



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Agronòmica i del Medi Natural

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica
y del Medio Natural

Caracterización agronómica y enológica de biotipos de Vitis
vinífera L. cv. Bobal

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos

AUTOR/A: Asensio Widjaja, Isabel

Tutor/a: Lizama Abad, Victoria

Cotutor/a externo: INTRIGLIOLO, DIEGO

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

Caracterización agronómica y enológica de biotipos de *Vitis vinifera* L. cv. Bobal

Resumen

La variedad de vid para vinificación Bobal está ampliamente extendida en la vitivinicultura valenciana. A pesar de ello, en los últimos años, no se han seleccionado clones de la variedad de vid Bobal con mejores aptitudes enológicas. Bajo este marco, este Trabajo Final de Grado se enmarca en un proyecto de investigación más a largo plazo de selección clonal y tiene como objetivo llevar a cabo una primera determinación de las aptitudes agronómicas y enológicas de hasta 100 biotipos de la variedad Bobal. Para ello, se han realizado los análisis de madurez tecnológica y fenólica de cada biotipo y se ha analizado la respuesta productiva en campo. Tras determinar parámetros analíticos como los sólidos solubles totales, la acidez, los antocianos y los polifenoles, los resultados obtenidos indican qué biotipos puedan poseer la calidad de uva deseada. Al mismo tiempo se han identificado aquellos que en una primera vendimia podrían ser más productivos. La realización de este trabajo es por lo tanto el primer paso para una selección clonal que está actualmente en marcha. Los resultados aquí obtenidos serán corroborados por el equipo de investigación en las próximas campañas con el fin de identificar aquellos biotipos que puedan pasar a la siguiente fase de la selección clonal en marcha. Este trabajo se relaciona con los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030: Producción y consumo responsables, vida de ecosistemas terrestres, trabajo decente y crecimiento económico, industria, innovación e infraestructuras y acción por el clima.

Palabras clave: uva, Bobal, biotipo, clon, calidad, ácido tartárico, sólidos solubles, antocianos, polifenoles

Resum

La varietat de vinya per a vinificació Bobal està àmpliament estesa en la vitivinicultura valenciana. Malgrat això, en els últims anys, no s'han seleccionat clons de la varietat de vinya Bobal amb les millors aptituds enològiques. Sota aquest marc, aquest Treball Fi de Grau s'emmarca en un projecte d'investigació més a llarg termini de selecció clonal i té com objectiu dur a terme una primera determinació de les aptituds agronòmiques i enològiques de fins a 100 biotipus de la varietat Bobal. Per això, s'han realitzat les anàlisis de maduresa tecnològica i fenòlica de cada biotipus i s'ha analitzat la resposta productiva en camp. Després de determinar paràmetres analítics com els sòlids solubles totals, l'acidesa, els antocians i els polifenols, els resultats obtinguts indiquen quins biotipus podrien posseir la qualitat de raïm desitjada. Al mateix temps s'han identificat aquells que en una primera verema podrien ser més productius. La realització d'aquest treball es per tant el primer pas per a una selecció clonal que està actualment en marxa. Els resultats ací obtinguts seran corroborats per l'equip d'investigació en les pròximes campanyes amb el fi d'identificar aquells biotipus que podrien passar a la següent fase de la selecció clonal en marxa. Este treball es relaciona amb els següents Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) de l'Agenda 2030: Producció i consum responsables, vida d'ecosistemes terrestres, treball decent i creixement econòmic, indústria, innovació i infraestructures i acció pel clima.

Paraules clau: raïm, Bobal, biotipus, clon, qualitat, àcid tartàric, sòlids solubles, antocians, polifenols

Abstract

The Bobal grapevine cultivar for winemaking is widely grown throughout the viticulture region of Valencia. Despite this, in recent years there have not been any selected clones of the Bobal variety with superior winemaking aptitudes. Under this framework, this End of Degree Project is framed within another long-term research project in cv. Bobal clonal selection and its aim is to carry out an initial determination of the agronomic and winemaking aptitudes of up to 100 biotypes of the Bobal variety. To achieve this, the analyses of technological and phenolic maturity have been conducted for each biotype and the yield response in the field has been analyzed. Through the determination of factors such as soluble solids, acidity, anthocyanins, and polyphenols, the obtained results indicate which biotypes may possess the desired grape quality. Alongside this, biotypes that may result in a higher yield in a first harvest have been identified. Carrying out this project is therefore the first step towards a clonal selection that is currently underway. The results reported here will be confirmed by the research team in future experimental stages with the aim of identifying biotypes that may continue to the next phase of an ongoing clonal selection. This project is relevant to the following Sustainable Development Goals (SDG): Responsible Consumption and Production, Life on Land, Decent Work and Economic Growth, Industry, Innovation and Infrastructure, and Climate Action.

Key words: grape, Bobal, biotype, clone, quality, tartaric acid, soluble solids, anthocyanins, polyphenols

Autora: Isabel Asensio Widjaja

Valencia, septiembre 2023

Tutora: Victoria Lizama Abad

Director experimental: Diego Intrigliolo Molina

Curso académico: 2022-2023

Mis agradecimientos a Vicky y Diego por animarme en aquellos momentos en los que yo no podía.

Thank you to my mom and brother for being there when I needed a favor along the way.

Eternally grateful to Jordi, the lighthouse to my ship lost at sea, who has kept, and will continue to keep, his hand in mine.

Índice

1. Introducción	7
1.1. Importancia del cultivo de la vid y del vino.....	7
1.1.1. Importancia del vino a nivel global.....	7
1.1.2. Importancia del vino a nivel nacional	8
1.1.3. Importancia del vino en la Comunidad Valenciana. DO Utiel-Requena.	8
1.2. El cambio climático y su influencia en la viticultura y la enología	9
1.3. Parámetros de calidad de la uva.....	10
1.4. Compacidad	13
1.5. Las variedades de vid.....	14
1.5.1. La variedad Bobal	16
1.6. La mejora genética en la vid	16
1.6.1. La selección clonal.....	17
1.6.2. La selección clonal en la variedad Bobal.....	19
1.6.2.1. Proyecto ValoraBobal	19
2. Objetivos	20
3. Materiales y métodos	20
3.1. Plantación experimental de los biotipos.....	20
3.2. Determinaciones de campo	22
3.2.1. Peso por baya, producción e Índice de Ravaz.....	22
3.2.2. Determinación de la compacidad.....	23
3.3. Determinación de sólidos solubles.....	24
3.4. Determinación de acidez total y pH.....	24
3.5. Determinación de los antocianos y polifenoles.....	24
3.6. Análisis de la varianza de un factor (ANOVA)	25
4. Resultados y discusión.....	25
4.1. Análisis estadístico ANOVA	25
5. Conclusiones	29
Bibliografía	30
Anexo I: Relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030	33
Anexo II.....	35

Índice de Tablas

Tabla 1.1.: Efectos potenciales del cambio climático en la viticultura	10
Tabla 1.2.: Compuestos fenólicos y su localización en la uva	13
Tabla 1.3.: Distribución de variedades y tendencias clave en el mundo.....	15
Tabla 1.4.: Las aptitudes buscadas para el cultivo de los clones candidatos de variedades viníferas para su evaluación.....	18
Tabla 4.1.: Promedio y desviación estándar de producción, peso de poda, Índice de Ravaz, capacidad y peso por baya	27
Tabla 4.2.: Promedio y desviación estándar de sólidos solubles totales, acidez total (AT), pH, y las relaciones acidez total-sólidos solubles totales (AT/SST) y pH-sólidos solubles totales (pH/SST).....	28
Tabla 4.3.: Promedio y desviación estándar de antocianos, polifenoles, y la relación antocianos-sólidos solubles totales (Antocianos/SST).....	29
Tabla AI-1: Grado de relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible	33
Tabla AII-1: Ampelografía de la variedad de vid Bobal.....	35
Tabla AII-2: Promedios y desviación estándar de producción, peso de poda, Índice de Ravaz capacidad y peso de baya.....	38
Tabla AII-3: Promedios y desviación estándar de sólidos solubles totales, acidez, pH y de las relaciones acidez-sólidos solubles totales y pH-sólidos solubles totales	39
Tabla AII-4: Promedios y desviación estándar de antocianos, polifenoles, y la relación antocianos-sólidos solubles totales	40

Índice de Figuras

Figura 1.1.: Evolución de los azúcares y la acidez durante la maduración.....	11
Figura 1.2.: Evolución de los ácidos tartárico y málico.....	11
Figura 1.3.: Evolución de los constituyentes de la uva.....	12
Figura 1.4.: Aumento de la concentración de antocianos y taninos en piel y pepitas a lo largo de la maduración de la uva.....	13
Figura 1.5.: Las 10 variedades principales cultivadas en España.....	15
Figura 3.1.: Ortofoto aérea tomada por un dron de la parcela experimental en la que se ha llevado a cabo la plantación de los biotipos.....	21
Figura 3.2.: Esquema de la plantación con los distintos biotipos plantados identificados con sus códigos.....	22
Figura 3.3.: Evaluación de compacidad en racimos.....	23
Figura AII-1: Hoja Bobal.....	36
Figura AII-2: Imagen de un racimo Bobal.....	36
Figura AII-3: Distribución geográfica de la superficie de vid Bobal por hectáreas y por comunidad autónoma.....	37

1. Introducción

1.1. Importancia del cultivo de la vid y del vino

1.1.1. Importancia del vino a nivel global

La superficie total de viñedo a nivel global está estimada a 7,3 millones de hectáreas, incluyendo los viñedos para todo tipo de uso de la uva, siendo vinos, zumos, uvas de mesa y pasas, además de viñedos que aún no han entrado en producción (OIV, 2021). La Unión Europea (UE) es donde se encuentra la mayor cantidad de vid plantada (3,3 millones de hectáreas), y es productor de más de la mitad del vino del mundo (165 millones de hectolitros en 2020). El continente de América es el segundo productor de vino, y en Asia, a pesar de ser el continente con la segunda mayor superficie de viñedo, la mayoría de la producción se dedica a la uva para productos no vinificados. España es el país con más superficie de viñedo en el mundo con 961 miles de hectáreas en 2020, seguido por Francia (797 miles de hectáreas) y China (785 miles de hectáreas).

Dentro de la UE, Italia, Francia y España juntos producen el 53% de la producción del vino mundial, de 49,1, 46,6 y 40,7 millones de hectolitros respectivamente, un incremento comparado con el año 2019, especialmente para Francia y España, posiblemente atribuido a una primavera y verano cálidos. El viñedo de la UE se ha mantenido estable durante los últimos años, ya que ha estado sometido al arranque de viñedos y la plantación de viñedos nuevos desde 2015 (OIV, 2021). Particularmente para los tres países principales de cultivo de viñedo, Francia e Italia han visto un aumento en la superficie de viñedo comparado con 2019, mientras España ha experimentado un descenso de 0,6%.

Respecto al continente americano, Estados Unidos es el principal productor de vino, además de ser el cuarto productor mundial por detrás de Italia, Francia y España. Argentina y Chile han experimentado una tendencia negativa en la producción del vino debido a las malas condiciones de tiempo ocasionadas por El Niño. (OIV, 2021).

En general, el comercio de vino en el año 2020 tuvo una disminución tanto en volumen como valor, este último siendo más importante. Italia y España se han mantenido durante la última década como los principales exportadores mundiales de vino, habiendo exportado cada uno más de 20 millones de hectolitros en 2020, a pesar de que esto es un descenso respecto al año anterior debido a la crisis sanitaria de COVID-19 y las restricciones impuestas en el canal Horeca (OIV, 2021). Junto con Francia, estos tres países exportaron 54,6 millones de hectolitros, un 52% del mercado vínico mundial en 2020. Francia se posiciona como el primer exportador mundial respecto al precio de vino, valorado a 8,7 mil millones de euros. Países como Reino Unido, Alemania, y Estados Unidos son los principales importadores de vino, Reino Unido siendo el mayor importador en términos de volumen con 14,6 millones de hectolitros, y Estados Unidos el mayor importador en términos de valor, alcanzando 5,2 mil millones de euros.

El principal consumidor de vino en años recientes es Estados Unidos, alcanzando 33,0 millones de hectolitros en 2020, a pesar de la crisis COVID-19. El consumo de vino en los países europeos de Francia, Italia y España tiende al descenso en las últimas dos décadas (2000-2019), pero en 2020, el consumo en Francia se ha mantenido estable e Italia ha visto un aumento. España ha visto un descenso en consumo de 6,8% en 2020, mientras Alemania tiende a mantener un consumo constante a lo largo de los años. Por otro lado, China, después de una tendencia positiva desde el inicio del siglo, se ha visto una disminución importante en el consumo de vino para el tercer año consecutivo. (OIV, 2021).

1.1.2. Importancia del vino a nivel nacional

El sector vitivinícola de España tiene cierta importancia económica, además de estar incrustado en su sociedad y su cultura. Ha sido el país con más superficie de cultivo dedicada a la vid en el mundo por lo menos durante 27 años, con 966.442 hectáreas (13% del total mundial) en 2019, y es el tercer productor mundial de vino. Durante la última década, ha sido uno de los principales exportadores mundiales del vino junto con Italia (OIV, 2021). Según la última encuesta de viñedo realizada, la mayor parte de superficie de viñedo en España, 93%, se encuentra en producción para vinificación. La superficie con potencial de producción vitícola con Denominación de Origen Protegida (DOP), incluyendo la superficie que no está en producción aún, es de un 91% (MAPA, 2020).

1.1.3. Importancia del vino en la Comunidad Valenciana. DO Utiel-Requena.

La Comunidad Valenciana tiene una superficie total de viñedo de 58.764 hectáreas, un 6,5% del total nacional, de los cuales un 91,7% está en producción de vinificación y un 94,3%, compuesto de viñedos en producción y no en producción, se dedica a vinos de DOP (MAPA, 2020). Con cuatro denominaciones de origen (DOP Utiel-Requena, DOP Valencia, DOP Alicante y DO Cava), la historia vitivinícola del territorio valenciano alcanza los 2.600 años, trazando sus orígenes en yacimientos arqueológicos como Las Pilillas de Requena (CRDO Utiel-Requena, s.f.). El cultivo de la vid en Valencia es el producto agrario con más importancia después del sector cítrico, siendo la cuarta comunidad autónoma con más superficie de viñedo.

El cultivo de la viña en la DOP Utiel-Requena cuenta con más de 6.500 viticultores y 110 bodegas, y la región comprende de nueve términos municipales: Camporrobles, Caudete de las Fuentes, Fuenterrubles, Requena, Siete Aguas, Sinarcas, Utiel, Venta del Moro y Villagordo del Cabriel (CAPAA, 2011). Este cultivo y la elaboración del vino dentro de esta demarcación geográfica es ancestral y se remontan al siglo V-IV antes de Cristo, tal y como lo demuestran los hallazgos arqueológicos como las primeras pepitas de uva en el yacimiento Íbero de Los Villares en Caudete de las Fuentes. La DOP Utiel-Requena tiene 32.567 hectáreas en producción, el viñedo más extenso y homogéneo de la Comunidad Valenciana.

El área geográfica de la DOP Utiel-Requena se localiza en la meseta interior de la provincia de Valencia a unos 65 kilómetros del Mediterráneo. Su clima es considerado mediterráneo, pero tiene características de clima continental por su altitud media de 720 metros. Esta altitud junto con su proximidad e inclinación hacia el mar son rasgos geográficos propios que aportan esa calidad diferenciada a los vinos provenientes de Utiel-Requena. Además, los suelos, que se componen de arena, limo y arcilla de manera equilibrada, generalmente son alcalinos con alta cantidad de caliza y pobres en materia orgánica, fósforo y magnesio, características que contribuyen a las posteriores cualidades aromáticas de los vinos (CAPAA, 2011).

El relieve topográfico se caracteriza por un desnivel constante del terreno, formando “vallejos” y “cerritos” de poca altitud. Este tipo de terreno es difícilmente inundable y confiere a muchos viñedos la baja capacidad de retener agua lo cual aumenta su potencial de cultivar uvas de calidad. La presencia de los viñedos, además, ayuda a frenar la erosión del terreno (CAPAA, 2011).

