



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y DEL MEDIO NATURAL

Máster Universitario en Ingeniería Agronómica

Influencia de la poda tardía como técnica de adaptación al cambio climático en el cultivo de la vid y en la producción de vinos a partir de las variedades Bobal, Tempranillo y Garnacha.

Trabajo final de Máster

Presentado por:

Sergio López Argente

Directora Académica:

María José García Esparza

Valencia, Julio 2019

TÍTULO: Influencia de la poda tardía como técnica de adaptación al cambio climático en el cultivo de la vid y en la producción de vinos a partir de las variedades Bobal, Tempranillo y Garnacha.

RESUMEN:

El Cambio Climático, ha traído como consecuencia inmediata en el cultivo de la vid, el adelanto de la vendimia. Pero ese adelanto no ha supuesto una evolución paralela de todos los parámetros a considerar en el mosto con respecto a lo que eran antes de dicho Cambio Climático. En concreto la acidez total y el pH evolucionan con las temperaturas altas más rápido que el contenido en azúcares, dando como resultado mostos y vinos menos ácidos que antes del Cambio Climático. Todo lo contrario ocurre con la fracción fenólica que evoluciona de forma más lenta al contenido de azúcares, debido sobre todo a las altas temperaturas de las noches, dando como consecuencia vinos de menor color y contenido fenólico. Como técnica para mitigar estos efectos, una medida efectiva de adaptación al cambio climático es llevar a cabo podas tardías, las cuales retrasan el ciclo vegetativo de la vid.

El objetivo del presente trabajo ha sido estudiar la influencia de realizar una poda tardía, como técnica de adaptación al cambio climático, el cual retrasa el ciclo vegetativo de la vid, retrasando la vendimia y provocando la maduración de la uva en fechas menos cálidas con la finalidad de obtener mostos con menor contenido en azúcares, menor grado alcohólico probable, mayor acidez y mayor concentración polifenólica, además de la repercusión en la producción final.

Para ello se estudiaron varios grupos de cepas con diferentes patrones, en las cuales se les realizó una poda tardía, comparándose con un grupo de cepas de las mismas variedades podadas en fechas convencionales.

En dichas muestras se estudió la evolución de los ciclos fenológicos de cada patrón y variedad, así como la evolución en $^{\circ}$ Brix, pH, acidez total, tono, color e IPT además de la producción. Con dichas mediciones se procedió al estudio de los datos, a partir del cual, se observó si existe alguna relación entre el tipo de poda y la evolución tanto en la planta como en los mostos obtenidos.

Palabras clave: Poda tardía, vid, cambio climático, Bobal, Tempranillo, Garnacha

TITLE: Influence of late pruning as a technique of adaptation to climate change in the farming of the vine and in the production of wines from varieties Bobal, Tempranillo and Garnacha.

Abstract:

Climate Change has brought as an immediate consequence in the cultivation of the vine, the advance of grape harvest. But this advance has not meant a parallel evolution of all the values to be considered in the must with respect to what they were before climate change. In particular, whole acidity and pH evolve with higher temperatures faster than the sugar content, causing less acid than before climate change. The opposite happens with the phenolic fraction that develops slower than the sugar content, due to mostly the high temperatures of the nights, generating wines of less color and phenolic content. As a technique to decrease these effects, an effective measure of adaptation to climate change is to carry out late pruning, which delay the vegetative cycle of the vine.

The purpose of this report was to study the influence of late pruning, as a technique of adaptation to climate change, which delays the vegetative cycle of the vine, postponing the grape harvest and causing the ripening of the grapes on less warm dates, in order to obtain musts with lower sugar content, lower probable alcoholic grade, higher acidity and higher polyphenolic concentration, as well as the impact on the final production.

In order to do so, several groups of vines with different patterns were studied, in which they were made a late pruning, comparing with a group of vines of the same varieties pruned on conventional dates.

In these samples the evolution of the phenological cycles of each pattern and variety was studied, as well as the evolution in Brix, pH, whole acidity, tone, colour and IPT as well as the production. With these measurements, we proceeded to study the data, from which, it was observed whether there was any relationship between the type of pruning and the evolution both in the plant and in the musts obtained.

