máximo	Coeficiente Variación (%)
Calidad del color	9,429	0,156	9,14	9,57	1,66
Intensidad del color	8,310	0,473	7,86	9,14	5,69
Intensidad del aroma	7,786	0,391	7,29	8,43	5,02
Calidad de aroma	7,595	0,567	6,86	8,29	7,47
Frutas rojas	7,167	0,553	6,86	8,00	7,71
Frutas negras	6,905	0,467	6,57	7,43	6,76
Notas regaliz	4,595	0,530	4,00	5,57	11,53
Notas vegetales	3,143	0,571	2,43	4,14	18,18
Notas florales	4,643	0,929	2,86	5,43	20,01
Notas especiadas	3,476	0,475	2,57	3,86	13,67
Intensidad del gusto	7,028	0,068	7,00	7,17	0,97
Calidad del gusto	7,405	0,482	6,71	7,86	6,50
Acidez	7,905	0,401	8,43	7,57	5,07
Dulzor	2,190	0,074	2,14	2,29	3,37
Untuosidad	4,643	0,533	3,86	5,14	11,47
Astringencia	5,429	0,338	6,00	5,00	6,23
Amargor	4,286	0,156	4,00	4,43	3,65
Persistencia Aromática	6,762	0,148	7,00	6,57	2,18
Calidad Global	7,500	0,645	8,29	6,86	8,60

En la Tabla 11 se recoge la media, desviación estándar y ANOVA de los parámetros valorados en la cata. Se han encontrado diferencias organolépticas significativas entre los vinos, centradas en la intensidad de color, calidad de aroma, aroma a frutas rojas, notas florales y calidad global, siendo los vinos de Coster d'All y Parades Velles los mejor valorados globalmente.

Los catadores han apreciado diferencias en el color de los vinos, correspondiendo a los de Villa Vilella los valores más elevados, tal como apreciamos en el análisis químico, pero no han apreciado diferencias en la acidez, estructura, astringencia o amargor, a pesar de que estos vinos fueron los que presentaron mayor concentración de polifenoles y de taninos, compuestos responsables de la estructura de los vinos, y los que mantuvieron un mayor grado de polimerización, que podría haberse reflejado en la disminución de su astringencia, lo que demuestra que muchas de las diferencias observadas en la composición química de los vinos no son suficientes para ser detectables sensorialmente.