La región recibe precipitaciones escasas e irregulares, siendo la media de lluvias unos 400 mm/año. En los años más secos puede haber hasta un mínimo de 150 mm/año. Por otro lado, la insolación media anual es de 2.700 h/año, y la escasez de lluvias durante la maduración reduce bastante el riesgo de enfermedades y plagas y permite que los viñedos dispongan de muchas horas de sol durante esta fase de la planta. Estos factores naturales promueven un uso poco habitual de los tratamientos en la viticultura de la zona, lo que reduce el impacto y es respetuosa con el medio ambiente. Junto al área geográfica y respecto a su clima, las fuertes oscilaciones térmicas entre día y noche que ocurren en la

zona contribuyen a la obtención de una acidez total alta de forma natural y una mayor concentración de polifenoles en el hollejo, además de unas aptas maduraciones alcohólica y fenólica (CAPAA, 2011).

La variedad de vid Bobal es autóctona de la DOP Utiel-Requena, ocupando un 75% de la superficie de viñedo y está bastante bien adaptado al terreno de la zona, ya que en terrenos de menor elevación y de más distancia al mar la calidad de la uva empeora y resulta en un vino completamente distinto (CAPAA, 2011).

Los viticultores y enólogos de esta DOP a lo largo de los años han aplicado nuevas técnicas para conseguir mejoras en los viñedos y de calidad de vinos, que sean sobre el estrés hídrico, la poda, el incremento y exposición de la superficie foliar, y la introducción de tecnologías más modernas en las bodegas (CAPAA, 2011).

1.2. El cambio climático y su influencia en la viticultura y la enología

El cambio climático se define como el cambio a largo plazo de las temperaturas y los patrones climáticos, causado por actividades humanas que aumentan los gases de efecto invernadero como dióxido de carbono, metano, óxido nitroso y gases fluorados. El dióxido de carbono es el mayor contribuidor al calentamiento global, habiendo aumentado su concentración en la atmósfera a un 48% por encima de su nivel preindustrial. Las principales actividades humanas que son la causa del incremento de emisiones de gases de efecto invernadero son: la combustión de hidrocarburos fósiles, la deforestación, la ganadería, los fertilizantes con nitrógeno y los equipos y productos que utilizan y emiten gases fluorados. En 2019, se ha visto un aumento de temperatura media global de 1,1°C por encima de niveles preindustriales, y actualmente el calentamiento global está incrementando a una velocidad de 0,2°C por década (Comisión Europea, s.f.). Las consecuencias de este fenómeno inducido por humanos varían por región, extendiendo desde la subida del nivel del mar e inundaciones hasta olas de calor extremo y sequías. A continuación, se hablará del impacto del cambio climático en la viticultura y la enología.

La producción agrícola más vulnerable ante el cambio climático será en las regiones áridas y semiáridas de tipo mediterráneo de Europa. Se aumentarán las necesidades hídricas por el incremento de las temperaturas, y la disponibilidad de recursos hídricos se verá afectada. Esto implicaría un menor rendimiento en las plantaciones en secano, mientras en las regiones con veranos más húmedos la calidad podría aumentar, ya que para producir uvas rojas de alta calidad es necesario un moderado estrés hídrico (Van Leeuwen *et al.*, 2004).

La vid es una planta sensible a heladas y exige calor para desarrollar y madurar la uva, influyendo así en la obtención del nivel óptimo de azúcares, ácidos y aromas para producir un vino de determinado estilo y de máxima calidad. Por tanto, el aumento de la temperatura puede tener algunos beneficios, como la disminución de heladas en zonas más frías y un crecimiento más acelerado al inicio del periodo vegetativo. Sin embargo, si las temperaturas cálidas fueran excesivas, la duración del periodo de crecimiento se acortaría, provocando que la vid experimente más rápidamente los cambios fenológicos en la duración de la maduración (Jones, 2008). Se podría causar un cambio en el desarrollo, por el cambio en la cantidad de radiación recibida en las diferentes fases de crecimiento. Si en una variedad se superase sus umbrales ideales, el periodo de maduración coincidiría con un periodo de radiación excesivamente alto, impactando negativamente en la calidad de la uva al ocasionar un exceso de madurez y azúcares en la uva. (Bindi *et al.*, 1996). Además, un descenso en el diferencial de temperaturas de día y noche (calentamiento asimétrico día-noche) también podría afectar negativamente la calidad de la uva, acortando su maduración.

Ya que el aumento de las temperaturas acelera el crecimiento de la vid, algunas fases del ciclo de la vid que necesiten ambientes más secos podrían coincidir con temporadas más húmedas, como la floración y el desarrollo del fruto que podría coincidir con las lluvias primaverales. Este aumento de temperaturas

junto con la gran disponibilidad de agua en el suelo podría provocar que la planta desarrolle antes vegetativamente que producir la uva. También hay mayor riesgo de brotes de enfermedades por hongos o transmitidas por insectos debido al exceso de humedad.

El comportamiento de las plagas y enfermedades que afectan a los cultivos pueden sufrir modificaciones, ya que la subida en temperaturas implica inviernos más suaves, lo que favorece la proliferación de algunas especies como la *Xylella fastidiosa* que causa la enfermedad de Pierce. En otros casos los resultados no están tan claros, como la podredumbre causada por la *Botrytis cinerea*. De forma general, un cultivo que ha sido debilitado por un incremento de los eventos climáticos extremos sería más fácilmente infectado por hongos que en condiciones típicas.

Por otro lado, el aumento en la concentración de CO₂ podría resultar en un mejor rendimiento tanto de fruta como de biomasa, que estimula la fotosíntesis y el crecimiento (Rogers y Dahlman, 1993). A pesar de que esto sea un beneficio, al haber mayor variabilidad del clima habrá también una mayor variabilidad interanual de los rendimientos, lo que arriesgaría la calidad del vino y no satisfecería la demanda del vino en los años de poco rendimiento, y esto implica un mayor riesgo económico para los viticultores (Moutinho-Pereira *et al.*, 2009).

Tabla 1.1.: Efectos potenciales del cambio climático en la viticultura (Resco *et al.*, 2014)

Factor de cambio	Posibles beneficios	Posibles efectos negativos
Aumento de temperaturas	Periodos de crecimiento más rápidos Menor riesgo de heladas	Aumento del estrés térmico Disminución de la calidad (menor acidez, color y taninos) Aumento grado alcohólico Exceso desarrollo vegetativo Mayor riesgo de incendios Aumento de plagas y enfermedades Aumento variabilidad rendimiento
Disminución de la precipitación	Menor riesgo de enfermedades en zonas húmedas Mejora de la calidad en zonas húmedas	Aumento de la frecuencia de sequías Mayor riesgo de incendios Disminución de rendimientos
Aumento de lluvias intensas o tormentas		Aumento de la erosión Mayor riesgo de enfermedades Daños en las plantas por inundaciones o pedriscos
Aumento de gases de efecto invernadero	Incremento de producción biomasa	Aumento de la variabilidad de la producción en respuesta a mayor variabilidad del clima

1.3. Parámetros de calidad de la uva

Cuando se habla de la calidad de uva, hay que tener en cuenta los niveles de azúcar, ácido tartárico, y polifenoles presentes en la uva. Se realizan controles rutinarios sobre las cepas para saber el momento óptimo de la vendimia, que será cuando la uva tenga la madurez y la cantidad de azúcares, ácidos, y polifenoles deseados para elaborar el vino.

A lo largo de la maduración, los ácidos presentes en la uva se convierten en azúcares, resultando en un incremento en azúcares y una disminución en ácidos. Cuando la uva haya dejado de aumentar en peso

y contenga una cantidad adecuada de azúcares y acidez, se considera que ha alcanzado la madurez tecnológica y es el momento de la vendimia.

El mosto que será elaborado después de la vendimia tendrá un 15 a 25% de glucosa y fructosa, y aunque la acidez se expresa en gramos por litro de ácido tartárico ya que es el ácido mayoritario, también están presentes en menor cantidad los ácidos málico y cítrico, además del bitartrato potásico, fosfatos y sulfatos.

La cantidad de azúcar en el mosto indica el grado de alcohol probable que presentará el vino tras la fermentación, mientras la acidez total influye en las características organolépticas del vino. Es más deseable un pH bajo, ya que un pH alto contribuye al desarrollo de microorganismos, el pardeamiento y a la oxidación, la peor eficacia del SO₂ añadido para disminuir el pH, e impide la polimerización de los antocianos. En las Figuras 1.1. y 1.2. se observa la evolución de los azúcares y la acidez, mientras en la Figura 1.3. se muestra la evolución de los componentes de la uva desde el envero hasta la madurez.

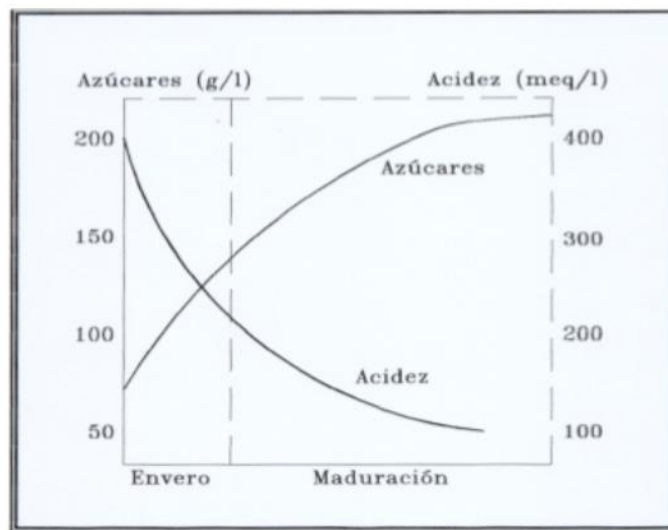


Figura 1.1.: Evolución de los azúcares y la acidez durante la maduración (Blouin & Peynaud, 2003)

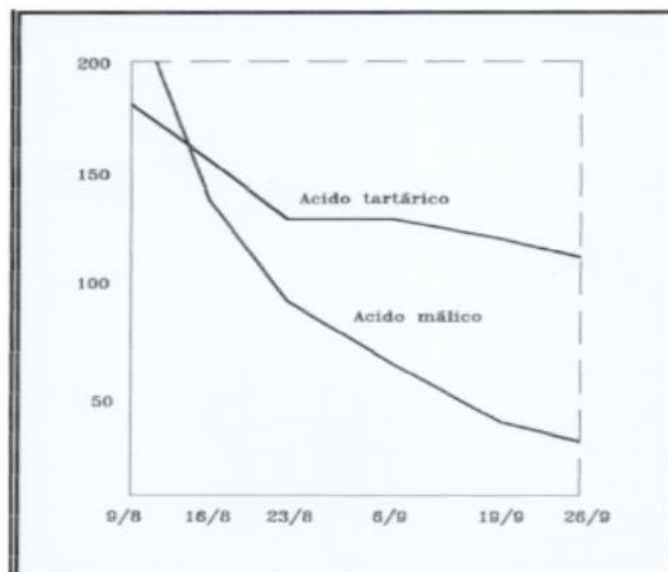


Figura 1.2.: Evolución de los ácidos tartárico y málico (Blouin & Peynaud, 2003)

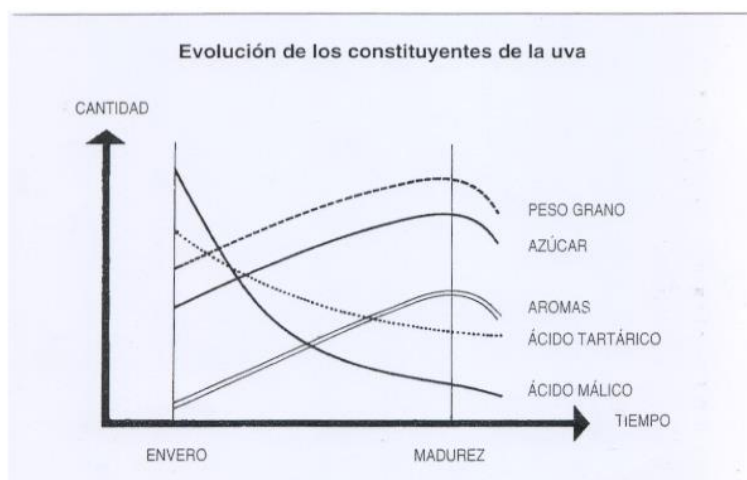


Figura 1.3.: Evolución de los constituyentes de la uva (Blouin & Peynaud, 2003)

Los compuestos fenólicos son responsables del color y aroma de los vinos, son extraídos durante de la elaboración del vino, y poseen propiedades antioxidantes, bactericidas y vitamínicas. Entre los tipos de compuestos fenólicos se encuentran los ácidos fenólicos, los flavonoides, los antocianos y los taninos, así descritos en la Tabla 1.2.

Los ácidos fenólicos son incoloros y no tienen un sabor ni aroma definido, mientras los flavonoides poseen pigmentos amarillos.

Los antocianos proporcionan el color rojo de las uvas y se hallan solamente en la piel, o el hollejo, de las uvas tintas. En casos excepcionales de variedades muy pigmentadas se pueden localizar también en la pulpa de la uva.

Los taninos son capaces de producir combinaciones estables con las proteínas. Existen dos tipos de taninos, hidrolizables y condensados. Los hidrolizables son solubles en agua y alcohol, pero no son presentes en la uva, ya que estos taninos resultan del proceso de envejecimiento cuando el vino está en contacto con el roble. Los taninos condensados son presentes en las partes sólidas del racimo (el hollejo, las pepitas y el raspón), y se disuelven en el vino durante la maceración.

La composición fenólica de la uva aumenta a lo largo de la maduración. Los antocianos se desarrollan a partir del envero y llegan a su punto máximo con la madurez completa, y los taninos del hollejo experimentan una evolución parecida, observado en la Figura 1.4.

El concepto de madurez fenólica se ha definido como la medida de facilidad de extracción de los antocianos y fenoles de la uva al mosto (Glories, 1999; Saint-Cricq et al., 1998) por lo que una mayor facilidad de extracción corresponde con una mayor madurez fenólica.

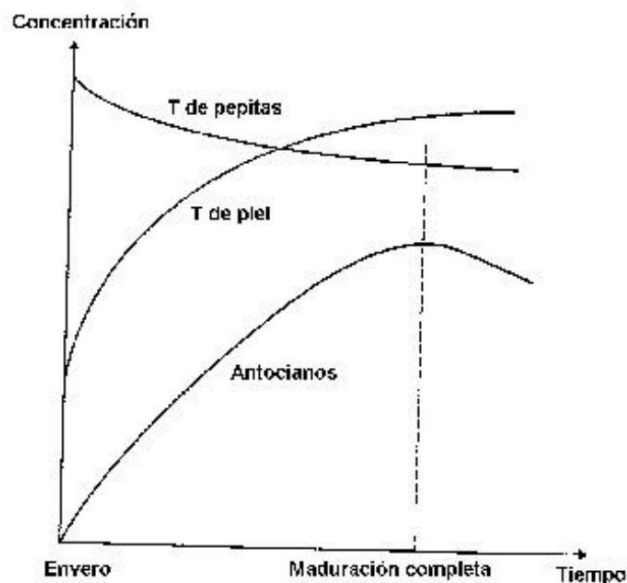


Figura 1.4.: Aumento de la concentración de antocianos y taninos en piel y pepitas a lo largo de la maduración de la uva (Hidalgo, 2011)

Tabla 1.2.: Compuestos fenólicos y su localización en la uva

Compuesto	Piel	Pulpa	Semillas	Raspón	Efecto sensorial
Ácidos fenólicos	Presente	Trazas	Presente	Presente	Sabor amargo
Flavonoides	Presente	No hay	No hay	No hay	Color amarillo en vino blanco
Antocianos	Presente	Sólo variedades tintoreras	No hay	No hay	Color rojo en vino tinto y rosado
Taninos condensados	Presente	No hay	Presente	Presente	Cuerpo, sabor amargo, astringencia, y color amarillo en tintos

El momento de madurez tecnológica y el de máximo contenido en polifenoles no siempre coinciden, de hecho, se ha constatado en otras variedades que la madurez tecnológica suele ser anterior en el tiempo (Martínez *et al.*, 2001). Por tanto, a través del análisis de las muestras a lo largo de la maduración, se encontrará un equilibrio entre las cantidades de azúcar, ácidos y polifenoles que se ajusten a las características deseadas por el viticultor para el vino.