Keywords: Late pruning, vine, climate change, Bobal, Tempranillo, Garnacha

Títol: Influència de la poda tardana com a tècnica d'adaptació al canvi climàtic en el cultiu de la vinya i en la producció de vins a partir de varietats Bobal, Ull de llebre i Garnatxa.

RESUM:

El canvi climàtic ha dut com a conseqüència immediata en el cultiu de la vinya l'avançament de la verema. Però eixe avançament no ha suposat una evolució paral·lela de tots els paràmetres a considerar en el most amb respecte al que eren abans d'aquest canvi climàtic. En concret, l'acidesa total i el pH evolucionen amb les temperatures altes més ràpidament que el contingut en sucres, donant com a resultat mosts i vins menys àcids que abans del canvi climàtic. Tot el contrari ocorre amb la fracció fenòlica, que evoluciona de forma més lenta que el contingut de sucres, degut sobretot a les altes temperatures de les nits, donant com a conseqüència vins de menys color i contingut fenòlic. Com a tècnica per mitigar aquests efectes, una mesura efectiva d'adaptació al canvi climàtic es dur a terme podades tardanes, les quals retarden el cicle vegetatiu de la vinya.

L'objectiu del present treball ha sigut estudiar la influència de realitzar una poda tardana com a tècnica d'adaptació al canvi climàtic, el qual retarda el cicle vegetatiu de la vinya, retardant la verema i provocant la maduració del raïm en dates menys càlides amb la finalitat d'obtenir mosts amb menor contingut en sucres, menor grau alcohòlic probable, major acidesa i major concentració polifenòlica, a més de la repercussió en la producció final.

Per això s'estudiaren diversos grups de ceps amb diferents patrons, en els quals se'ls realitzà una poda tardana, comparant-se amb un grup de ceps de les mateixes varietats podades en dates convencionals.

En aquestes mostres s'estudià l'evolució dels cicles fenològics de cada patró y varietat, així com l'evolució en Brix, pH, acidesa total, to, color i IPT, a més de la producció. Amb aquests mesuraments es va procedir a l'estudi de les dades, a partir de les quals, s'observà si existeix alguna relació entre el tipus de poda i l'evolució tant en la planta com en els mosts obtinguts.

Paraules clau: Poda tardana, vinya, canvi climàtic, Bobal, Ull de llebre, Garnatxa

Agradecimientos

Quiero agradecer la conselleria de Agricultura, Medio Ambiente y Cambio Climático, por la concesión de la beca que me ha permitido poder desarrollar las prácticas de las cuales he podido desarrollar el presente Trabajo final de Máster.

Al Servicio de Producción Ecológica, Innovación y Tecnología por abrirme las puertas del Instituto Tecnológico de Viticultura y Enología de Requena (Valencia) para poder llevar a cabo las experiencias de este trabajo.

A Don Camilo Chirivella Romero, director experimental de este proyecto, por su labor para hacer que este trabajo se llevase a cabo y por supuesto, por sus consejos, colaboración y paciencia incondicional una vez terminadas las prácticas. Así como a Josep Martínez i Tomás, por la colaboración que ha aportado al Trabajo.

A Maria Jose Garcia Esparza, tutora de este Trabajo, por su ayuda y dedicación.

Y por supuesto, a mi familia, pues ellos son los que realmente saben el sacrificio que ha supuesto llegar hasta este punto donde concluyo esta etapa de mi vida.

Gracias a todos

Índice General

1. Introducción	1
1.1 Cambio climático	1
1.2 Viticultura y cambio climático	2
1.2.1 Madurez fenólica frente a madurez industrial.....	2
1.2.2 Efectos en la temperatura.....	3
1.2.3 Efectos en la pluviometría.....	4
1.2.4 Efectos en la vendimia.	5
1.2.5 Efectos en la enología	6
1.3 Técnicas de cultivo para la adaptación al cambio climático	7
1.3.1 Poda tardía	7
2. Objetivos	9
3. Datos Generales	10
3.1 Localización de la parcela.....	10
3.2 Diseño experimental	11
4. Material y métodos	12
4.1 Controles de maduración.....	12
4.2 Vendimia y vinificación.....	14
5. Resultados y discusión.	16
5.1 Materia prima.....	16
5.2 Índices de madurez	18
5.3 Vinos finales	31
6. Conclusiones.....	33
7. Bibliografía	34