Tabla 11: Medias, desviaciones estándar y ANOVA de los parámetros sensoriales

		La Senia	Coster d'All	Closs Cypress	Vella Vilella	Moreno	Paredes Velles	F-ratio	P-value
Examen visual	Calidad del color	9,43 ± 0,73 A	9,14 ± 1,12 a	9,43 ± 0,73 a	9,43 ± 0,73 a	9,57 ± 0,49 a	9,57 ± 0,49 a	0,26	0,9301
	Intensidad del color	7,86 ± 0,83 a	8,00 ± 0,76 a	8,14 ± 0,99 ab	9,14 ± 0,64 c	8,57 ± 0,73 b	8,14 ± 0,83 ab	4,09	0,0409
Examen olfativo	Intensidad del aroma	8,00 ± 1,31 a	7,71 ± 0,70 a	7,29 ± 1,03 a	7,71 ± 1,16 a	7,57 ± 1,18 a	8,43 ± 0,90 a	0,81	0,5514
	Calidad del aroma	7,00 ± 1,51 ab	8,29 ± 1,03 b	7,57 ± 0,90 ab	6,86 ± 0,99 a	8,00 ± 1,07 ab	7,86 ± 1,46 ab	5,38	0,0086
	Frutas rojas	7,00 ± 1,77 ab	8,00 ± 0,76 b	6,43 ± 1,29 a	6,86 ± 1,12 ab	7,57 ± 1,50 ab	7,14 ± 0,64 ab	2,18	0,0374
	Frutas negras	6,57 ± 2,06 a	7,57 ± 1,18 a	6,57 ± 1,40 a	6,57 ± 1,84 a	6,71 ± 1,91 a	7,43 ± 1,50 a	0,46	0,7997
	Notas regaliz	4,71 ± 2,71 a	4,43 ± 2,58 a	4,00 ± 2,12 a	4,43 ± 3,06 a	4,43 ± 3,11 a	5,57 ± 2,77 a	0,18	0,9689
	Notas vegetales	2,43 ± 1,66 a	3,00 ± 2,73 a	2,86 ± 1,36 a	4,14 ± 3,36 a	3,14 ± 2,59 a	3,29 ± 2,24 a	0,22	0,9531
	Notas florales	2,86 ± 0,80 a	4,86 ± 1,64 ab	4,86 ± 2,03 ab	4,57 ± 2,77 ab	5,29 ± 1,83 ab	5,43 ± 1,68 b	1,99	0,0145
	Notas especiadas	2,57 ± 1,38 a	3,57 ± 2,38 a	3,43 ± 1,97 a	3,57 ± 1,97 a	3,86 ± 3,18 a	3,86 ± 2,09 a	0,18	0,9693
Examen gustativo	Intensidad del gusto	7,17 ± 0,35 a	7,00 ± 0,70 a	7,00 ± 0,70 a	7,00 ± 1,07 a	7,00 ± 0,99 a	7,00 ± 0,88 a	0,42	0,8342
	Calidad del gusto	7,00 ± 2,45 a	7,71 ± 1,16 a	7,29 ± 1,98 a	6,71 ± 2,05 a	7,86 ± 1,25 a	7,86 ± 1,46 a	0,44	0,8202
	Acidez	8,29 ± 0,70 a	7,57 ± 1,29 a	7,43 ± 0,73 a	8,43 ± 0,49 a	8,00 ± 0,93 a	7,71 ± 1,16 a	1,12	0,3654
	Dulzor	2,14 ± 0,96 a	2,29 ± 1,91 a	2,29 ± 1,05 a	2,14 ± 1,96 a	2,14 ± 1,64 a	2,14 ± 1,36 a	0,02	0,9999
	Untuosidad	4,14 ± 1,88 a	5,14 ± 1,25 a	4,86 ± 1,55 a	3,86 ± 2,42 a	4,71 ± 1,67 a	5,14 ± 1,88 a	0,52	0,7601
	Astringencia	5,29 ± 1,03 a	5,29 ± 1,67 a	5,43 ± 1,68 a	6,00 ± 1,77 a	5,57 ± 1,59 a	5,00 ± 1,31 a	0,29	0,9137
	Amargor	4,29 ± 1,28 a	4,00 ± 2,33 a	4,43 ± 1,59 a	4,29 ± 1,91 a	4,43 ± 1,40 a	4,29 ± 1,48 a	0,05	0,9983
	Persistencia	6,71 ± 0,88 a	6,57 ± 1,84 a	6,71 ± 1,03 a	7,00 ± 1,51 a	6,71 ± 1,28 a	6,86 ± 0,83 a	0,08	0,995
Calidad Global (Equilibrio- armonía)		7,00 ± 1,41 ab	8,29 ± 1,03 b	7,07 ± 1,02 ab	6,86 ± 1,64 a	7,50 ± 0,89 ab	8,29 ± 1,03 b	32,74	0,0443

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas al 95 %

En cuanto al aroma, no hay diferencias en la intensidad, pero si en la calidad, siendo los vinos de Villa Vilella los peor valorados, y los de Coster d'All y Paredes Velles los mejor valorados, que también destacan por la mayor presencia de frutas rojas y notas florales, siendo estos atributos determinantes en la valoración de la calidad final de los vinos. Los vinos de Villa Vilella, en cambio, fueron penalizados por presentar la más baja calidad del aroma, lo que ha repercutido negativamente en la calidad global de estos vinos.