1.4. Compacidad

La compacidad se refiere a la densidad del racimo, es decir, la distribución de las bayas en el racimo y los espacios libres que puedan crear. Un racimo suelto significa que hay mucho espacio entre las bayas y una porción importante del volumen morfológico no está compuesto por ellas. Por otro lado, los racimos compactos presentan una estructura con poco espacio libre entre bayas, pudiendo desarrollarse como un cuerpo sólido y corre el riesgo de la deformación de las bayas debida a la presión ejercida por otras. Por tanto, la compacidad de un racimo relaciona el volumen morfológico de este con el componente sólido, las bayas presentes en el racimo (Tello e Ibáñez, 2018).

La importancia de la compacidad del racimo se halla en las varias consecuencias negativas causadas por los racimos compactos. Al estar tan juntas las bayas, se restringe el desarrollo de la capa de cera

(Marois, *et al.*, 1986, Kretschmer *et al.*, 2007), que resulta en la debilitación de la defensa contra los patógenos que provocan la podredumbre (Herzog *et al.*, 2015). El interior del racimo también se ve perjudicado por un corriente de aire restringido, que aumenta la temperatura interna y la humedad (Igounet *et al.*, 1995), lo cual conduce a una falta de exposición a la luz solar (Vail y Marois, 1991). La radiación del sol es importante en la maduración de la uva y parece participar también en el desarrollo de un hollejo más grueso (Martínez-Lüscher *et al.*, 2014) y con más cera (Rosenquist y Morrison, 1989). Como consecuencia, existe una mayor exposición de humedad superficial en la parte interior que hacen las bayas más susceptibles a las microfisuras, las cuales conducen también al racimo podrido (Gabler *et al.*, 2003). Además, la presión ejercida por las bayas durante la maduración puede causar fisuras y el jugo que se escapa crea un buen ambiente nutritivo para el crecimiento de moho (Marois *et al.*, 1986) que puede proliferarse rápidamente por el estrecho contacto entre bayas (Hed *et al.*, 2009). Por otra parte, la exposición solar irregular de las bayas interiores produce una maduración desigual en el racimo, obteniendo bayas más maduras que otras y un racimo que presenta mayor heterogeneidad (Vail y Marois, 1991). En general, la alta compacidad del racimo crea una propensión a la podredumbre, la más importante causada por *Botrytis cinerea*.

Se considera que los racimos más sueltos producen mejor calidad de vino, ya que los racimos compactos, al tener más probabilidad a sufrir podredumbre por *Botrytis*, disminuyen el rendimiento de cultivo y la calidad por resultar en sabores extraños, daño oxidativo y dificultades en la clarificación durante el proceso de vinificación (Ribéreau-Gayon, 1983).

1.5. Las variedades de vid

Según el informe Focus OIV 2017, hay alrededor de 10.000 variedades de vid conocidas, de las cuales 13 ocupan más de un tercio de la superficie de viñedo mundial, y 33 variedades ocupan un 50% del total.

Se han identificado 80 especies del género *Vitis*, que está compuesto de dos subgéneros, *Muscadinia* y *Euvitis*. La mayoría de las vides cultivadas pertenecen a este último, y a su vez, las vides se clasifican en tres grupos: americano, asiático oriental, y eurasiático. *Vitis vinifera* es la única especie que constituye parte del grupo eurasiático, y la mayoría de las variedades del mundo provienen de ésta (VIVC, 2015). La alta diversidad genética de la vid se atribuye a su cultivo a lo largo de la historia, la conservación y transporte de semillas, la hibridación interespecífica y la ocurrencia natural de las mutaciones genéticas. A alturas de julio 2022, el Catálogo Internacional de Variedad *Vitis* (VIVC) reconoce 13.578 nombres de variedades incluyendo los que son sinónimos, por lo que una variedad puede tener varios nombres, y se estima que el número real de variedades de *V. vinifera* ronda los 6.000 (Lacombe, 2012).

Hay variedades de vid dedicadas a la vinificación muy extendidas a nivel internacional, (así nombradas en la Tabla 1.3.), como son la Cabernet Sauvignon, que ocupa un 4% de superficie mundial, la Sultanina (también utilizada como uva de mesa y pasas), y la Merlot, la Chardonnay y la Syrah que tienen presencia en 37, 41, y 31 países respectivamente.

Tabla 1.3.: Distribución de variedades y tendencias clave en el mundo. Elaborada a partir de información OIV (OIV, 2017a).

Variedad	Color	Destinación	Área (ha)	Tendencia
Kyoho	Negro	Mesa	365.000	↑*
Cabernet Sauvignon	Negro	Vino	341.000	↗
Sultanina	Blanco	Mesa, pasificación y vino	273.000	↘*
Merlot	Negro	Vino	266.000	→
Tempranillo	Negro	Vino	231.000	↑
Airén	Blanco	Vino, Brandy	218.000	↓
Chardonnay	Blanco	Vino	210.000	↗
Syrah	Negro	Vino	190.000	↑
Red Globe	Negro	Mesa	159.000	↗*
Garnacha Tinta	Negro	Vino	163.000	↘
Sauvignon Blanc	Blanco	Vino	123.000	↑
Pinot Noir	Negro	Vino	112.000	↑
Trebbiano Toscano	Blanco	Vino, Brandy	111.000	↘

*Estimaciones de la OIV

Las variedades Tempranillo y Airén también son unas de las más cultivadas en el mundo, pero la mayoría de sus viñedos se encuentran en España, como se observa en la Figura 1.5., y las dos suponen casi la mitad de la superficie vitivinícola nacional. La Bobal es la segunda uva tinta más plantada en España después del Tempranillo.

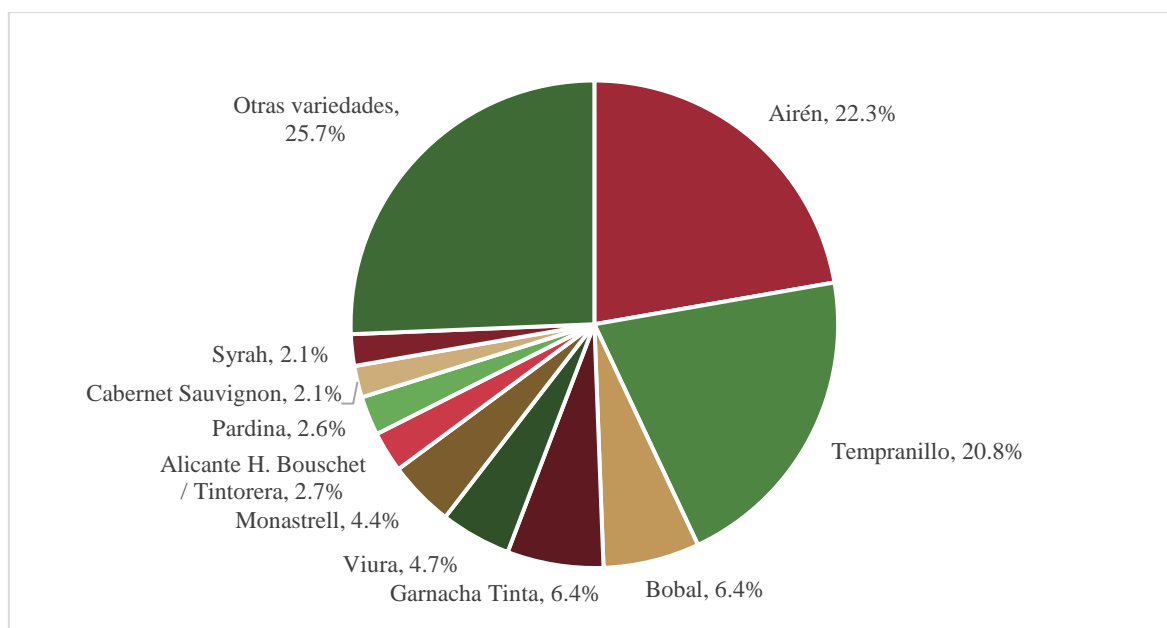


Figura 1.5.: Las 10 variedades principales cultivadas en España. Elaborada a partir de información OIV (OIV, 2017a).

Respecto a la DOP Utiel-Requena, solo se permite la elaboración de vinos protegidos con las siguientes variedades (CAPAA, 2011):

Variedades tintas: Bobal, Tempranillo, Garnacha Tinta, Garnacha Tintorera, Cabernet Sauvignon, Merlot, Syrah, Pinot Noir, Petit Verdot y Cabernet Franc.

Variedades blancas: Macabeo, Merseguera, Tardana o Planta Nova, Chardonnay, Sauvignon Blanc, Parellada, Verdejo, Moscatel de grano menudo.

1.5.1. La variedad Bobal

Como se ha mencionado anteriormente, la variedad Bobal, autóctona de la DOP Utiel-Requena, ocupa un 75% de su superficie de viñedo, y un 47% de las 21.876 hectáreas plantadas con esta uva son viñedos con más de 40 años de antigüedad (CRDO Utiel-Requena).

La variedad de vid Bobal es una planta vigorosa de porte semierguido que dispone de racimos grandes y compactos de uva tinta, con una fertilidad alta y una producción media-alta, pudiendo llegar a producir entre 60 y 70 hectolitros por hectárea. Sus sarmientos son largos, fuertes y ramificados de color marrón y algunos rastreros. La hoja adulta es grande, con cinco lóbulos y de color verde oscuro (Figura AII-1 del Anexo II) con un pecíolo corto y de baja densidad de pelos. Los granos de uva son de tamaño medio y de forma esférica, con un hollejo de color azul negro de grosor medio. La pulpa jugosa no tiene pigmentación y es de consistencia blanda. Presenta buena resistencia a la sequía y mejor adaptabilidad a suelos sueltos y aireados, además de ajustarse bien a las podas cortas (Chomé *et al.*, 2006). Su rusticidad y resistencia hacen que se adapte perfectamente al clima de la DOP Utiel-Requena.

La planta posee cierta resistencia a las enfermedades criptogámicas mildiu, oídio y botritis, pero es sensible a la excoriosis y a la yesca. También es sensible a las virosis como el entrenudo corto, el enrollamiento y el jaspeado. Por otro lado, presenta resistencia a los insectos en general, ya que posee un hollejo bastante duro y las condiciones climatológicas de la zona de cultivo no favorecen la proliferación de plagas.

La variedad Bobal se emplea para la elaboración de vinos rosado, tintos jóvenes, y tintos de crianza. Los vinos rosados poseen una aromaticidad a frutas rojas intensa y agradable y una gran frescura en boca con sabor largo, demostrando una gran calidad olfativa y gustativa, además de un color rosa con reflejos violáceos intensos y vivos. Los vinos tintos presentan tonos rojos intensos debido a la alta carga polifenólica y la acidez total alta, que en ocasiones resulta en reflejos violáceos. Esta carga polifenólica también contribuye al gran cuerpo del vino, siendo de potente estructura y volumen y persistente en boca. Los sabores y aromas complejos recuerdan a fruta madura matizada por frutos secos, regaliz y especias, y con el paso del tiempo recuerdan a cereza madura. Su alto contenido en resveratrol también es interesante comparado con otras variedades, atribuido al estrés climático propio de la DOP Utiel-Requena (CAPAA, 2011).

Esta variedad de uva se utilizó anteriormente como vino de pasto para mezclar con la Airén (Chomé *et al.*, 2006), pero en la última década, la Bobal se ha convertido en una variedad de moda en el mercado vinícola español. Hace alrededor de veinte años, no era una uva conocida, centrándose en graneles con altas producciones y precios bajos, hasta que el cambio de tendencia en el mercado y los viticultores y enólogos comprometidos con la mejora de su calidad han hecho la Bobal aumentar en popularidad (CRDO Utiel-Requena, 2014).

1.6. La mejora genética en la vid

La variabilidad genética que existe dentro de una variedad influye en la calidad de uva y, por tanto, en la del vino. La mejora genética de la vid puede ayudar a afrontar los retos del sector vitivinícola de hoy en día, como son el cambio climático y la demanda constante de nuevos productos en el mercado global. El estudio de la diversidad genética disponible, así como su recuperación y caracterización, puede traer a la mesa soluciones a las necesidades actuales del cultivo. Por ejemplo, variedades de menor producción y de menor grado alcohólico que en antaño fueron rechazadas por no cumplir con los

objetivos de productividad de la época, ahora son interesantes por su producción más equilibrada. Los viticultores además buscan cepas libres de enfermedades, de virosis, que presenten mayor resiliencia ante algunos patógenos y mayor habilidad de adaptación a las condiciones del cambio climático. La identificación y caracterización de estas mejores cepas permite un mejor aprovechamiento de la biodiversidad existente.

1.6.1. La selección clonal

Un clon se define como el material vegetal obtenido por multiplicación vegetativa de una sola planta (OIV, 2017b). Un conjunto de clones diferentes es lo que se denomina la “variedad población”. La selección que se efectúa a partir del análisis de estos individuos y, consecuentemente, eligiendo una cepa madre con las características deseadas para volver a multiplicar vegetativamente, se llama selección clonal. Esta multiplicación vegetativa de la cepa elegida asegura que su descendencia será genéticamente igual a ésta.

El objetivo de la selección clonal es obtener cepas de máxima calidad enológica, manteniendo unos niveles de producción adecuados, y el genotipo de la cepa se conserva a través de la multiplicación vegetativa. Mediante mutaciones somáticas se incrementa la variabilidad genética, y a causa del medio ambiente pueden ocurrir cambios en el fenotipo. Es posible que algunas variantes somáticas, o accesiones, puedan conferir a las cepas características de interés.

Según el protocolo para la selección clonal de variedades de vid de la OIV, la fase 1, que consiste en la selección del material inicial, se comprueba la autenticidad varietal mediante evaluaciones ampelográficas y/o genéticas y se eliminan aquellos individuos afectados por enfermedades transmisibles y contagiosas y virosis para garantizar que solamente los clones candidatos sanos pasen a las siguientes fases de evaluación, de acuerdo con el Real Decreto 208/2003. En la fase 2 se procede a la propagación de los clones seleccionados de manera individual y son plantados en un ensayo comparable. Estos clones se comparan con clones de referencia existentes, como cepas comerciales ya establecidos en el mercado de consumo. El terreno de la parcela experimental debería ser homogéneo (desde un punto de vista edáfico y microclimático). Los injertos de los clones se realizarán con el mismo clon de patrón, preferiblemente muy extendido por la región y adecuado para las características del suelo. Se plantarán los clones por triplicado, y habrá 5 o más ejemplares de cada uno. Se recogerán los datos de la evaluación de las características de los clones a lo largo de un periodo mínimo de tres años para clasificar los clones candidatos según su “comportamiento general”, y las aptitudes más interesantes según el programa de selección clonal que se está llevando a cabo. Esto depende del producto final, y en este caso se centrará en las características deseadas para la uva de vinificación.

La fase 3 opcional es un estudio exhaustivo de los individuos seleccionados en la fase 2. Se seleccionan los mejores clones candidatos y se continua su observación por la multiplicación de éstos. La evaluación se desarrollará “en varias localidades, con varios patrones, con un número suficiente de plantas por clon para obtener una cantidad adecuada de uvas para la microvinificación, y con un diseño experimental de, como mínimo, tres repeticiones por clon candidato”. Dentro de lo posible, se evaluará mediante el fenotipo el valor genético de las variaciones de las plantas a través de la aplicación de diseños y modelos experimentales estadísticos, para así descartar la correspondiente desviación debida al ambiente. La evaluación de las características de los clones, que durará al menos dos años, hará un hincapié en los parámetros de calidad; estos datos “proporcionan una base sólida para el análisis de los clones candidatos en función de los caracteres estudiados”.