Índice de Figuras

Figura 1. Temperatura media de crecimiento de algunas variedades de vid (Jones, 2006).....	3
Figura 2. Parcela experimental.....	10
Figura 3. Esquema tratamientos	11
Figura 4. Despalilladora/Estrujadora.....	14
Figura 5. Prensa vertical de membrana.	15
Figura 6. Equipo de infrarrojos.....	16
Figura 7. Evolución del °Brix en las muestras de la variedad Tempranillo.	18
Figura 8. Evolución del °Brix en las muestras de la variedad Bobal.....	19
Figura 9. Evolución del °Brix en las muestras de la variedad Garnacha.	20
Figura 10. Evolución de la Acidez Total en las muestras de la variedad Tempranillo.....	21
Figura 11. Evolución del pH en las muestras de la variedad Tempranillo.....	22
Figura 12. Evolución del pH en las muestras de la variedad Bobal.....	23
Figura 13. Evolución de la Acidez Total en las muestras de la variedad Bobal.	23
Figura 14. Evolución del pH en las muestras de la variedad Garnacha.....	24
Figura 15. Evolución de la Acidez Total en las muestras de la variedad Garnacha.....	25
Figura 16. Evolución del IPT en las muestras de la variedad Tempranillo.	26
Figura 17. Evolución de Antocianos en las muestras de la variedad Tempranillo.	26
Figura 18. Evolución Antocianos en las muestras de la variedad Bobal.	28
Figura 19. Evolución del IPT en las muestras de la variedad Bobal	28
Figura 20. Evolución del IPT en las muestras de la variedad Garnacha.	29
Figura 21. Evolución de Antocianos en las muestras de la variedad Garnacha	30

Índice de Tablas

Tabla 1. Valores medios (kg/cepa) y Peso medio racimo (Kg) en cepas de variedad Tempranillo para diferentes tratamientos.	16
Tabla 2. Valores medios (kg/cepa) y Peso medio racimo (Kg) en cepas de variedad Bobal para diferentes tratamientos.	17
Tabla 3. Valores medios (kg/cepa) y Peso medio racimo (Kg) en cepas de variedad Garnacha para diferentes tratamientos.	17
Tabla 4. Valores medios de °Brix para las muestras de la variedad Tempranillo en el momento de la vendimia.	18
Tabla 5. Valores medios de °Brix para las muestras de la variedad Bobal en el momento de la vendimia.	19
Tabla 6. Valores medios de °Brix para las muestras de la variedad Garnacha en el momento de la vendimia.	20
Tabla 7. Valores medios de pH y Acidez Total para las muestras de la variedad Tempranillo en el momento de la vendimia.	21
Tabla 8. Valores medios de pH y Acidez Total para las muestras de la variedad Bobal en el momento de la vendimia.	22
Tabla 9. Valores medios de pH y Acidez Total para las muestras de la variedad Garnacha en el momento de la vendimia.	24
Tabla 10. Valores medios de IPT y Antocianos para las muestras de la variedad Tempranillo en el momento de la vendimia.	25
Tabla 11. Valores medios de IPT y Antocianos para las muestras de la variedad Bobal en el momento de la vendimia.	27
Tabla 12. Valores medios de IPT y Antocianos para las muestras de la variedad Garnacha en el momento de la vendimia.	29
Tabla 13. Valores medios de los parámetros analizados en los vinos de la variedad Tempranillo.	31
Tabla 14. Valores medios de los parámetros analizados en los vinos de la variedad Bobal.	32
Tabla 15. Valores medios de los parámetros analizados en los vinos de la variedad Garnacha.	33

1. Introducción

1.1 Cambio climático

El Cambio Climático es el cambio en las características meteorológicas durante periodos de tiempo prolongados y que son el resultado de las modificaciones en el equilibrio del balance energético de la Tierra causado por procesos y agentes naturales y/o antropogénicos. Con cierta incertidumbre, se asume que la influencia humana es la causa dominante del cambio observado en la temperatura media global en el periodo 1950-2010, con efectos como la fusión de hielo y nieve, el calentamiento de los océanos, la elevación del nivel del mar, las alteraciones de la frecuencia de extremos climáticos, que ya han sido observados en la segunda mitad del siglo XX (Rodríguez et al., 2014).