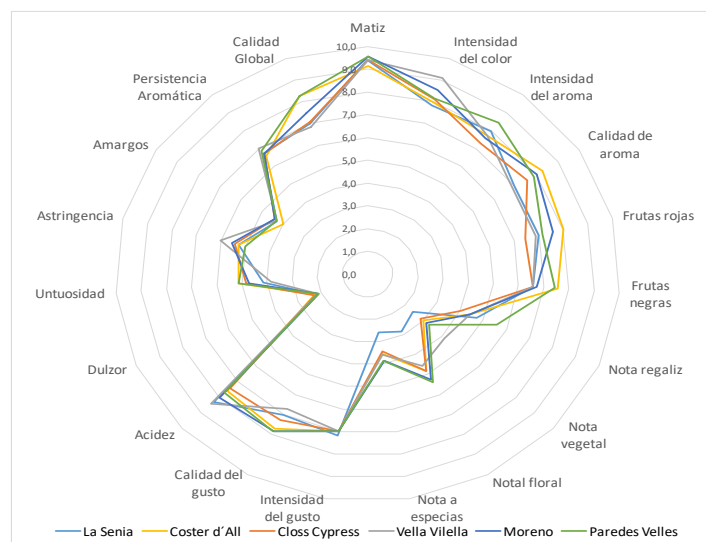
Los catadores han notado un ligero defecto en los vinos de la Senia, que se refleja en su inferior calidad del aroma, pero no han sido capaces de conectarlo con su elevada acidez volátil, quizás debido a que los vinos son muy complejos tanto aromática como gustativamente, y eso enmascara defectos si éstos no son muy acusados.

Los vinos de las parcelas de Bellmunt del Priorat, Clos Cypress y Moreno, que presentan bastante homogeneidad tanto en el clima, como en la naturaleza del suelo, la orientación y la altitud, tienen una similar valoración sensorial, intermedia entre los vinos de Villa Vilella, y los de Coster d'All y Paredes Velles.

Los vinos con la nota más alta en calidad global provienen de las parcelas de Torroja (Paredes Velles y Coster d'All), cuya diferencia es la forma de terreno y la altitud. La finca Paredes Velles, situada a menor altitud, formada por areniscas y pizarras con niveles de conglomerados, orientada al oeste y dispuesta en terrazas, da lugar a vinos con aroma muy intenso y marcado por la fruta roja y las notas florales. Lo mismo sucede con los vinos de Coster de d'All, que proceden también de Torroja y que al igual que la anterior, sus suelos están formados por areniscas y pizarras con niveles de conglomerados, orientada al oeste, y a 50 metros más de altitud. Debido a ello, podríamos decir que el mesoclima de las laderas del monte donde están situadas las parcelas, la orientación de éstas y la naturaleza de sus suelos, son los factores determinantes que mejoran la calidad organoléptica de los vinos de Cariñena de la bodega. En cambio, no hay una influencia clara de la altitud, ni parece que influya el hecho de que el viñedo esté plantado con inclinación o en terrazas.

En la Figura 16 se muestra el perfil sensorial de los vinos mediante un diagrama en tela de araña. Se puede observar que todos los vinos tienen un perfil similar, salvo para los parámetros ya comentados, diferencias que son debidas a la naturaleza de las parcelas, que a su vez influyen en la evolución de la madurez de la uva y por lo tanto en su composición.

Figura 16: Representación en tela de araña del análisis sensorial de los vinos.



5. Conclusiones

Los vinos analizados tienen un perfil bastante homogéneo, marcado por un grado alcohólico medio, bajo pH y alta acidez total, elevada concentración de polifenoles, especialmente taninos, alta calidad del color y un perfil aromático y gustativo similar. Estas características son aportadas por la variedad y la edad de las cepas, condiciones generales de la zona, y por el método de elaboración, cuyo fin es obtener un vino de corte moderno, con menos extracción y más amplitud y complejidad en boca, mediante la fermentación con una parte de racimo entero.

Todas las parcelas han sido vendimiadas en un momento de madurez glucométrica similar, pero la evolución de la madurez entre las parcelas ha sido muy distinta, ya que la última parcela vendimiada necesitó diecisiete días más que la primera para acumular una cantidad de azúcar aproximada. Los vinos con mayor grado alcohólico y acidez total y menor pH, fueron los de Vella Vilella. La fecha de la vendimia tuvo solo una ligera influencia en la evolución de la madurez tecnológica de la uva, pudiendo atribuirse estas diferencias al terroir, especialmente a la composición del suelo, pero también a su orientación, y a la disposición del terreno, plano en esta finca, y en terrazas y laderas en el resto de las fincas.

Con respecto a los compuestos polifenólicos, son los vinos de La Senia, Coster d'All y Closs Cypress los que tienen menor color y menor concentración polifenólica. Estas fincas tienen en común es haber sido vendimiadas las primeras y la situación del viñedo en ladera, circunstancias que no fueron favorables para la acumulación de compuestos polifenólicos. Los vinos de Vella Vilella y Moreno son los que más color y polifenoles contienen; su mejor madurez polifenólica puede ser atribuida a la tardía fecha de vendimia que propició la acumulación de polifenoles en las uvas, y a su mayor grado alcohólico, que facilitó la extracción de polifenoles especialmente durante la maceración postfermentativa.