Tabla 1.4.: Las aptitudes buscadas para el cultivo de los clones candidatos de variedades viníferas para su evaluación. Elaborada a partir de información OIV (OIV, 2017b):

	Época de desborre (código OIV 301), cuando el 50% de las yemas se encuentran en el estado de punta verde (estado C de Baggiolini estado 7 y 9 de la escala BBCH)
Datos fenológicos	Época de la floración (código OIV 302), cuando el 50% de las flores están abiertas (estado I de Baggiolini, estado 65 de la escala BBCH)
	Época del comienzo del envero (código OIV 303), cuando alrededor del 50% de las bayas de la planta están en envero (estado M de Baggiolini, estados 81 y 85 de la escala BBCH)
	Madurez fisiológica (momento óptimo de vendimia)
Caracteres de tolerancia y/o factores que influyen en los caracteres de resistencia	Grado de la resistencia a <i>Botrytis cinérea</i> (código OIV 458) y otras enfermedades, parásitos y fisiopatías de importancia vitivinícola
	Compacidad del racimo (código OIV 204)
Parámetros de rendimiento	Tamaño de la baya
	Tamaño del racimo
	Número de racimos por pámpano
	Rendimiento por planta
Parámetros de calidad	Azúcares
	Acidez, pH
	Sabor de la baya y del zumo (perfil e intensidad aromática), polifenoles
	Perfil organoléptico del vino y evaluación de la calidad del vino (si es factible realizar microvinificaciones)

Una vez se ha realizado el proceso de selección genética, agronómica y fitosanitaria, aquellos clones candidatos que lo hayan superado pueden ser registrados oficialmente a través de las autoridades nacionales competentes. Se tendrá en cuenta la interacción entre genotipo y ambiente de los clones seleccionados y, para reducir sus efectos, se publicarán las medidas adoptadas. El registro de un nuevo clon varietal, que garantiza que proceda de la variedad correspondiente, exigirá de una denominación o codificación única.

Los nuevos clones deben cultivarse en condiciones que eviten el cualquier contacto con vectores de enfermedades o infecciones por virus, en un sustrato exento de éstos, y se comprobará el buen estado fitosanitario del clon realizando inspecciones fitosanitarias periódicas.

La selección clonal resulta en plantaciones más homogéneas, permitiendo la uniformización de las prácticas agrícolas como la poda, la vendimia y los tratamientos. Así, las producciones son más regulares, de características más controlables, y de calidades superiores, conduciendo hacia una progresiva tipificación de los vinos de calidad.

La desventaja principal de esta práctica radica en la utilización masiva de material clonal, lo cual puede causar un empobrecimiento genético y una excesiva uniformidad de las plantaciones. Por tanto, es

importante la conservación de todos los clones estudiados para que futuras generaciones puedan recurrir a ellos como reserva genética.

1.6.2. La selección clonal en la variedad Bobal

En el pasado, se realizaron selecciones clonal-sanitarias de la variedad Bobal: Salazar, en 1985, con el objetivo de optimización de la productividad de las cepas. Martínez y Chacón en 2011 por parte del Instituto de la Vid y el Vino de Castilla-La Mancha (IVICAM), tuvieron un propósito similar de seleccionar las cepas más fértiles y productivas con ausencia de virosis.

Se intentó también realizar una nueva selección clonal con criterios sanitarios y de calidad de uva (Juliá, 2009), no obstante, este estudio coordinado por un consultor privado extranjero (Dr. Richard Smart) no ha tenido continuidad y no ha concluido con la selección y clasificación de la biodiversidad de la variedad Bobal en función de mejores aptitudes enológicas.

Hoy en día no existen clones registrados de Bobal. El catálogo general de Vivai Cooperativi Rauscedo – Agromillora Iberia, el principal viverista de vid, no lista clones disponibles de Bobal, por lo que solo existe el “Bobal estándar”.

1.6.2.1. Proyecto ValoraBobal

El presente trabajo forma parte de un proyecto más extenso y a largo plazo llamado ValoraBobal, que tiene como objetivo “la recuperación y valorización de la variedad autóctona Bobal llevando a cabo una zonificación de la viticultura de la D.O. Utiel-Requena y una selección clonal en la variedad Bobal para 1) incrementar su sostenibilidad en un contexto de cambio climático; y 2) aumentar la competitividad del sector en un mercado tan globalizado”.

Se pretende además realizar una selección clonal sobre la variedad Bobal con las mejores aptitudes enológicas y con un buen equilibrio producción-calidad de la uva en condiciones de riego deficitario. Para ello, se han preseleccionado 92 biotipos más interesantes por sus distintas características agronómicas para su estudio en una parcela experimental tras una prospección y evaluación de material vegetal realizada en 2018 y 2019. La prospección ha tenido en cuenta la recopilación de datos e información útil de los intentos previos mencionados anteriormente de la selección clonal de la variedad Bobal para identificar zonas de cultivo y posiblemente recuperar parte del material vegetal previamente identificado. Se ha trabajado con el Consejo Regulador de la D.O. Utiel-Requena y las cooperativas de la comarca para realizar el potencial máximo de la prospección e implicar en ella a los viticultores.

La preselección de los 92 biotipos se ha llevado a cabo en el área de cultivo de D.O. Utiel-Requena en viñedos con cepas viejas de más de 45 años, situados en distintas zonas edafo-climáticas. La búsqueda de estos biotipos se ha realizado en 75 parcelas con un mínimo de 14 cepas por parcela y han sido observados durante dos años para comprobar la estabilidad temporal de los caracteres determinados.

La segunda fase del proyecto, en la cual se encuentra actualmente, se va a realizar entre 2020 y 2024, con una primera evaluación de los clones seleccionados durante tres años en un mismo viñedo experimental y la subsecuente comprobación del estado sanitario de los clones con mejores aptitudes agronómicas y enológicas. Se identificarán 30 clones libres de virus que tengan calidad óptima de uva, y de buen rendimiento y comportamiento en condiciones bajo riego deficitario.

La última fase (de 2023 a 2028) consistirá en la evaluación continuada de estos clones preseleccionados bajo diferentes condiciones edafo-climáticas, de secano o regadío, y con diferentes portainjertos. Está previsto un resultado para el diciembre de 2028 de tener 8 clones de Bobal registrados y disponibles para los viticultores.

El interés en la selección clonal en la variedad Bobal viene del potencial de mejora de ésta y la búsqueda de las mejores cepas para su vinificación, la cual se puede complicar por el carácter del Bobal. El grano

de la uva dura y el racimo compacto, junto con la maduración desigual, contribuye a la disminución de calidad de vino, por tanto, se buscan racimos más sueltos y bayas de menor tamaño. Por supuesto se tendrán en cuenta también los parámetros de calidad, además de la interacción de los clones con el ambiente y su comportamiento bajo riego deficitario.

La caracterización de la biodiversidad de la variedad Bobal en los viñedos ancestrales de D.O. Utiel-Requena supondría la preservación de su patrimonio genético.

2. Objetivos

El objetivo de este trabajo ha sido llevar a cabo una caracterización agronómica y enológica de 100 biotipos de la variedad Bobal como paso previo a una selección clonal actualmente en marcha. Para ello, se han determinado la madurez tecnológica y fenólica de cada biotipo, así como de obtener los rendimientos en campo.

3. Materiales y métodos

El cumplimiento el objetivo explicado requiere, como ya se ha mencionado, la obtención de los rendimientos en campo y la determinación de la madurez tecnológica y fenólica de cada biotipo.

Los rendimientos en campo se han analizado mediante:

- El peso de la baya
- La capacidad productiva de la cepa
- El Índice de Ravaz (producción frente al peso de la madera de poda)

Para determinar la madurez tecnológica, se ha realizado:

- La determinación de sólidos solubles
- La determinación de acidez total
- La medida de pH

Para determinar la madurez fenólica, se han determinado la cantidad de antocianos y polifenoles en cada biotipo.

3.1. Plantación experimental de los biotipos

La plantación experimental de los biotipos se realizó en una parcela de 0,75 hectáreas, propiedad de la Fundación Lucio Gil de Fagoaga. La parcela está situada en el Cerrito, ubicado en el término municipal de Requena. En 2019, se injertaron los 92 biotipos y 10 biotipos comerciales que actuaron como controles. El portainjerto seleccionado para todos los biotipos fue el 110R. La parcela se dividió en cuatro bloques en los cuales se dispusieron los biotipos en cuatro repeticiones, una por cada bloque, y cada repetición dispuso de 3 cepas, por lo que hubo 12 cepas/biotipo. También se injertaron 115 biotipos adicionales con características interesantes llamados “cepas guarda”, que sirven como reservorio genético. La primera toma de datos y la evaluación de las características agronómicas principales y de la madurez tecnológica y fenólica se realizaron en 2021.

Plano parcela biotipos ValoraBobal "El Cerrito"



Figura 3.1.: Ortofoto aérea tomada por un dron de la parcela experimental en la que se ha llevado a cabo la plantación de los biotipos. Cada círculo representa una cepa y los distintos colores indican los bloques experimentales. Los círculos azules corresponden a las cepas guarda de reservorio genético.

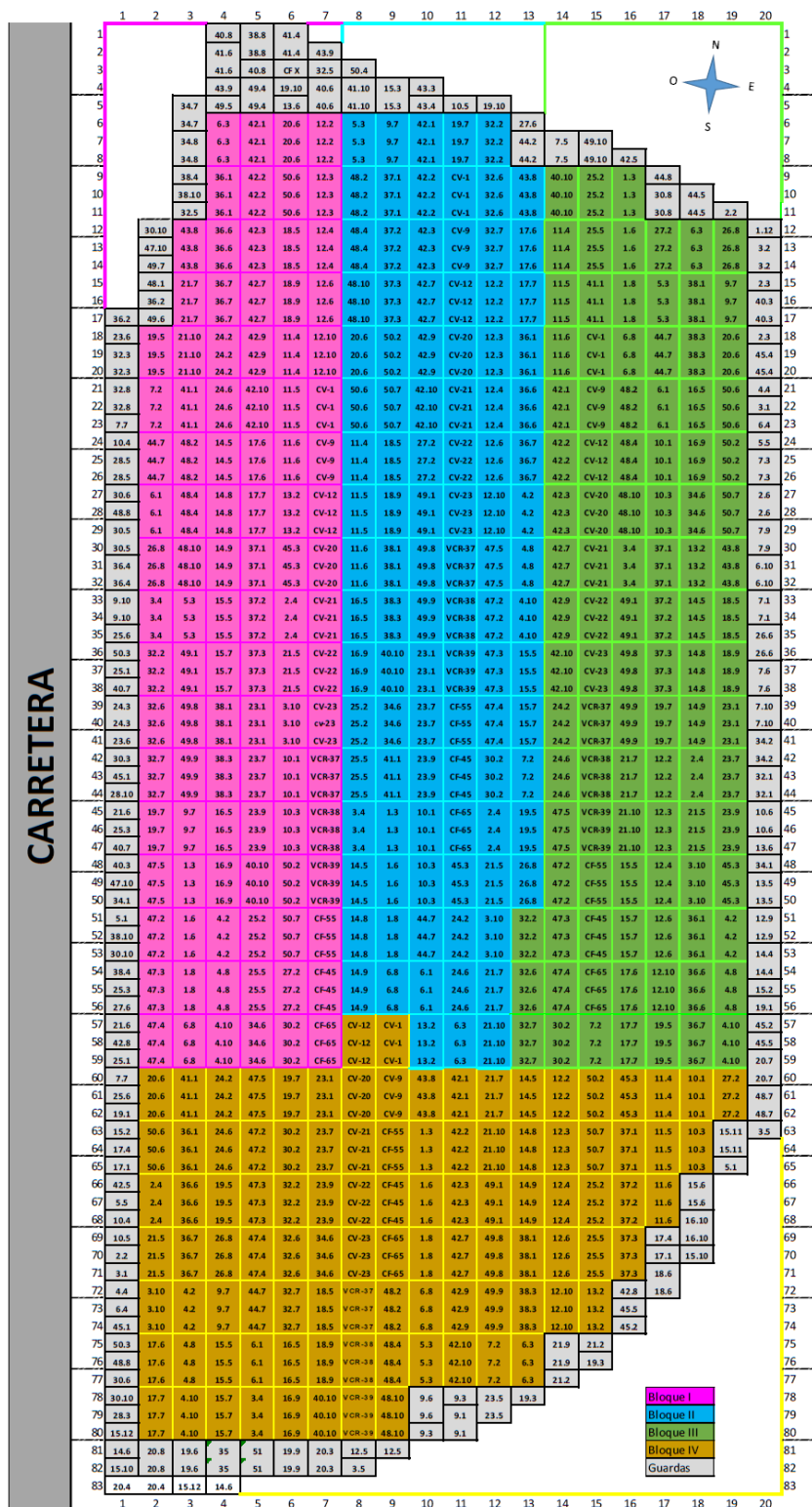


Figura 3.2.: Esquema de la plantación con los distintos biotipos plantados identificados con sus códigos (Parcela de origen y número de cepa).

3.2. Determinaciones de campo

3.2.1. Peso por baya, producción e Índice de Ravaz

En la vendimia se hizo un muestreo de aproximadamente 300 bayas por unidad experimental (tres repeticiones independientes por biotipo), eligiéndolas de manera aleatoria por todo el racimo y a lo

largo de las tres plantas de cada cepa. Si alguna cepa no producía uva, se marcaría una bolsita vacía con el número del biotipo y el bloque correspondiente. Luego, en el laboratorio, tras contarlas y pesarlas, se dividió el valor del peso en gramos por el número de bayas para obtener el peso por baya.

En vendimia se recolectaron por separado todos los racimos de las cepas y se pesaron para obtener el peso en kilogramos de cada cepa, denominado como la producción por cepa.

Durante el invierno, también se podaron los sarmientos y se pesaron para obtener el peso de madera de poda. Este valor es necesario para calcular el Índice de Ravaz, que es la relación entre la capacidad productiva de la vid (kilogramos de cepa) y el peso de poda.

$$\text{Índice de Ravaz} = \text{kg cepa/peso de poda}$$

Es un índice de vigor que indica el estado de equilibrio vegetativo versus productivo de la vid. Un valor de Índice de Ravaz por encima de 10 indica que se ha producido demasiada uva para el tamaño de la viña, o se puede entender que hay un defecto de vigor. En estas cepas pueden aparecer malas maduraciones, ya que, por exceso de producción, puede ser difícil que maduren bien todas las bayas. Además, a largo plazo este defecto de vigor puede significar el agotamiento de la planta. Por contrario, valores por debajo de 3 indican un vigor excesivo en relación de su producción, o que hay baja productividad para las condiciones de fertilidad. Es frecuente que una planta de vid sobre-vigorosa presente problemas de pobre desarrollo de la formación de la baya y, por tanto, pobres rendimientos.

3.2.2. Determinación de la compacidad

El método más común para evaluar la compacidad del racimo es mediante el código descriptor 204 de la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV). Consiste en un escala visual y cuantitativo de 5 clasificaciones: Notación 1 – muy suelto, notación 3 – suelto, notación 5 – medio, notación 7 – compacto, notación 9 – muy compacto.

Las indicaciones según la OIV:

Observación a realizar en racimos maduros. Notación de los racimos mayores de 10 sarmientos.

1 = bayas muy sueltas, con muchos pedicelos visibles; 3 = bayas separadas unas de otras, con algunos pedicelos visibles; 5 = bayas apretadas con pedicelos no visibles, bayas movibles; 7 = bayas difícilmente movibles; 9 = bayas deformadas por la presión.



Figura 3.3.: Evaluación de compacidad en racimos. A la izquierda, representación de un racimo con notación 3, con bayas visiblemente separadas; a la derecha, representación de un racimo con notación 7, con bayas compactas.