Desde la revolución industrial, el hombre ha generado una importante cantidad de gases de efecto invernadero, principalmente dióxido de carbono, óxido nitroso y metano.

Estas emisiones están provocando un aumento de la temperatura media del planeta, incrementándose su concentración en la atmosfera. Los gases de efecto invernadero absorben la radiación emitida por el planeta y esta es irradiada en todas las direcciones, reduciendo de esta manera la energía reflejada al espacio, provocando que permanezcan en el planeta teniendo como consecuencia dicho aumento de la temperatura.

Esta variación térmica se está desarrollando con una velocidad tan elevada que los ecosistemas no pueden adaptarse, lo que conllevará en un futuro no muy lejano, una potencial falta de agua y un aumento de factores climáticos extremos como inundaciones, sequias y olas de calor (Nelson et al., 2009). Por todo ello, el cambio climático no es solo un problema medioambiental, sino que también puede tener consecuencias económicas y sociales (MAGRAMA.GLOB.ES).

En el periodo de tiempo transcurrido entre 1750 y 2010, las emisiones totales a la atmosfera han sido las que equivalen a 2.585.000 millones de toneladas de CO₂, siendo China y EE. UU los países con más emisiones producidas desde la revolución industrial. Como consecuencia, la temperatura media se ha incrementado 0.85°C desde 1880, siendo mayor este aumento en las últimas décadas.

Es por ello necesario el acuerdo llevado a cabo en la cumbre del clima en Paris, donde 196 países se comprometieron a mantener la temperatura media del planeta por debajo de 2°C a finales de siglo, aunque si bien los objetivos están definidos, los planes de reducción de emisiones establecidos no son lo suficientemente eficaces para alcanzar dicho objetivo.

1.2 Viticultura y cambio climático

Las interacciones entre vino, clima y territorio son muy complejas. En primer lugar, una misma variación en cualquiera de los parámetros ambientales que determinan las propiedades de las uvas da lugar a consecuencias diferentes entre unas zonas y otras. En segundo lugar, en una misma zona pueden coexistir efectos positivos y negativos, dependiendo de la variable climática analizada y los plazos de tiempo.

1.2.1 Madurez fenólica frente a madurez industrial.

La calidad de un vino será consecuencia de la calidad de la materia prima, es decir, de la uva de partida. Dada la gran complejidad de esta, el vino de calidad es un cúmulo de las aportaciones de todo un conjunto de componentes de la uva y que se configuran como sus precursores (Mínguez, 1989).

La elección de una cepa se efectúa en función del ciclo vegetativo y del clima. La vinificación implica que la uva este madura, suficientemente rica y sana. El arte de la vinificación nunca podrá compensar las deficiencias de la maduración, solamente puede atenuarlas (Peynaud, 1996).

La maduración del racimo es un proceso complejo en el cual intervienen biosíntesis, transportes, almacenamientos y transformaciones de diferentes elementos. Son los compuestos mayoritarios (azúcares y ácidos orgánicos) o compuestos secundarios (fenoles y precursores del aroma) los que aportan la calidad a la uva. Es importante conocer el comportamiento de la baya de uva en el proceso de maduración para poder fijar con precisión el momento óptimo de la recolección del fruto (Brenon, 2005).

El estado de madurez de la uva puede ser caracterizado desde distintos puntos de vista: madurez vegetativa, madurez fisiológica, madurez tecnológica y madurez industrial, aunque en el caso de las uvas tintas aparece un nuevo concepto, la madurez fenólica (Saint Cricq et al., 1998) la cual requiere conocer las características fenólicas de la uva, lo que nos lleva a tener un buen control de la vinificación.

Tradicionalmente la forma de determinar la fecha de vendimia se ha basado en controlar los valores de concentración de azúcares y acidez del fruto, de modo que se podía pronosticar de forma sencilla la fecha óptima de vendimia. Con la observación de estos valores se podría definir un estado óptimo de maduración industrial de la vendimia (Busse, 2013).