Las diferencias observadas en la composición convencional y polifenólica de los vinos no han tenido suficiente magnitud para modificar las características gustativas de los vinos, lo que demuestra que muchas de las diferencias observadas en la composición química de los vinos no son suficientemente elevadas como para ser detectables sensorialmente.

Los vinos procedentes de las parcelas de Torroja (Paredes Vellas y Coster d'All) son las mejor valoradas aromáticamente, tanto en la calidad de su aroma, el aroma a frutas rojas, las notas florales y la evaluación global, siendo común a estas fincas el mesoclima de las laderas del monte donde están situadas, la naturaleza del suelo, formado por areniscas y pizarras con niveles de conglomerados y la orientación al oeste, siendo estos factores determinantes para mejorar la calidad organoléptica de los vinos de Cariñena de la bodega Costers del Priorat.

Los vinos de Vella Vilella, que proceden de las uvas con mejor madures tecnológica y polifenólica, fueron penalizados por presentar la más baja calidad del aroma, lo que ha repercutido negativamente en la calidad global de estos vinos.

Bibliografía

- Aceto, M., Robotti, E., Oddone, M., Baldizzone, M., Bonifacino, G., Bezzo, G., Di Stefano, R., Gosetti, F., Mazzucco, E., Manfredi, M. and Marengo, E., 2013. A traceability study on the Moscato wine chain. *Food Chemistry*, 138(2-3), pp.1914-1922.
- Aleixandre, J. and Grespo, F., 2005. *Geografía Vitivinícola*. [Valencia]: VJ Ediciones.
- Barlow, M., 2017. *Soil-Grapevine Interactions: Insight From Verdicchio In The Marche Wine Region, Italy*. Master of Science. University of Wisconsin-Milwaukee.
- Betaportal.icgc.cat. 2020. Mapa Geològic De Catalunya. [online] Disponible en: https://betaportal.icgc.cat/visor/client_utfgrid_geo.html [Acceso 20 Marzo 2020].
- Bimpilas, A., Panagopoulou, M., Tsimogiannis, D. and Oreopoulou, V., 2016. Anthocyanin copigmentation and color of wine: The effect of naturally obtained hydroxycinnamic acids as cofactors. *Food Chemistry*, 197, pp.39-46.
- Bloor, S. and Falshaw, R., 2000. Covalently linked anthocyanin–flavonol pigments from blue *Agapanthus* flowers. *Phytochemistry*, 53(5), pp.575-579.
- Blouin J., 1992. *Técnicas d'analyses des moûtes et des vins*. [Paris]: Ed.Dujardin Salleron, p. 199-201.
- Bois, B., Wald, L., Pieri, P., Van Leeuwen, C., Commagnac, L., Chery, P., Christen, M., Gaudillère, J. and Saur, E., 2008. Estimating spatial and temporal variations in solar radiation within Bordeaux winegrowing region using remotely sensed data. *OENO One*, 42(1), p.15.
- Boixadera, J., Herrero, C., Carrillo, G., Puiguriquer, M. and Ubalde, J., 2011. Suelo típico del Priorat.. [ebook] SECS Catalunya 2011. Disponible en: <http://www.creaf.uab.es/secs2011/docs/O3%20Suelo%20de%20vi%C3%B1a%20del%20Priorat.pdf> [Acceso 5 Feb. 2020].
- Bonfante, A., Agrillo, A., Albrizio, R., Basile, A., Buonomo, R., De Mascellis, R., Gambuti, A., Giorio, P., Guida, G., Langella, G., Manna, P., Minieri, L., Moio, L., Siani, T. and Terribile, F., 2015. Functional homogeneous zones (fHZs) in viticultural zoning procedure: an Italian case study on Aglianico vine. *SOIL*, 1(1), pp.427-441.
- Bonfante, A., Basile, A., Langella, G., Manna, P. and Terribile, F., 2011. A physically oriented approach to analysis and mapping of terroirs. *Geoderma*, 167-168, pp.103-117.
- Brillante, L., Bois, B., Lévêque, J. and Mathieu, O., 2016. Variations in soil-water use by grapevine according to plant water status and soil physical-chemical characteristics—A 3D spatio-temporal analysis. *European Journal of Agronomy*, 77, pp.122-135.
- Bucelli, P., Costantini, E. and Storchi, P., 2010. It is possible to predict Sangiovese wine quality through a limited number of variables measured on the vines. *OENO One*, 44(4), pp.207-2018.
- Busse-Valverde, N., Gómez-Plaza, E., López-Roca, J., Gil-Muñoz, R., Fernández-Fernández, J. and Bautista-Ortín, A., 2010. Effect of Different Enological Practices on Skin and Seed Proanthocyanidins in Three Varietal Wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(21), pp.11333-11339.
- Censi, P., Saiano, F., Pisciotta, A. and Tuzzolino, N., 2014. Geochemical behaviour of rare earths in *Vitis vinifera* grafted onto different rootstocks and growing on several soils. *Science of The Total Environment*, 473-474, pp.597-608.
- Cobertera Laguna de Ezquerria, E., 1986. *Los Suelos Cultivados De La Provincia De Tarragona*. [Tarragona]: Diputació de Tarragona.