3.3. Determinación de sólidos solubles

La determinación de sólidos solubles se realizó mediante un refractómetro digital que mide la cantidad de azúcares del mosto, el cual fue preparado a partir de la muestra obtenida de cada cepa. La muestra, tras anotar el peso y el número total de bayas, se dividió por la mitad y una de las mitades se introdujo en una bolsa de plástico para ser estrujada con las manos. (La segunda mitad de la muestra fue utilizado para la determinación de antocianos y polifenoles.) Las uvas estrujadas fueron vertidas en una muselina colocada sobre un vaso de precipitados, y sobre ella se aplicó presión para extraer el mosto. Este mosto resultante fue utilizado para medir los grados Brix.

3.4. Determinación de acidez total y pH

La acidez total y el pH se determinaron mediante un titulador automático siguiendo el “Protocolo para determinación de acidez total mediante valorador Titrino Metrohm”. Con una pipeta, se recogieron 5 mL de mosto en un tubo de ensayo y a esto se añadieron 20 mL de agua destilada, y acto seguido se introdujo el tubo de ensayo en el titulador previamente calibrado. Los valores de acidez para cada muestra de cepa fueron recolectados automáticamente en una tabla del programa Vesuv Database. El valorante utilizado fue el hidróxido de sodio, que reaccionó con el analito en cuestión, el ácido tartárico, hasta alcanzar a un pH de 7. Aunque no es el único ácido existente en la uva, la acidez total se expresa en gramos por litro de ácido tartárico.

3.5. Determinación de los antocianos y polifenoles

La metodología para la determinación de los antocianos y polifenoles se fundamenta en los *Standard Methods of the Australian Wine Research Institute* (AWRI). Esta metodología se fundamenta en la maceración de las bayas trituradas en una solución etanólica (50%) durante 1 hora.

La determinación analítica de los polifenoles y de los antocianos se efectúa, como es tradicional, en un espectrofotómetro a partir de la absorbancia a 280 y 520 nm respectivamente en medio ácido, HCl 1M.

A continuación, se muestran las fórmulas aplicadas para obtener la cantidad de antocianos y el índice de polifenoles totales en mg/g.

- DATOS: A_{280} y A_{520}

- CÁLCULOS: $ANT \text{ (mg/g)} = \frac{A_{520} \times FD \times EF(\text{mL}) \times 1000}{529 \times 100 \times M(\text{g})}$

$$PFT \text{ (u.a./g)} = \frac{A_{280} \times FD \times EF(\text{mL})}{100 \times M(\text{g})}$$

FD: Factor de dilución en la medida colorimétrica. En las condiciones descritas $FD=20$ (corresponde a la dilución de 0,2 mL hasta 4 mL en la cubeta)

EF: Volumen de extracto final obtenido experimentalmente o tomar la estimación de 10,5 mL

M: Peso de muestra (entre 0,95 y 1,05g)

NOTA: El valor de 529 corresponde a la absorbancia de una solución al 1%(p/v) de malvidina-3-glucósido (que equivale a la absortividad molar de 26,4 utilizada por otros autores). La fórmula

original utiliza un valor de 500 que corresponde al valor obtenido por Somers y colaboradores en 1974 y que se utiliza tradicionalmente en Australia (Proyecto GIENOL. Estudio de la madurez fenólica, 2007).

3.6. Análisis de la varianza de un factor (ANOVA)

El análisis de la varianza es una herramienta estadística de comparación de medias con respecto a un factor. La variable independiente, o también denominada factor, será el biotipo y las variables dependientes, las distintas determinaciones realizadas, son Producción, Peso de Poda, Índice de Ravaz, Compacidad, Peso por Baya, Sólidos Solubles Totales (SST), Acidez total (AT), pH, Acidez/SST, pH/SST, Antocianos, Polifenoles, y Antocianos/SST.

La tabla ANOVA descompone la varianza de la variable en cuestión en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La F-ratio es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Si el valor-P de la F-ratio es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de la variable estudiada entre un nivel de Biotipo y otro, con un nivel del 5% de significación. Si el valor-P es mayor o igual que 0,05, no hay una diferencia estadísticamente significativa entre las medias. Para saber cuáles medias son significativamente diferentes de otras, se recurre a la Prueba de Múltiples Rangos.

La Prueba de Múltiples Rangos aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. El método empleado para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0. Se empleará esta prueba para aquellas variables con diferencia estadísticamente significativa entre las medias.

Para realizar el ANOVA, se utilizó el programa Statgraphics Centurion XIX.

4. Resultados y discusión

4.1. Análisis estadístico ANOVA

De los 102 biotipos plantados (10 de ellos comerciales), inicialmente se sometieron al análisis de la varianza los 44 biotipos que se habían desarrollado adecuadamente en cada uno de los bloques, (datos recogidos en el Anexo II). Sin embargo, la presencia de excesiva variabilidad entre bloques provocaba tantas diferencias significativas que impedían establecer conclusiones claras. Por ello, para un mejor manejo de los datos se redujo el número de biotipos para su análisis a 7, ya que cumplían con la homogeneidad de los resultados en los distintos bloques. Las variables dependientes fueron, Producción, Peso Poda, Índice de Ravaz, Compacidad, Peso por Baya, Sólidos Solubles Totales (SST), Acidez total, pH, Acidez total/SST, pH/SST, Antocianos, Polifenoles, y Antocianos/SST.

La Tabla 4.1. muestra los resultados obtenidos del peso de la producción, el peso de la poda, la relación entre ambos que es el Índice de Ravaz, la compacidad y el peso por baya. En primer lugar, se estudian las variables Producción, Peso de Poda y el Índice de Ravaz. Para determinar, en este caso, los biotipos que puedan ser los más adecuados para cultivar la vid con un buen vigor, pero sin que ello suponga una producción desproporcionada con el tamaño de la vid, hay que analizar el Índice de Ravaz.

No siempre es importante primar la producción, ya que, si la planta produce en exceso, puede afectar negativamente a la calidad de la uva. Por otro lado, un biotipo poco productivo tampoco es muy deseable, ya que sería poco rentable económicamente para el viticultor. Para la variedad Bobal, que tiende a ser muy productiva, su rango óptimo de Índice de Ravaz se encuentra entre los valores 4 y 6 para una relación productividad-peso de poda más balanceada.

En la variable Producción, puesto que el valor-P es menor que 0,05, existen diferencias significativas entre los biotipos, con un nivel del 95% de significación. Se han identificado 3 grupos homogéneos según las letras indicadas en cada media y no existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos biotipos que compartan una misma letra. Para el Índice de Ravaz también se han encontrado diferencias significativas junto con 3 grupos homogéneos, mientras la variable Peso de poda muestra que no existen diferencias significativas entre los biotipos estudiados.

Se observa que el biotipo con menos producción es una de las cepas comerciales que se ha utilizado como referencia, denominado *CF55*, que ha producido una media de 1,13 kg por cepa. El biotipo más productivo es el 7.2 con 3,70 kg por cepa.

El peso de poda se mide en kilogramos de madera, el más ligero siendo el biotipo 50.7 a 0,20 kg de madera/cepa y el de más peso es el 32.7 a 0,53 kg de madera/cepa.

Respecto al Índice de Ravaz, se observan valores muy altos hasta 14,63 (biotipo 17,6), indicando un exceso de producción. Sólo hay un valor por debajo de 3, el biotipo 32.7, pero el único que cumple el rango óptimo de Índice de Ravaz establecido es el *CF55* con un valor de 4,70. En comparación con otros biotipos, el *CF55* ha tenido una baja productividad, como ya se ha comentado anteriormente, pero esa productividad es más proporcional a su tamaño de vid que los demás.

Se estudian, además, los resultados de la compacidad y el peso por baya. Como se ha mencionado en el apartado 1.4, se valora más un racimo suelto que compacto por la tendencia de este último de sufrir la podredumbre. Además, la variedad Bobal tiene como característica las bayas grandes comparadas con otras variedades, el peso oscilando típicamente entre 2,4 y 3,2 gramos. Sin embargo, podría ser recomendable elegir uvas más pequeñas para mejorar la calidad de la uva, dada la mayor superficie de hollejo respecto a la pulpa de uva que tienen las bayas de menor tamaño, y por consiguiente son más ricas en polifenoles.

El análisis de la variable Compacidad muestra diferencias estadísticamente significativas entre la media de Compacidad entre los Biotipos, con un nivel del 95% de significación, identificándose 2 grupos homogéneos según las letras indicadas en cada valor. Para la variable Peso por Baya no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas.

Al observar los valores de compacidad, se puede afirmar que la mayoría de los biotipos aquí presentados tienen racimos apretados o compactos, ya que muchos de los valores oscilan entre 6 y 7, el más alto siendo el del biotipo 32.7 con una compacidad de 7,50. Solo dos racimos son sueltos; con un rango entre 2 y 3 (50.7 y *CF55*). El biotipo 50.7, no obstante, presenta una Índice de Ravaz de 10,99, un valor muy alto que indica una producción desproporcionada y excesiva.

Respecto al peso por baya, se observa que la mayoría de los granos de uva oscilan entre 2 y 3 gramos. El biotipo con más peso de baya es el 32,7, que se corresponde con valores de alta compacidad. El biotipo 26.8 es de menor tamaño de lo habitual para la variedad Bobal, pesando 1,87 gramos. Sin embargo, este biotipo también tiene una compacidad alta de 7,33.

Teniendo en cuenta todas las variables estudiadas de la Tabla 4.1., se puede remarcar el biotipo *CF55*, por tener una producción adecuada para el tamaño de vid, así indicado por su Índice de Ravaz de 4,70, y por un racimo suelto con bayas separadas unas de otras, ya que su compacidad es de 2,67. Otro biotipo interesante podría ser el 50.7, que también tiene una compacidad del racimo relativamente baja.

Tabla 4.1.: Promedio y desviación estándar de producción, peso de poda, Índice de Ravaz, compacidad y peso por baya.

<i>Biotipo</i>	<i>Producción (kg cepa)</i>	<i>Peso de poda (kg madera)</i>	<i>Índice de Ravaz</i>	<i>Compacidad</i>	<i>Peso por baya (g)</i>
7.2	3,70 ± 1,1 ^c	0,36 ± 0,1 ^a	10,81 ± 3,4 ^{bc}	6,00 ± 1,9 ^b	2,11 ± 0,3 ^a
14.5	3,28 ± 1,4 ^{bc}	0,35 ± 0,2 ^a	10,17 ± 2,0 ^b	6,28 ± 2,0 ^b	2,30 ± 0,2 ^a
17.6	3,56 ± 1,1 ^c	0,28 ± 0,2 ^a	14,63 ± 4,9 ^c	7,18 ± 0,4 ^b	2,33 ± 1,0 ^a
26.8	3,10 ± 1,2 ^{bc}	0,32 ± 0,1 ^a	9,64 ± 1,1 ^b	7,33 ± 0,9 ^b	1,87 ± 0,4 ^a
32.7	1,40 ± 0,4 ^a	0,53 ± 0,1 ^a	2,65 ± 0,7 ^a	7,50 ± 1,8 ^b	2,64 ± 0,5 ^a
50.7	1,98 ± 0,9 ^{ab}	0,20 ± 0,1 ^a	10,99 ± 4,4 ^{bc}	3,00 ± 1,6 ^a	2,28 ± 0,8 ^a
CF55	1,13 ± 0,3 ^a	0,26 ± 0,1 ^a	4,70 ± 1,4 ^a	2,67 ± 1,4 ^a	2,10 ± 0,1 ^a
F-ratio	4,78	2,44	7,35	7,20	0,75
Valor-P	0,0032	0,0599	0,0002	0,0003	0,6176

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

En la Tabla 4.2. se exponen los resultados obtenidos en las determinaciones de los sólidos solubles totales, la acidez total, el pH, y las relaciones acidez total-sólidos solubles totales y pH-sólidos solubles totales.

Así como se ha expuesto en apartado 1.3., hay una estrecha relación entre los azúcares y la acidez, ya que, a lo largo de la maduración, el contenido de azúcares aumenta con el pH mientras disminuye el contenido en acidez. Un mosto con la acidez por debajo de 5 g/L no es muy deseable (Hidalgo, 2011), y se recomienda acidificarlo para prevenir problemas con el crecimiento bacteriano durante el procesado y embotellado. Además, si el pH supera el valor de 3,5, es imprescindible acidificar el mosto para continuar con la vinificación. Una solución para esto sería una vendimia más adelantada, aunque se corre el riesgo de una madurez polifenólica no adecuada para elaborar vinos tintos de calidad (Zamora, 2003).

Tras estudiar el valor-P para cada una de las variables SST, Acidez total, pH, Acidez total/SST y pH/SST, ningún valor-P es menor de 0,05, por tanto, no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias respectivas de cada una de estas variables para los Biotipos estudiados en el presente trabajo, con un nivel de significación del 95%.

Según los resultados en la Tabla 4.2., los biotipos entran dentro de un rango de 19 a 21 °Brix, un rango de 4,90 a 5,40 g/L expresada en ácido tartárico, y un rango de pH de 3,40 a 3,60. Se aprecia que el valor más alto de azúcares es en el biotipo *CF55* con 20,95 °Brix, y al mismo tiempo, contiene la acidez más baja de todos los biotipos estudiados (4,95 g/L) y, además, el valor de pH también más alto a 3,60. Por lo tanto, no cumple con el umbral recomendado de acidez mayor de 5 g/L, ni tiene el pH por debajo de 3,5, por lo que se tendría que acidificar el mosto resultante de este biotipo de manera imprescindible (Hidalgo, 2011).

Por otra parte, los biotipos *7.2*, *14.5*, *17.6*, *26.8* y *32.7* contienen cantidades de acidez por encima de 5 g/L, pero sólo 4 de ellos, *7.2*, *14.5*, *17.6*, y *32.7* tienen el pH por debajo de 3,5.

En la misma tabla se estudia también la relación entre la acidez y sólidos solubles totales (AT/SST) y la relación entre pH y sólidos solubles totales pH/SST. No aparecen diferencias significativas en ninguno de ellos para los biotipos estudiados.

En la columna de AT/SST, el valor más alto corresponde al biotipo *14.5* con valor 0,31, que coincide con el contenido más alto en acidez, 5,95 g/L. Los biotipos *7.2* y *17.6* poseen también una relación alta entre la acidez y SST y, además, tienen un valor de pH por debajo de 3,5 como ya se ha mencionado.

Estudiando las variables en conjunto de la Tabla 4.2. en conjunto, se destaca el biotipo 14.5 por su composición alta de acidez total y pH, mientras mantiene un valor °Brix de 19,50. Es un valor relativamente alto en comparación con otros biotipos como 17.6 y 32.7 que cumplen un pH por debajo de 3,5 y una acidez por encima de 5 g/L, pero contienen menos sólidos solubles totales.

Tabla 4.2.: Promedio y desviación estándar de sólidos solubles totales, acidez total (AT), pH, y las relaciones acidez total-sólidos solubles totales (AT/SST) y pH-sólidos solubles totales (pH/SST).

<i>Biotipo</i>	<i>SST (°Brix)</i>	<i>AT (g/L tartárico a pH = 7)</i>	<i>pH</i>	<i>AT/SST</i>	<i>pH/SST</i>
7.2	19,25 ± 1,0 ^a	5,39 ± 0,5 ^a	3,46 ± 0,1 ^a	0,28 ± 0,04 ^a	0,18 ± 0,01 ^a
14.5	19,50 ± 2,0 ^a	5,95 ± 0,1 ^a	3,40 ± 0,1 ^a	0,31 ± 0,02 ^a	0,18 ± 0,01 ^a
17.6	18,28 ± 1,7 ^a	5,47 ± 0,5 ^a	3,49 ± 0,2 ^a	0,30 ± 0,06 ^a	0,19 ± 0,02 ^a
26.8	19,43 ± 0,4 ^a	5,08 ± 0,2 ^a	3,57 ± 0,4 ^a	0,26 ± 0,01 ^a	0,18 ± 0,02 ^a
32.7	18,38 ± 1,7 ^a	5,22 ± 0,6 ^a	3,46 ± 0,1 ^a	0,29 ± 0,06 ^a	0,19 ± 0,02 ^a
50.7	19,58 ± 0,9 ^a	4,97 ± 0,1 ^a	3,49 ± 0,1 ^a	0,25 ± 0,01 ^a	0,18 ± 0,01 ^a
CF55	20,95 ± 0,7 ^a	4,95 ± 0,7 ^a	3,60 ± 0,1 ^a	0,24 ± 0,03 ^a	0,17 ± 0,01 ^a
F-ratio	1,83	2,29	0,76	1,95	1,03
Valor-P	0,1412	0,0744	0,6121	0,1195	0,4360

En la Tabla 4.3., se exponen los datos obtenidos de la determinación de la cantidad de antocianos y polifenoles y, la relación entre antocianos y sólidos solubles totales.