- Conradie, W.J., Carey, V.A., Bonnardot, V., Saayman, D., van Schoor, L.H., 2002. Effect of different environmental factors on the performance of Sauvignon blanc grapevines in the Stellenbosch/Durbanville districts of South Africa. I. Geology, soil, climate, phenology and grape composition. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 23, p.78–91
- Costantini, E. and Bucelli, P., 2008. Suolo, vite ed altre colture di qualità: l'introduzione e la pratica dei concetti di terroir e zonazione. *Ital. J. Agron*, (3), pp.23-33.
- Costantini, E., 2007. *Linee Guida Dei Metodi Di Rilevamento E Informatizzazione Dei Dati Pedologici*. Firenze: Selca, p.296.
- Costantini, E., Agnelli, A., Fabiani, A., Gagnarli, E., Mocali, S., Priori, S., Simoni, S. and Valboa, G., 2015. Short-term recovery of soil physical, chemical, micro- and mesobiological functions in a new vineyard under organic farming. *SOIL*, 1(1), pp.443-457.
- Costantini, E., Bucelli, P. and Priori, S., 2012. Quaternary landscape history determines the soil functional characters of terroir. *Quaternary International*, 265, pp.63-73.
- Costantini, E., Lorenzetti, R. and Malorgio, G., 2016. A multivariate approach for the study of environmental drivers of wine economic structure. *Land Use Policy*, 57, pp.53-63.
- Costantini, E., Pellegrini, S., Bucelli, P., Barbetti, R., Campagnolo, S., Storchi, P., Magini, S. and Perria, R., 2010. Mapping suitability for Sangiovese wine by means of $\delta^{13}C$ and geophysical sensors in soils with moderate salinity. *European Journal of Agronomy*, 33(3), pp.208-217.
- Costantini, E., Pellegrini, S., Bucelli, P., Storchi, P., Vignozzi, N., Barbetti, R. and Campagnolo, S., 2009. Influence of hydrogeology on viticulture and oenology of Sangiovese vine in the Chianti area (Central Italy). *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 6(1), pp.1197-1231.
- Deloire, A., Vaudour, E., Carey, V., Bonnardot, V. and Van Leeuwen, C., 2005. Grapevine responses to terroir: a global approach. *OENO One*, 39(4), p.149.
- Denominación de Origen Qualificada Priorat (2013). *Texto consolidado del Pliego de Condiciones de la Denominación de Origen Protegida Priorat (versión julio 2013)*.
- Dokoozlian N.K. and Kliewer W.M., 1996. Influence of light on grape berry growth and composition varies during fruit development. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 121, 869-874.
- Downey M.O., Dokoozlian N.K. and Krstic M.P., 2006. Cultural practice and environmental impacts on the flavonoid composition of grapes and wine : a review of recent research. *Am. J. Enol. Vitic.*, 57, p.257-268.
- Downey M.O., Harvey J.S. and Robinson S.P., 2004. The effect of bunch shading on berry development and flavonoid accumulation in Shiraz grapes. *Aust. J. Grape Wine Res.*, 10, p.55-73.
- Dry, P., 2017. Understanding the components of terroir. In: Beames, K.S., Robinson, E.M.C., Dry, P.R., Johnson, D.L., (Eds.), *Proceedings of the 16th Australian Wine Industry Technical Conference*. Glen Osmond, SA: The Australian Wine Industry Technical Conference Inc., pp.39-44.
- Durante, C., Bertacchini, L., Bontempo, L., Camin, F., Manzini, D., Lambertini, P., Marchetti, A. and Paolini, M., 2016. From soil to grape and wine: Variation of light and heavy elements isotope ratios. *Food Chemistry*, 210, pp.648-659.
- Edo-Roca, M., Nadal, M., Lampreave, M., 2013. How terroir affects bunch uniformity, ripening and berry composition in *Vitis vinifera* cvs. Carignan and Grenache. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 47, p.1-20.
- Edo-Roca, M., Nadal, M., Sánchez-Ortiz, A. and Lampreave, M., 2014. Anthocyanin composition in Carignan and Grenache grapes and wines as affected by plant vigor and bunch uniformity. *OENO One*, 48, p.201-2017.