De la misma manera que se ha explicado en el apartado 1.3. sobre la calidad de la uva, los antocianos y polifenoles, es decir, los compuestos fenólicos, contribuyen al color y la astringencia de los vinos y, poseen propiedades antioxidantes y bactericidas. Su composición aumenta en la uva a lo largo de la maduración.

La Tabla 4.3. muestra que ninguna de las variables Antocianos, Polifenoles ni Antocianos/SST presentan diferencias estadísticamente significativas entre sus medias respectivas entre los biotipos, con un nivel del 95% de significación.

Se destaca el biotipo 50.7 por su mayor contenido en antocianos con un valor de 1,59 mg/g. El biotipo con mayor contenido en polifenoles es el CF55 con un valor de 3,62 mg/g. Por otra parte, el biotipo 32.7 es más pobre tanto en antocianos que en polifenoles, con valores de 1,19 y 3,00 mg/g respectivamente.

La relación entre antocianos y sólidos solubles totales indica la cantidad de antocianos que hay por cada grado Brix, y se busca un contenido alto de antocianos para el contenido de azúcares. Esto no es el caso para los biotipos 14.5 y 32.7, que presentan una relación más baja de antocianos/SST en comparación con los demás biotipos. Se puede remarcar el biotipo 50.7 por tener una mayor proporción de antocianos en relación con su contenido de sólidos solubles totales.

Observando estas tres variables en conjunto, el biotipo 50,7 es el más adecuado con respecto a los compuestos fenólicos por su alta composición tanto en antocianos como en polifenoles y por su buena relación antocianos/SST. A pesar de que el biotipo CF55 tiene un mayor contenido en polifenoles, contiene menos antocianos y, por lo tanto, proporcionaría menos color rojo al vino que el 50,7.

Tabla 4.3.: Promedio y desviación estándar de antocianos, polifenoles, y la relación antocianos-sólidos solubles totales (Antocianos/SST).

<i>Biotipo</i>	<i>Antocianos (mg/g)</i>	<i>Polifenoles (mg/g)</i>	<i>Antocianos/SST</i>
7.2	1,36 ± 0,3 ^a	3,44 ± 0,5 ^a	0,07 ± 0,01 ^a
14.5	1,25 ± 0,4 ^a	3,26 ± 0,5 ^a	0,06 ± 0,02 ^a
17.6	1,28 ± 0,3 ^a	3,59 ± 0,7 ^a	0,07 ± 0,02 ^a
26.8	1,37 ± 0,1 ^a	3,44 ± 0,3 ^a	0,07 ± 0,01 ^a
32.7	1,19 ± 0,6 ^a	3,00 ± 0,7 ^a	0,06 ± 0,02 ^a
50.7	1,59 ± 0,3 ^a	3,56 ± 0,4 ^a	0,08 ± 0,02 ^a
55	1,39 ± 0,2 ^a	3,63 ± 0,4 ^a	0,07 ± 0,01 ^a
F-ratio	0,59	0,77	0,54
Valor-P	0,7313	0,6038	0,7725

Cabe mencionar que los resultados se han obtenido en cepas aún jóvenes y por lo tanto es necesario también verificarlos en un estado de juvenilidad más avanzado. Será además necesario llevar a cabo vinificaciones de las uvas de los mejores biotipos para poder así determinar también las aptitudes enológicas de los distintos biotipos. De todos modos, todo ello se llevará cabo en años posteriores una vez se haya hecho una primera criba de los mejores biotipos.

5. Conclusiones

En este primer paso de la selección clonal de la variedad Bobal en la que se pretende evaluar el comportamiento de los clones bajo condiciones de riego deficitario, se han encontrado clones candidatos interesantes para su evaluación continuada en siguientes fases el proyecto.

El biotipo *CF55* presenta un buen equilibrio entre el rendimiento y la calidad fenólica de la uva, por cumplir el rango del Índice de Ravaz y su alta cantidad de antocianos y polifenoles, en comparación con los otros biotipos estudiados. Sin embargo, el mosto resultante de este biotipo se tendría que acidificar ya que no cumple con los umbrales recomendados de pH y de acidez total.

Los biotipos *7.2*, *14.5*, y *17.6* tienen mejores aptitudes enológicas que el *CF55*, ya que sí cumplen los umbrales de pH y de acidez total. En cambio, las vides de estas cepas presentan una producción desproporcionada en exceso, así indicado por sus Índices de Ravaz correspondientes.

El biotipo *32.7* puede que presente un mejor equilibrio producción-calidad de la uva ya que cumple con los umbrales de pH y de acidez total y presenta una buena calidad fenólica y, además, tiene una mayor producción en kilogramos comparada con la del biotipo *CF55*. A pesar de esto, la vid presenta un vigor excesivo según su Índice de Ravaz y, por tanto, una productividad en defecto.

En las siguientes fases del proyecto de selección clonal, se comprobarán los resultados y las conclusiones discutidos en el presente trabajo.

Bibliografía

- Bindi, M., Fibbi, L., Gozzini, B., Orlandini, S., & Miglietta, F. (1996). Modelling the impact of future climate scenarios on yield and yield variability of grapevine. *Climate Research*, 213-224.
- Blouin, J., & Peynaud, É. (2003). *Enología práctica: Conocimiento y elaboración del vino*. España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Chomé, P. M. (2006). *Variedades de vid. Registro de variedades comerciales*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Comisión Europea. (s.f.). *Causes of climate change*. Recuperado el 7 de agosto de 2022, de https://ec.europa.eu/clima/climate-change/causes-climate-change_en
- Consejo Regulador Denominación de Origen Utiel-Requena. (29 de diciembre de 2014). *La bobal, una uva muy de moda en los vinos españoles*. Obtenido de <https://utielrequena.org/la-bobal-una-uva-muy-de-moda-en-los-vinos-espanoles/>
- Consellería de Agricultura, Pesca, Alimentación y Agua. (2011). *Pliego de condiciones DOP Utiel-Requena*. Valencia. Obtenido de <https://utielrequena.org/wp-content/uploads/2015/04/Rglto-y-Pliego-22-11-11.pdf>
- Gabler, M. F., Smilanick, J. L., Mansour, M., Ramming, D. W., & Mackey, B. E. (2003). Correlations of morphological, anatomical, and chemical features of grape berries with resistance to *Botrytis cinerea*. *Phytopathology*(93), 1263-1273.
- Glories, Y. (1999). La maturità fenolica delle uve: primo parametro da controllare per una corretta vinificazione in rosso. *Vignevini*(3), 46-50.
- Hed, B., Ngugi, H. K., & Travis, J. W. (2009). Relationship between cluster compactness and bunch rot in Vignoles grapes. *Plant Disease*(93), 1195-1201.
- Herzog, K., Wind, R., & Töpfer, R. (2015). Impedance of the grapeberry cuticle as a novel phenotypic trait to estimate resistance to *Botrytis cinerea*. *Sensors*(15), 12498-12512.
- Hidalgo Togorés, J. (2011). *Tratado de Enología. Vol. I y II*. España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Igounet, O., Baldy, C., Suard, B., Sauvage, F.-X., Lopez, F., Bioulet, J.-C., & Robin, J.-P. (1995). Régime thermique du raisin (*Vitis vinifera* L., cépage Syrah) en cours de maturation. Influence de la couleur des baies, du degré de compacité des grappes et durégame éolien local. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*(29), 193-204.
- International Organization of Vine and Wine. (2017). *Focus OIV 2017 - Distribution of the world's grapevine varieties*. París, Francia. Obtenido de <https://www.oiv.int/public/medias/5888/en-distribution-of-the-worlds-grapevine-varieties.pdf>
- International Organization of Vine and Wine. (2017). *Procedimiento de la OIV para la selección clonal de la vid*. Sofía, Bulgaria. Obtenido de <https://www.oiv.int/public/medias/5426/oiv-viti-564a-2017-es.pdf>
- International Organization of Vine and Wine. (2021). *State of the World Vitivinicultural Sector in 2020*. Obtenido de <https://www.oiv.int/public/medias/7909/oiv-state-of-the-world-vitivinicultural-sector-in-2020.pdf>
- International Organization of Vine and Wine. (s.f.). *2ª edición de la lista de descriptores OIV para variedades de vid y especies de Vitis*. Recuperado el mayo de 2022, de <https://www.oiv.int/public/medias/2274/code-2e-edition-finale.pdf>

- Intrigliolo, D. S. (s.f.). *Recuperación, selección y valorización agro-ecológica de la variedad autóctona de vid Bobal (ValoraBobal)*. Recuperado el abril de 2022
- Jones, G. (2008). Climate change and the global wine industry. *Proceedings of the Thirteenth Australian Wine Industry Technical Conference, 28 July to 2 August 2007, Adelaide, South Australia* (págs. 91-98). Adelaide, Australia: Australian Wine Industry Technical Conference Inc.
- Juliá, J. J. (2009). Memoria cátedras de empresa. UPV.
- Kretschmer, M., Kassemeyer, H. H., & Hahn, M. (2007). Age-dependent grey mould susceptibility and tissue-specific defence gene activation of grapevine berry skins after infection by *Botrytis cinerea*. *Journal of Phytopathology*(155), 258-263.
- Lacombe, T. (2012). *Contribution à l'étude de l'histoire évolutive de la vigne cultivée (Vitis vinifera L.) par l'analyse de la diversité génétique neutre et de gènes d'intérêt*. Institut National d'Études Supérieures Agronomiques de Montpellier, Biologie et Écologie. Obtenido de <https://hal.inrae.fr/tel-02811247>
- Marois, J. J., Nelson, J. K., Morrison, J. C., Lile, L. S., & Bledsoe, A. M. (1986). The influence of berry contact within grape clusters on the development of *Botrytis cinerea* and epicuticular wax. *American Journal of Enology and Viticulture*(37), 293-296.
- Martínez, J., & Chacón, J. L. (2011). Selección clonal de variedades de vid de interés en Castilla-La Mancha.
- Martínez, J., González, A., García, E., & Chacón, J. L. (2001). *Contribución al conocimiento de la madurez fenólica en las variedades Cencibel y Cabernet Sauvignon en la Mancha Central. Reunión del Grupo de Trabajo de Experimentación en Viticultura y Enología*. La Alberca, Murcia.
- Martínez-Lüscher, J., Torres, N., Hilbert, G., Richard, T., Sánchez-Díaz, M., Delrot, S., Aguirreolea, J., Pascual, I., Gomès, E. (2014). Ultraviolet-B radiation modifies the quantitative and qualitative profile of flavonoids and amino acids in grape berries. *Phytochemistry*(102), 106-114.
- Maul et al. (2022). *Vitis International Variety Catalogue*. Recuperado el julio de 2022, de www.vivc.de
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (s.f.). *Material vegetal - Bobal*. Recuperado el julio de 2022, de <https://www.mapa.gob.es/app/MaterialVegetal/fichaMaterialVegetal.aspx?idFicha=453>
- Moutinho-Pereira, J., Gonçalves, B., Bacelar, E., Cunha, J. B., Coutinho, J., & Correia, C. M. (2009). Effects of elevated CO₂ on grapevine (*Vitis vinifera* L.): Physiological and yield attributes. *Vitis*, 48(4), 159-165.
- Resco, P., Iglesias, A., & Bardaji, I. (2014). Vulnerabilidad del viñedo español ante el cambio climático. En J. Castillo, & R. Compés, *Economía del vino en España y el mundo* (págs. 245-267). Almería, Andalucía: Cajamar Caja Rural.
- Ribéreau-Gayon, P. (1983). Alteration of wine quality caused by *Botrytis* damages. *Vignevini*(10), 48-52.

- Rogers, H. H., & Dahlman, R. C. (1993). Crop responses to CO₂ enrichment. En *CO₂ and Biosphere* (págs. 117-131). Dordrecht, Países Bajos: Springer Netherlands. doi:10.1007/978-94-011-1797-5_8
- Rosenquist, J. K., & Morrison, J. C. (1989). Some factors affecting cuticle and wax accumulation on grape berries. *American Journal of Enology and Viticulture*(40), 241-244.
- Saint-Cricq, N., Vivas, N., & Glories, Y. (1998). Maturité phénolique: définition et contrôle. *Revue française d'oenologie*(173), 22-25.
- Salazar, D. M. (1985). La vinífera Bobal y su preselección clonal sanitario. Tesis Doctoral. ETSIA. UPV.
- Sanz, F., Yeves, A., Guerra, D., & Intrigliolo, D. (2021). *Informe VALORABOBAL HITO II Anualidad 2021*.
- Tello, J., & Ibáñez, J. (2018). What do we know about grapevine bunch compactness? A state-of-the-art review. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 24(1), 6-23. doi:10.1111/ajgw.12310
- Vail, M. E., & Marois, J. J. (1991). Grape cluster architecture and the susceptibility of berries to *Botrytis cinerea*. *Phytopathology*(81), 188-191.
- van Leeuwen, C., Friant, P., Choné, X., Tregoat, O., Koundouras, S., & Dubourdieu, D. (2004). Influence of Climate, Soil, and Cultivar on Terroir. *American Journal of Enology and Viticulture*, 55(3), 207-217. doi:10.5344/ajev.2004.55.3.207
- Vivai Cooperativi Rauscedo. (2013). Catálogo general de las variedades y los clones de uva de vino.
- Zamora Marín, F. (2003). *Elaboración y crianza del vino tinto: aspectos científicos y prácticos*. España: AMV Ediciones.

Anexo I: Relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030

Tabla AI-1: Grado de relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Objetivo de desarrollo sostenible	Alto	Medio	Bajo	No Procede
ODS 1. Fin de la pobreza				X
ODS 2. Hambre cero				X
ODS 3. Salud y bienestar				X
ODS 4. Educación de calidad				X
ODS 5. Igualdad de género				X
ODS 6. Agua limpia y saneamiento				X
ODS 7. Energía asequible y no contaminante				X
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico		X		
ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras			X	
ODS 10. Reducción de las desigualdades				X
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles				X
ODS 12. Producción y consumo responsables.	X			
ODS 13. Acción por el clima		X		
ODS 14. Vida submarina				X
ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres.	X			
ODS 16. Pau, justicia e instituciones sólidas.				X
ODS 17. Alianzas para alcanzar objetivos				X

Reflexión sobre la relación entre el TFG y los ODS

Respecto a los Objetivos de Desarrollo Sostenible que se puedan relacionar con este trabajo final de carrera se puede mencionar que éstos se encuentran sobre todo en el ámbito de ecosistemas terrestres y productivo.

Primeramente, el objetivo de *Producción y consumo responsables* se ve representado por la meta final del proyecto, siendo la selección de cepas específicas que tengan una producción acorde con la calidad de vino que se quiera obtener. Se seleccionarán las cepas que puedan someterse al riego deficitario y aun así obtener un buen rendimiento, por lo que, tanto el consumo de agua para riego como la producción de la uva son responsables.

En segundo lugar, esta clasificación y selección de clones de la uva Bobal permitirá preservar el patrimonio genético y aprovechar la biodiversidad existente de los viñedos antiguos de la D.O. Utiel-Requena, lo cual caería dentro del objetivo de *Vida de ecosistemas terrestres*. Juntando eso con la intención de utilizar el mínimo agua posible para regar debido al clima de sequía que nos enfrentamos cada vez más, se puede ver un vínculo ligero con el objetivo *Acción por el clima*.

Este proyecto a largo plazo permitirá también impulsar la actividad económica respecto a la variedad Bobal en el sector vitivinícola. Los clones de uva Bobal que serán clasificados y registrados se pondrán a la disponibilidad para su uso por parte de los viticultores para la producción del vino. Esto permitirá a los viticultores elegir una uva Bobal con características y cualidades más deseables y, por ende, unos productos que pueden ser más llamativos al mercado, lo que podría incrementar la economía e industria vitivinícola respecto al DOP Utiel-Requena. Este aspecto está relacionado con el objetivo *Trabajo decente y crecimiento económico*, y en menor medida, *Industria, innovación e infraestructuras*.

Anexo II

Tabla AII-1: Ampelografía de la variedad de vid Bobal. Elaborada a partir de información MAPA (MAPA, accedido 26/7/2022).

Racimo			
	Tamaño	Mediano-grande	
	Compacidad	Compacto	
	Longitud pedúnculo	Muy corto	
Baya			
	Tamaño	Mediana	
	Uniformidad tamaño	Uniforme	
	Color epidermis	Azul negra	
	Forma perfil	Esférica	
	Separación pedicelo	Difícil	
	Grosor piel	Media	
	Pigmentación pulpa	No coloreada	
	Consistencia pulpa	Blanda	
	Suculencia pulpa	Jugosa	
	Sabores particulares	Ninguno	
	Formación pepitas	Presentes	
Sarmiento			
	Color	Marrón	
	Relieve superficie	Estriado	
Sumidad			
	Apertura extremidad	Completamente abierta	
	Pelos prostrados extremidad	Pigmentación	Media
		Densidad	Media-alta
Pámpano			
	Color entrenudo	Cara dorsal	Verde con rayas rojas
		Cara ventral	Verde con rayas rojas
	Color nudo	Cara dorsal	Verde-verde con rayas rojas
		Cara ventral	Verde
	Densidad pelos tumbados	En nudo	Baja
		En entrenudo	Media-alta
Hoja joven			
	Intensidad antociánica de las 6 hojas terminales	Débil	
	Densidad pelos tumbados	Fuerte-muy fuerte	
Hoja adulta			
	Tamaño limbo	Grande	
	Forma del limbo	Orbicular	
	Número de lóbulos	Cinco	
	Disposición de lóbulos del seno peciolar	Superpuestos en V	
	Hinchazón del haz	Media	
	Perfil en sección transversal	Alabeado	
	Profundidad y disposición de los lóbulos de los senos laterales superiores	Profundidad superficial-media con lóbulos ligeramente superpuestos	
	Pigmentación del haz	Nula	
	Densidad entre nervios principales	Pelos tumbados	Alta
		Pelos erguidos	Nula-débil
	Longitud del pecíolo	Ligeramente más corto que el nervio central	
	Densidad pelos sobre el pecíolo	Baja	
	Forma de dientes	Rectilíneos-convexos	
	Longitud dientes	Cortos y con relación longitud-anchura pequeña	



Figura AII-1: Hoja Bobal. Imagen izquierda, haz de la hoja Bobal; imagen medio, envés de ésta; imagen derecha, pámpano joven (MAPA, accedido 26/7/2022).



Figura AII-2: Imagen de un racimo Bobal (MAPA, accedido 26/7/2022).

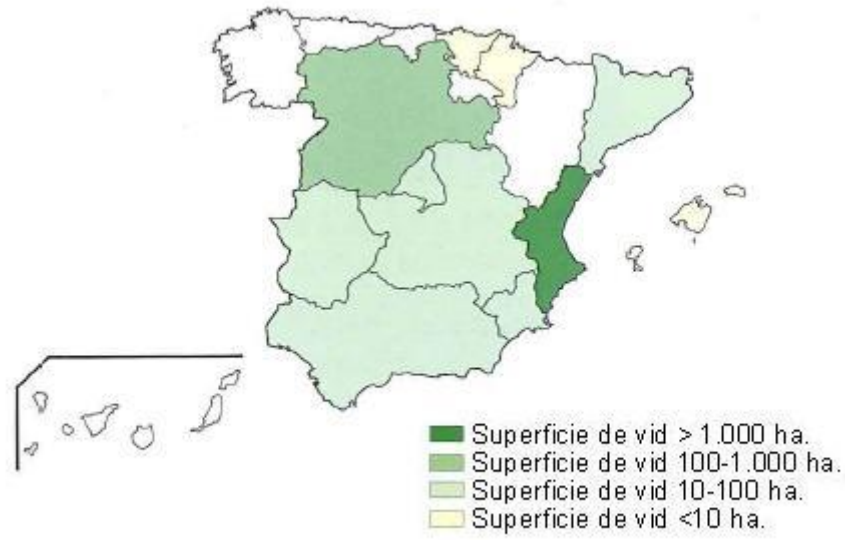


Figura AII-3: Distribución geográfica de la superficie de vid Bobal por hectáreas y por comunidad autónoma (MAPA, accedido 26/7/2022).

Tabla AII-2: Promedios y desviación estándar de producción, peso de poda, Índice de Ravaz, compacidad y peso de baya

Biotipo	Producción (kg cepa)	Peso Poda (kg madera)	Índice de Ravaz	Compacidad	Peso Baya (g)
4.1	2,01 ± 0,5 ^{abc}	0,38 ± 0,1 ^{abcde}	5,5 ± 1,8 ^{abc}	1,3 ± 0,4 ^a	3,19 ± 0,8 ^e
4.2	3,06 ± 1,1 ^{bcdef}	0,36 ± 0,1 ^{abcde}	9,0 ± 3,3 ^{bcdef}	8,7 ± 0,4 ^f	2,59 ± 0,9 ^{abcde}
4.8	4,13 ± 1,2 ^{ef}	0,29 ± 0,1 ^{abcd}	15,2 ± 4,9 ⁱ	6,8 ± 2,0 ^{def}	2,63 ± 0,4 ^{abcde}
5.3	3,61 ± 1,1 ^{cdef}	0,34 ± 0,1 ^{abcd}	10,7 ± 3,4 ^{defghi}	6,3 ± 1,7 ^{def}	2,48 ± 0,6 ^{abcde}
7.2	3,70 ± 1,1 ^{cdef}	0,36 ± 0,1 ^{abcde}	10,8 ± 3,4 ^{defghi}	6,0 ± 1,9 ^{def}	2,11 ± 0,3 ^{abcd}
11.6	3,42 ± 1,6 ^{cdef}	0,28 ± 0,1 ^{abcd}	12,3 ± 2,1 ^{efghi}	6,8 ± 1,4 ^{def}	2,09 ± 0,4 ^{abc}
12.4	3,22 ± 1,1 ^{cdef}	0,33 ± 0,1 ^{abcd}	9,7 ± 0,6 ^{cdefgh}	8,0 ± 0,9 ^{ef}	1,65 ± 0,3 ^a
14.5	3,28 ± 1,4 ^{cdef}	0,35 ± 0,2 ^{abcd}	10,2 ± 2,0 ^{cdefgh}	6,3 ± 2,0 ^{def}	2,30 ± 0,2 ^{abcde}
14.9	2,82 ± 0,8 ^{bcdef}	0,28 ± 0,1 ^{abcd}	11,4 ± 3,9 ^{defghi}	7,8 ± 1,4 ^{ef}	2,45 ± 0,4 ^{abcde}
15.5	2,50 ± 0,6 ^{abcde}	0,41 ± 0,1 ^{bcde}	6,4 ± 1,9 ^{abcd}	7,2 ± 1,3 ^{def}	3,09 ± 1,0 ^{cde}
17.6	3,56 ± 1,1 ^{cdef}	0,28 ± 0,2 ^{abcd}	14,6 ± 4,9 ^{hi}	7,2 ± 0,3 ^{def}	2,33 ± 1,0 ^{abcde}
17.7	3,00 ± 4,3 ^{bcdef}	0,33 ± 0,1 ^{abcd}	9,4 ± 2,2 ^{bcdefg}	6,4 ± 1,2 ^{def}	2,23 ± 0,5 ^{abcde}
18.9	1,98 ± 0,6 ^{abc}	0,33 ± 0,1 ^{abcd}	6,6 ± 2,4 ^{abcd}	1,2 ± 0,3 ^a	3,17 ± 0,9 ^{de}
19.5	3,78 ± 0,4 ^{def}	0,28 ± 0,1 ^{abcd}	14,3 ± 0,9 ^{ghi}	6,7 ± 3,0 ^{def}	2,21 ± 0,4 ^{abcde}
21.1	2,03 ± 0,2 ^{abc}	0,46 ± 0,1 ^{de}	4,7 ± 0,9 ^{ab}	4,3 ± 2,0 ^{bcd}	2,72 ± 0,4 ^{abcde}
21.7	3,70 ± 0,6 ^{cdef}	0,44 ± 0,2 ^{cde}	9,1 ± 2,4 ^{bcdef}	6,4 ± 1,5 ^{def}	2,38 ± 0,3 ^{abcde}
23.7	3,10 ± 0,8 ^{bcdef}	0,25 ± 0,1 ^{abc}	13,1 ± 2,6 ^{fghi}	6,5 ± 1,9 ^{def}	2,46 ± 0,4 ^{abcde}
23.9	3,16 ± 0,9 ^{cdef}	0,24 ± 0,1 ^{ab}	13,3 ± 3,5 ^{fghi}	6,0 ± 2,2 ^{def}	2,45 ± 0,2 ^{abcde}
24.2	4,28 ± 1,7 ^f	0,32 ± 0,1 ^{abcd}	13,2 ± 1,3 ^{fghi}	5,7 ± 1,8 ^{cde}	2,12 ± 0,4 ^{abcde}
25.2	2,20 ± 0,9 ^{abcd}	0,25 ± 0,1 ^{abc}	8,7 ± 1,4 ^{bcdef}	6,2 ± 0,3 ^{def}	2,15 ± 0,5 ^{abcde}
26.8	3,10 ± 1,2 ^{bcdef}	0,32 ± 0,1 ^{abcd}	9,6 ± 1,1 ^{cdefgh}	7,3 ± 0,9 ^{ef}	1,87 ± 0,4 ^{ab}
30.2	3,18 ± 0,7 ^{cdef}	0,26 ± 0,1 ^{abcd}	12,3 ± 1,9 ^{efghi}	7,4 ± 1,3 ^{ef}	2,64 ± 0,4 ^{abcde}
32.7	1,40 ± 0,4 ^{ab}	0,53 ± 0,1 ^e	2,7 ± 0,7 ^a	7,5 ± 1,8 ^{ef}	2,64 ± 0,5 ^{abcde}
34.6	3,39 ± 0,9 ^{cdef}	0,28 ± 0,1 ^{abcd}	12,7 ± 4,5 ^{efghi}	7,7 ± 1,4 ^{ef}	2,36 ± 0,4 ^{abcde}
36.1	4,03 ± 1,2 ^{ef}	0,44 ± 0,2 ^{cde}	9,6 ± 1,6 ^{bcdefgh}	5,5 ± 2,6 ^{cde}	2,46 ± 0,7 ^{abcde}
36.7	2,58 ± 0,9 ^{abcdef}	0,36 ± 0,1 ^{abcde}	7,7 ± 4,0 ^{bcde}	5,7 ± 1,6 ^{cde}	2,52 ± 0,7 ^{abcde}
37.1	2,74 ± 0,8 ^{abcdef}	0,27 ± 0,1 ^{abcd}	10,2 ± 2,9 ^{cdefghi}	7,3 ± 1,0 ^{ef}	1,82 ± 0,6 ^{ab}
40.1	3,09 ± 0,5 ^{bcdef}	0,35 ± 0,1 ^{abcd}	9,4 ± 2,6 ^{bcdefg}	5,3 ± 2,6 ^{cde}	2,02 ± 1,6 ^{abc}
42.1	3,46 ± 0,2 ^{cdef}	0,31 ± 0,02 ^{abcd}	11,4 ± 1,4 ^{defghi}	3,0 ± 2,1 ^{abc}	1,97 ± 0,5 ^{ab}
42.2	3,17 ± 1,1 ^{cdef}	0,24 ± 0,1 ^{ab}	13,1 ± 0,9 ^{fghi}	7,0 ± 1,4 ^{def}	2,32 ± 0,5 ^{abcde}
42.3	3,56 ± 1,9 ^{cdef}	0,27 ± 0,1 ^{abcd}	13,0 ± 4,6 ^{fghi}	6,2 ± 1,5 ^{def}	2,07 ± 0,1 ^{abc}
42.7	2,97 ± 0,5 ^{bcdef}	0,31 ± 0,1 ^{abcd}	10,0 ± 3,0 ^{cdefgh}	6,3 ± 1,3 ^{def}	1,89 ± 0,5 ^{ab}
45.3	2,96 ± 0,5 ^{bcdef}	0,29 ± 0,1 ^{abcd}	10,2 ± 1,8 ^{cdeghi}	7,3 ± 0,7 ^{ef}	1,93 ± 0,3 ^{ab}
47.2	3,44 ± 3,4 ^{cdef}	0,28 ± 0,1 ^{abcd}	12,6 ± 2,0 ^{efghi}	6,8 ± 1,8 ^{def}	2,27 ± 0,4 ^{abcde}
47.3	3,30 ± 0,6 ^{cdef}	0,28 ± 0,1 ^{abcd}	13,0 ± 4,4 ^{fghi}	8,8 ± 0,3 ^f	2,29 ± 0,6 ^{abcde}
47.5	2,80 ± 1,1 ^{bcdef}	0,30 ± 0,1 ^{abcd}	9,2 ± 2,0 ^{bcdef}	7,2 ± 1,5 ^{def}	2,00 ± 0,5 ^{ab}
48.1	2,75 ± 1,6 ^{abcdef}	0,26 ± 0,1 ^{abcd}	10,1 ± 1,7 ^{cdefgh}	5,7 ± 2,6 ^{cde}	2,62 ± 1,1 ^{abcde}
48.2	3,79 ± 1,4 ^{def}	0,38 ± 0,1 ^{abcde}	10,1 ± 2,3 ^{cdefgh}	6,2 ± 2,1 ^{def}	2,78 ± 0,8 ^{bcde}
48.4	3,59 ± 0,7 ^{cdef}	0,29 ± 0,1 ^{abcd}	12,4 ± 2,2 ^{efghi}	7,0 ± 0,5 ^{def}	2,65 ± 0,6 ^{abcde}
49.1	3,51 ± 1,6 ^{cdef}	0,40 ± 0,2 ^{bcde}	9,5 ± 4,4 ^{bcdefg}	6,2 ± 0,6 ^{def}	2,23 ± 0,5 ^{abcde}
49.8	3,26 ± 0,9 ^{cdef}	0,37 ± 0,1 ^{abcde}	9,4 ± 4,2 ^{bcdefg}	6,7 ± 1,4 ^{def}	2,29 ± 0,4 ^{abcde}
50.7	1,98 ± 0,9 ^{abc}	0,20 ± 0,1 ^a	11,0 ± 4,4 ^{defghi}	3,0 ± 1,6 ^{abc}	2,28 ± 0,8 ^{abcde}
CV9	2,96 ± 0,6 ^{bcdef}	0,26 ± 0,01 ^{abcd}	11,3 ± 2,5 ^{defghi}	6,5 ± 3,0 ^{def}	2,13 ± 0,1 ^{abcde}
CF55	1,13 ± 0,3 ^a	0,26 ± 0,1 ^{abcd}	4,7 ± 1,4 ^{ab}	2,7 ± 1,4 ^{ab}	2,10 ± 0,1 ^{abcd}

Tabla AII-3: Promedios y desviación estándar de sólidos solubles totales, acidez, pH y las relaciones acidez-sólidos solubles totales y pH-sólidos solubles totales