- Ferretti, C., 2019. Relationship between the geology, soil assessment, and terroir of Gewürtztraminer vineyards: A case study in the Dolomites of northern Italy. *CATENA*, 179, pp.74-84.
- Fischer, U., Bauer, A., Koschinski, S. and Schmarr, H., 2017. Terroir in the old and new world – what sensory is telling us. In: Beames, K.S., Robinson, E.M.C., Dry, P.R., Johnson, D.L., (Eds.), *Proceedings of the 16th Australian Wine Industry Technical Conference*. Glen Osmond, SA: The Australian Wine Industry Technical Conference Inc., pp.30-35.
- Flanzy, M. Aubert, S., 1969., Evaluation of phenolic compounds in white wines. A comparative study of some wines from *vitis vinifera* and from interspecific direct-producerhíbrids. *Ann. Technol. Agric.* 18, p.27-44
- Freeman, B. and Kliewer, W., 1983. Effect of irrigation, crop level and potassium fertilization on Carignane vines. II. Grape and wine quality. *American Journal of Enology and Viticulture*, 34(3), pp.197-207.
- Freeman, B.M., Kliewer, W.M., Stern, P., 1982. Influence of wind breaks and climatic region on diurnal fluctuation of leaf water potential, stomatal conductance, and leaf temperatures of grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* 33, p.233–236.
- Garrido, J. and Borges, F., 2013. Wine and grape polyphenols — A chemical perspective. *FoodResearch International*, 54(2), pp.1844-1858.
- Glories, Y., 1978. *Recherches Sur La Matière Colorante Des Vins Rouges*.. Université de Bordeaux II.
- Glories, Y., 1984^a. La couleur des vinsrouges. Les equilibres des anthocyanes et des tannins. *Conn. Vigne Vin*, 18(3), p.195-217.
- Glories, Y., 1984^b. La couleur des vinsrouges. Mesure, origine et interpretation. *Conn. Vigne Vin*, 18(4), p.253-271.
- Greenough, J., Mallory-Greenough, L. and Fryer, B., 2005. Geology and wine 9: regional trace element fingerprinting of Canadian wines. *GeoscienceCanada*, 32.
- InstitutGeològic de Catalunya (2011). *Itinerarios edáficos por Cataluña: el Priorat, la Cerdanya y el Penedès*.. Barcelona: Institut Geològic de Catalunya.
- Ivanova, V., Dörnyei, Á., Márk, L., Vojnoski, B., Stafilov, T., Stefova, M. and Kilár, F., 2011. Polyphenolic content of Vranec wines produced by different vinification conditions. *FoodChemistry*, 124(1), pp.316-325.
- Jackson D.I. and Lombard P.B., 1993. Environmentaland management practices affecting grapecomposition and wine quality – A review. *Am.J. Enol. Vitic.*, 44, p.409-429.
- Jones, G., White, M., Cooper, O. and Storchmann, K., 2005. Climate Change and Global Wine Quality. *Climatic Change*, 73(3), pp.319-343.
- Kodur, S., 2011. Effects of juice pH and potassium on juice and wine quality, and regulation of potassium in grapevines through rootstocks (*Vitis*): a short review. *Vitis*, 50(1), pp.1-6.
- Koundouras, S., Van Leeuwen, C., Seguin, G. and Glories, Y., 1999. Influence de l'alimentation en eau sur la croissance de la vigne, la maturation des raisins et les caractéristiques des vins en zonediméditerranéenne (exemple de Némée, Grèce, cépage Saint-Georges, 1997). *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, (33), pp.149-160.
- Lenglet, F., 2014. Influence of terroir products meaning on consumer's expectations and likings. *Food Quality and Preference*, 32, pp.264-270.
- Maltman, A., 2008. The Role of Vineyard Geology in Wine Typicity. *Journal of Wine Research*, 19(1), pp.1-17.
- Marciniak, M., Reynolds, A. and Brown, R., 2013. Influence of water status on sensory profiles of Ontario Riesling wines. *Food Research International*, 54(1), pp.881-891.

- MartínezDíaz, C., 1983. Carbonífero Y Pérmico De España. Madrid: Ministerio de Industria y Energía, Secretaría de la Energía y Recursos Minerales, Instituto Geológico y Minero de España.
- Matthews M.A. and Nuzzo V., 2007. Berry size and yield paradigms on grapes and wines quality. *Acta Hort.*, 754, p.423-435.
- Matthews, M., 2016. *Terroir And Other Myths Of Winegrowing*. 1st ed. Davis: University of California Press, p.328.
- Mauzuela. (n.d.). [ebook] Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/exposiciones/vid/www/imagenes/pdf/MAZUELA.pdf> [Acceso 23 Mar. 2020].
- Morlat, R. and Bodin, F., 2006. Characterization of Viticultural Terroirs using a Simple Field Model Based on Soil Depth – II. Validation of the Grape Yield and Berry Quality in the Anjou Vineyard (France). *Plant and Soil*, 281(1-2), pp.55-69.
- Morlat, R. and Bodin, F., 2006. Characterization of Viticultural Terroirs using a Simple Field Model Based on Soil Depth – II. Validation of the Grape Yield and Berry Quality in the Anjou Vineyard (France). *Plant and Soil*, 281(1-2), pp.55-69.
- Morlat, R., 2001. *Terroirs Viticoles*. Chaintré: OenoplurimediaSarl, p.118.
- Nadal, M., 2002., *Els vins del Priorat*, [Barcelona]: Cossetània Edicions.
- Nicholas, K., Matthews, M., Lobell, D., Willits, N. and Field, C., 2011. Effect of vineyard-scale climate variability on Pinot noir phenolic composition. *Agricultural and Forest Meteorology*, 151(12), pp.1556-1567.
- Ojeda, H., Andary, C., Kraeva, E., Carbonneau, A. and Deloire, A., 2002. Influence of pre- and post-véraison water deficit on synthesis and concentration of skin phenolic compounds during berry growth of *Vitis vinifera* L., cv. Shiraz. *American Journal of Enology and Viticulture*, (53), pp.261-267.
- Pepi, S., Coletta, A., Crupi, P., Leis, M., Russo, S., Sansone, L., Tassinari, R., Chicca, M. and Vaccaro, C., 2016. Geochemical characterization of elements in *Vitis vinifera* cv. Negroamaro grape berries grown under different soil managements. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(5), pp.211-215.
- Pepi, S., Sansone, L., Chicca, M., Marrocchino, E. and Vaccaro, C., 2016. Distribution of rare earth elements in soil and grape berries of *Vitis vinifera* cv. "Glera". *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(8).
- Petrini, R., Sansone, L., Slejko, F., Bucciatti, A., Marcuzzo, P. and Tomasi, D., 2015. The ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr strontium isotopic systematics applied to Glera vineyards: A tracer for the geographical origin of the Prosecco. *Food Chemistry*, 170, pp.138-144.
- Pompei, C.; Peri, C. 1971. Determination of catechins in wines. *Vitis*, 9, p.312-316
- Priori, S., Barbetti, R., L'Abate, G., Bucelli, P., Storchi, P. and Costantini, E., 2014. Natural terroir units, Siena province, Tuscany. *Journal of Maps*, 10(3), pp.466-477.
- Priori, S., Fantappiè, M., Bianconi, N., Ferrigno, G., Pellegrini, S. and Costantini, E., 2016. Field-Scale Mapping of Soil Carbon Stock with Limited Sampling by Coupling Gamma-Ray and Vis-NIR Spectroscopy. *Soil Science Society of America Journal*, 80(4), pp.954-964.
- Priori, S., Martini, E., Andrenelli, M., Magini, S., Agnelli, A., Bucelli, P., Biagi, M., Pellegrini, S. and Costantini, E., 2013. Improving Wine Quality through Harvest Zoning and Combined Use of Remote and Soil Proximal Sensing. *Soil Science Society of America Journal*, 77(4), pp.1338-1348.
- Protano, G. and Rossi, S., 2014. Relationship between soil geochemistry and grape composition in Tuscany (Italy). *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 177(4), pp.500-50