Biotipo	SST (°Brix)	Acidez (g/L tartárico a pH = 7)	pH	Acidez/SST	pH/SST
4.1	21,3 ± 0,4 ^e	4,7 ± 0,3 ^a	3,79 ± 0,3 ^c	0,22 ± 0,02 ^a	0,178 ± 0,02 ^a
4.2	19,8 ± 1,1 ^{abcde}	5,4 ± 0,5 ^{abcdef}	3,73 ± 0,4 ^{bc}	0,28 ± 0,04 ^{abcdef}	0,188 ± 0,02 ^a
4.8	18,9 ± 0,5 ^{abcd}	5,3 ± 0,5 ^{abcdef}	3,60 ± 0,4 ^{abc}	0,28 ± 0,04 ^{abcdef}	0,190 ± 0,02 ^a
5.3	18,8 ± 2,0 ^{abc}	5,6 ± 0,5 ^{abcdef}	3,57 ± 0,3 ^{abc}	0,31 ± 0,06 ^{bcdef}	0,190 ± 0,02 ^a
7.2	19,3 ± 1,0 ^{abcde}	5,4 ± 0,5 ^{abcdef}	3,46 ± 0,1 ^{ab}	0,28 ± 0,04 ^{abcdef}	0,180 ± 0,01 ^a
11.6	18,6 ± 1,4 ^{ab}	6,2 ± 1,0 ^f	3,31 ± 0,07 ^a	0,34 ± 0,08 ^f	0,179 ± 0,01 ^a
12.4	19,3 ± 0,9 ^{abcde}	4,8 ± 0,6 ^{ab}	3,50 ± 0,07 ^{abc}	0,25 ± 0,04 ^{abc}	0,181 ± 0,01 ^a
14.5	19,5 ± 2,0 ^{abcde}	5,9 ± 0,1 ^{def}	3,40 ± 0,09 ^a	0,31 ± 0,02 ^{cdef}	0,175 ± 0,01 ^a
14.9	19,3 ± 1,8 ^{abcde}	5,3 ± 0,7 ^{abcdef}	3,50 ± 0,04 ^{abc}	0,27 ± 0,02 ^{abcdef}	0,182 ± 0,02 ^a
15.5	20,7 ± 0,7 ^{cde}	5,3 ± 0,3 ^{abcdef}	3,60 ± 0,2 ^{abc}	0,26 ± 0,01 ^{abcd}	0,174 ± 0,01 ^a
17.6	18,3 ± 1,7 ^a	5,5 ± 0,5 ^{abcdef}	3,50 ± 0,2 ^{abc}	0,30 ± 0,06 ^{bcdef}	0,192 ± 0,02 ^a
17.7	19,1 ± 1,1 ^{abcd}	6,1 ± 0,3 ^{ef}	3,47 ± 0,2 ^{abc}	0,32 ± 0,03 ^{cdef}	0,182 ± 0,01 ^a
18.9	20,5 ± 1,2 ^{bcde}	4,8 ± 0,3 ^{ab}	3,57 ± 0,06 ^{abc}	0,24 ± 0,02 ^{ab}	0,174 ± 0,01 ^a
19.5	19,3 ± 0,6 ^{abcde}	5,7 ± 1,2 ^{bcdef}	3,41 ± 0,07 ^{ab}	0,30 ± 0,07 ^{bcdef}	0,177 ± 0,002 ^a
21.1	19,9 ± 1,1 ^{abcde}	5,0 ± 0,5 ^{abcd}	3,47 ± 0,08 ^{abc}	0,25 ± 0,03 ^{abc}	0,174 ± 0,01 ^a
21.7	19,2 ± 0,9 ^{abcde}	5,5 ± 0,5 ^{abcdef}	3,37 ± 0,04 ^a	0,29 ± 0,04 ^{abcdef}	0,175 ± 0,07 ^a
23.7	18,6 ± 1,1 ^{ab}	5,5 ± 0,2 ^{abcdef}	3,50 ± 0,1 ^{abc}	0,30 ± 0,01 ^{bcdef}	0,189 ± 0,02 ^a
23.9	19,6 ± 1,2 ^{abcde}	5,2 ± 0,4 ^{abcde}	3,46 ± 0,1 ^{abc}	0,26 ± 0,03 ^{abcde}	0,177 ± 0,01 ^a
24.2	19,4 ± 1,1 ^{abcde}	5,6 ± 0,3 ^{abcdef}	3,40 ± 0,09 ^a	0,29 ± 0,03 ^{abcdef}	0,176 ± 0,01 ^a
25.2	18,7 ± 1,9 ^{abc}	5,1 ± 0,5 ^{abcd}	3,48 ± 0,09 ^{abc}	0,28 ± 0,06 ^{abcdef}	0,188 ± 0,02 ^a
26.8	19,4 ± 0,4 ^{abcde}	5,1 ± 0,2 ^{abcd}	3,57 ± 0,4 ^{abc}	0,26 ± 0,01 ^{abcde}	0,184 ± 0,02 ^a
30.2	19,4 ± 0,9 ^{abcde}	5,2 ± 0,4 ^{abcde}	3,59 ± 0,3 ^{abc}	0,27 ± 0,03 ^{abcde}	0,185 ± 0,02 ^a
32.7	18,4 ± 1,7 ^{ab}	5,2 ± 0,6 ^{abcde}	3,46 ± 0,05 ^{abc}	0,29 ± 0,06 ^{abcdef}	0,190 ± 0,02 ^a
34.6	18,2 ± 1,6 ^a	6,0 ± 0,4 ^{def}	3,41 ± 0,09 ^{ab}	0,33 ± 0,05 ^{ef}	0,188 ± 0,01 ^a
36.1	18,8 ± 0,9 ^{abc}	6,1 ± 0,4 ^{ef}	3,42 ± 0,1 ^{ab}	0,32 ± 0,04 ^{def}	0,181 ± 0,007 ^a
36.7	19,6 ± 1,1 ^{abcde}	5,2 ± 0,2 ^{abcde}	3,51 ± 0,05 ^{abc}	0,27 ± 0,01 ^{abcde}	0,179 ± 0,01 ^a
37.1	19,2 ± 0,8 ^{abcd}	5,3 ± 0,6 ^{abcdef}	3,48 ± 0,05 ^{abc}	0,28 ± 0,03 ^{abcdef}	0,182 ± 0,008 ^a
40.1	19,0 ± 1,4 ^{abcd}	5,3 ± 0,6 ^{abcdef}	3,41 ± 0,09 ^{ab}	0,28 ± 0,04 ^{abcdef}	0,180 ± 0,01 ^a
42.1	19,6 ± 0,5 ^{abcde}	5,5 ± 0,5 ^{abcdef}	3,45 ± 0,09 ^{ab}	0,28 ± 0,03 ^{abcdef}	0,176 ± 0,007 ^a
42.2	19,1 ± 1,3 ^{abcd}	4,7 ± 0,6 ^a	3,56 ± 0,2 ^{abc}	0,25 ± 0,05 ^{abc}	0,187 ± 0,02 ^a
42.3	18,4 ± 1,4 ^{ab}	5,8 ± 0,6 ^{cdef}	3,49 ± 0,3 ^{abc}	0,32 ± 0,04 ^{cdef}	0,190 ± 0,01 ^a
42.7	19,0 ± 0,6 ^{abcd}	5,7 ± 0,6 ^{bcdef}	3,51 ± 0,2 ^{abc}	0,30 ± 0,04 ^{bcdef}	0,184 ± 0,01 ^a
45.3	19,8 ± 0,4 ^{abcde}	5,0 ± 0,2 ^{abcd}	3,52 ± 0,1 ^{abc}	0,25 ± 0,01 ^{abc}	0,177 ± 0,008 ^a
47.2	19,0 ± 0,6 ^{abcd}	5,3 ± 0,6 ^{abcdef}	3,45 ± 0,05 ^{ab}	0,28 ± 0,03 ^{abcdef}	0,181 ± 0,003 ^a
47.3	19,5 ± 1,8 ^{abcde}	5,3 ± 0,5 ^{abcdef}	3,47 ± 0,2 ^{abc}	0,28 ± 0,05 ^{abcdef}	0,178 ± 0,01 ^a
47.5	19,4 ± 0,5 ^{abcde}	5,3 ± 0,4 ^{abcdef}	3,43 ± 0,05 ^{ab}	0,28 ± 0,02 ^{abcdef}	0,176 ± 0,005 ^a
48.1	19,8 ± 0,9 ^{abcde}	5,0 ± 0,5 ^{abc}	3,57 ± 0,3 ^{abc}	0,25 ± 0,04 ^{abc}	0,180 ± 0,02 ^a
48.2	18,9 ± 0,6 ^{abcd}	5,3 ± 0,3 ^{abcdef}	3,57 ± 0,3 ^{abc}	0,28 ± 0,02 ^{abcdef}	0,188 ± 0,02 ^a
48.4	19,0 ± 0,7 ^{abcd}	5,5 ± 0,7 ^{abcdef}	3,53 ± 0,2 ^{abc}	0,29 ± 0,04 ^{abcdef}	0,186 ± 0,009 ^a
49.1	20,0 ± 1,2 ^{abcde}	5,2 ± 0,9 ^{abcdef}	3,50 ± 0,2 ^{abc}	0,27 ± 0,06 ^{abcde}	0,176 ± 0,01 ^a
49.8	19,4 ± 1,1 ^{abcde}	5,6 ± 0,7 ^{abcdef}	3,40 ± 0,07 ^a	0,29 ± 0,05 ^{abcdef}	0,175 ± 0,008 ^a
50.7	19,6 ± 0,9 ^{abcde}	5,0 ± 0,1 ^{abc}	3,49 ± 0,07 ^{abc}	0,25 ± 0,01 ^{abc}	0,178 ± 0,007 ^a
CV9	19,8 ± 1,8 ^{abcde}	5,1 ± 0,4 ^{abcd}	3,55 ± 0,2 ^{abc}	0,26 ± 0,04 ^{abcd}	0,180 ± 0,02 ^a
CF55	20,9 ± 0,7 ^{de}	4,9 ± 0,7 ^{abc}	3,60 ± 0,06 ^{abc}	0,24 ± 0,03 ^{ab}	0,172 ± 0,008 ^a

Tabla AII-4: Promedios y desviación estándar de antocianos, polifenoles, y la relación antocianos-sólidos solubles totales.

Biotipo	Antocianos (mg/g)	Polifenoles (mg/g)	Antocianos/SST
4.1	1,2 ± 0,1 ^{ab}	2,7 ± 0,2 ^a	0,06 ± 0,004 ^{abc}
4.2	1,1 ± 0,2 ^{ab}	3,0 ± 0,4 ^{abc}	0,05 ± 0,01 ^{abc}
4.8	1,0 ± 0,1 ^a	3,1 ± 0,2 ^{abc}	0,05 ± 0,006 ^{ab}
5.3	1,2 ± 0,2 ^{ab}	3,0 ± 0,5 ^{abc}	0,06 ± 0,01 ^{abc}
7.2	1,4 ± 0,3 ^{ab}	3,4 ± 0,5 ^{abc}	0,07 ± 0,01 ^{abc}
11.6	1,4 ± 0,4 ^{ab}	3,4 ± 0,4 ^{abc}	0,08 ± 0,02 ^{abc}
12.4	1,2 ± 0,2 ^{ab}	3,2 ± 0,3 ^{abc}	0,06 ± 0,09 ^{abc}
14.5	1,3 ± 0,4 ^{ab}	3,3 ± 0,5 ^{abc}	0,06 ± 0,02 ^{abc}
14.9	1,1 ± 0,3 ^{ab}	3,1 ± 0,4 ^{abc}	0,06 ± 0,01 ^{abc}
15.5	1,3 ± 0,3 ^{ab}	3,2 ± 0,4 ^{abc}	0,06 ± 0,02 ^{abc}
17.6	1,3 ± 0,3 ^{ab}	3,6 ± 0,7 ^{bc}	0,07 ± 0,02 ^{abc}
17.7	1,5 ± 0,4 ^{ab}	3,5 ± 0,8 ^{abc}	0,08 ± 0,02 ^{bc}
18.9	1,5 ± 0,4 ^{ab}	3,2 ± 0,2 ^{abc}	0,07 ± 0,02 ^{abc}
19.5	1,2 ± 0,2 ^{ab}	3,0 ± 0,2 ^{abc}	0,06 ± 0,01 ^{abc}
21.1	1,2 ± 0,2 ^{ab}	3,1 ± 0,3 ^{abc}	0,06 ± 0,008 ^{abc}
21.7	1,2 ± 0,2 ^{ab}	3,0 ± 0,2 ^{abc}	0,06 ± 0,01 ^{abc}
23.7	1,2 ± 0,6 ^{ab}	2,8 ± 0,8 ^{abc}	0,07 ± 0,02 ^{abc}
23.9	1,2 ± 0,2 ^{ab}	3,0 ± 0,3 ^{abc}	0,06 ± 0,09 ^{abc}
24.2	1,1 ± 0,2 ^{ab}	2,8 ± 0,3 ^{abc}	0,06 ± 0,02 ^{abc}
25.2	1,2 ± 0,1 ^{ab}	3,2 ± 0,3 ^{abc}	0,06 ± 0,008 ^{abc}
26.8	1,4 ± 0,1 ^{ab}	3,4 ± 0,3 ^{abc}	0,07 ± 0,007 ^{abc}
30.2	1,0 ± 0,2 ^a	2,8 ± 0,4 ^{abc}	0,05 ± 0,009 ^a
32.7	1,2 ± 0,6 ^{ab}	3,0 ± 0,7 ^{abc}	0,06 ± 0,02 ^{abc}
34.6	1,1 ± 0,3 ^{ab}	3,1 ± 0,3 ^{abc}	0,06 ± 0,02 ^{abc}
36.1	1,2 ± 0,2 ^{ab}	3,1 ± 0,3 ^{abc}	0,07 ± 0,008 ^{abc}
36.7	1,3 ± 0,3 ^{ab}	3,2 ± 0,6 ^{abc}	0,07 ± 0,02 ^{abc}
37.1	1,4 ± 0,6 ^{ab}	3,2 ± 0,6 ^{abc}	0,07 ± 0,03 ^{abc}
40.1	1,1 ± 0,1 ^{ab}	2,8 ± 0,5 ^{abc}	0,06 ± 0,01 ^{abc}
42.1	1,4 ± 0,3 ^{ab}	3,4 ± 0,6 ^{abc}	0,07 ± 0,02 ^{abc}
42.2	1,1 ± 0,1 ^{ab}	2,8 ± 0,2 ^{abc}	0,06 ± 0,004 ^{abc}
42.3	0,9 ± 0,2 ^a	2,8 ± 0,6 ^{ab}	0,05 ± 0,01 ^{ab}
42.7	1,3 ± 0,5 ^{ab}	3,2 ± 0,9 ^{abc}	0,07 ± 0,03 ^{abc}
45.3	1,3 ± 0,2 ^{ab}	3,4 ± 0,2 ^{abc}	0,06 ± 0,008 ^{abc}
47.2	1,0 ± 0,2 ^{ab}	2,9 ± 0,4 ^{abc}	0,05 ± 0,008 ^{abc}
47.3	1,2 ± 0,7 ^{ab}	3,1 ± 0,9 ^{abc}	0,06 ± 0,03 ^{abc}
47.5	1,1 ± 0,2 ^{ab}	3,0 ± 0,3 ^{abc}	0,06 ± 0,01 ^{abc}
48.1	1,4 ± 0,3 ^{ab}	3,3 ± 0,3 ^{abc}	0,07 ± 0,01 ^{abc}
48.2	1,3 ± 0,3 ^{ab}	3,2 ± 0,4 ^{abc}	0,07 ± 0,02 ^{abc}
48.4	1,2 ± 0,2 ^{ab}	3,1 ± 0,3 ^{abc}	0,06 ± 0,01 ^{abc}
49.1	1,2 ± 0,3 ^{ab}	3,0 ± 0,5 ^{abc}	0,06 ± 0,01 ^{abc}
49.8	1,4 ± 0,3 ^{ab}	3,3 ± 0,5 ^{abc}	0,07 ± 0,02 ^{abc}
50.7	1,6 ± 0,3 ^b	3,6 ± 0,4 ^{bc}	0,08 ± 0,02 ^c
CV9	1,5 ± 0,5 ^{ab}	3,6 ± 0,7 ^{bc}	0,07 ± 0,02 ^{abc}
CF55	1,4 ± 0,2 ^{ab}	3,6 ± 0,4 ^c	0,07 ± 0,007 ^{abc}