- Puiguriguer, M. 2011. Itinerario 1: Garraf-Priorat. Geología del Priorat.. [ebook] SECS Catalunya 2011. Disponible en:
<http://www.creaf.uab.es/secs2011/docs/02%20Geolog%C3%ADa%20del%20Priorat.pdf>.
 [Acceso 5 Feb. 2020].
- Ramos, M., Jones, G. and Yuste, J., 2015. Phenology and grape ripening characteristics of cv Tempranillo within the Ribera del Duero designation of origin (Spain): Influence of soil and plot characteristics. *European Journal of Agronomy*, 70, pp.57-70.
- Resolución de 8 de mayo de 2009, de la Dirección General de Industria y Mercados Alimentarios, por la que se publica la Orden ARP/188/2006, de 18 de abril, por la que se aprueba el Reglamento de la Denominación de Origen Calificada Priorat..III.
- RESOLUCIÓN OIV/VITI 333/2010.
- Reynier, A., 2013. Manual de viticultura. 11th ed. [Barcelona]: Omega.
- Ribéreau-Gayon P. 1974. The chemistry of red wine color. *The Chemistry of Winemaking*. [Washington]: A. D. Webb.
- Ribéreau-Gayon, P. y Stonestreet, E. 1965. Le dosage des anthocyanes dans le vin rouge. *Bull. Soc. Chim.*, 9, p.119-142.
- Robinson, J., Harding, J. and Vouillamoz, J., 2012. *Wine Grapes*. [New York]: Ecco Press.
- Roullier-Gall, C., Boutegrabet, L., Gougeon, R. and Schmitt-Kopplin, P., 2014. A grape and wine chemodiversity comparison of different appellations in Burgundy: Vintage vs terroir effects. *Food Chemistry*, 152, pp.100-107.
- Schultz H.R., 2000. Climate change and viticulture : a European perspective on climatology, carbon dioxide and UV-B effects. *Aust. J. Grape Wine Res.*, 6, p.2-12.
- Servei Meteorològic de Catalunya. 2017. TORROJA DEL PRIORAT Normals Climàtiques (Període De Referència 2007-2016). 1ª ed. Servei Meteorològic de Catalunya.
- Tomasi, D., Gaiotti, F. and Jones, G., 2010. *The Power Of The Terroir: The Case Study Of Prosecco Wine*. Basel: Springer.
- Tonietto, J. and Carbonneau, A., 2004. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. *Agricultural and Forest Meteorology*, 124(1-2), pp.81-97.
- Van Leeuwen, C. and Seguin, G., 2006. The concept of terroir in viticulture. *Journal of Wine Research*, 17(1), pp.1-10.
- Vaudour, E., Costantini, E., Jones, G. and Mocali, S., 2015. An overview of the recent approaches to terroir functional modelling, footprinting and zoning. *SOIL*, 1(1), pp.287-312.
- Vaudour, E., Leclercq, L., Gilliot, J. and Chaignon, B., 2017. Retrospective 70 y-spatial analysis of repeated vine mortality patterns using ancient aerial time series, Pléiades images and multi-source spatial and field data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 58, pp.234-248.
- Villarroya, A. (2006). 12 Ensayos de variedades tintas nobles en la D.C.Ca Priorat, 1993-2005. Dossier Tècnic, (09).
- Vivas, n., Glories, Y., Lagune, I., Saucier, C., 1994. Estimation du degré de polymerisation des procyanidines du raisin et du vin par la méthode au p-diméthylaminociannamaldehyde. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 28(4), p.319-336.