Sin embargo, en la actualidad, para producir vinos tintos de calidad tiene mayor importancia el control y medida de los compuestos polifenólicos. (Saint-Cricq et al., 1998). Por tanto, si la finalidad es la obtención de vinos tintos de calidad hay que referirse a madurez fenólica y no a madurez industrial.

1.2.2 Efectos en la temperatura

La vid es una planta sensible a heladas y exigente en calor para poder llevar a cabo su desarrollo y para poder producir uva de calidad. Para la correcta maduración de la uva y para poder obtener niveles óptimos de azúcar, ácidos y aromas, con el fin de maximizar un determinado estilo de vino, son claves aspectos como la temperatura durante el periodo activo de vegetación y su amplitud (Jones et al., 2005; Armas, 2014).

Las necesidades de temperatura para su cultivo son de 2.900 a 3.100°C de acumulación de calor, por eso la viticultura se practica principalmente en regiones comprendidas entre los paralelos 30º y 50º de latitud Norte y 30º y 40º de latitud Sur. Aunque no todas las variedades tienen las mismas exigencias en cuanto a la cantidad de calor para su maduración, como por ejemplo la variedad Pinot Gris, la cual no necesita altas temperaturas para alcanzar la madurez, mientras que otras como la Garnacha sí que son más exigentes.

En la Figura 1 se muestran las temperaturas medias de crecimiento de diferentes variedades cultivadas.

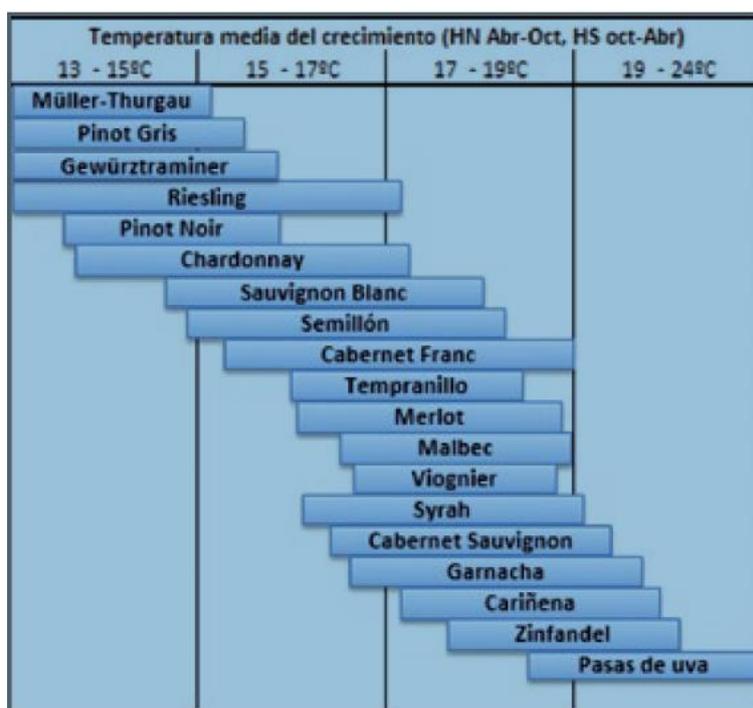


Figura 1. Temperatura media de crecimiento de algunas variedades de vid (Jones, 2006).

Las oscilaciones de temperatura entre el día y la noche tienen una alta influencia tanto en la concentración de azúcares así como en el contenido de ácidos y en la formación de compuestos aromáticos. Es conveniente una diferencia marcada de temperaturas del invierno al verano e incluso entre las temperaturas diurnas y nocturnas durante el periodo de maduración de las uvas.

Como consecuencia de las temperaturas superiores a 30°C, la concentración de sólidos puede aumentar hasta niveles de 24/25 °Brix. La causa de esta concentración se deba probablemente al aumento de la evaporación del agua de la baya (Keller, 2010). Es por ello que existirá una tendencia a producir vinos de alta graduación alcohólica y baja acidez al elevarse las temperaturas (mayor desecación del suelo, parada de crecimiento más temprana, adelanto de los procesos de maduración, etc.) mientras que con temperaturas inferiores se darían como resultados vinos poco alcohólicos y más ácidos. (Hidalgo, 1999).

Estas altas temperaturas también conllevan la reducción de la síntesis de antocianos (Tarara et al., 2008) y, en climas muy cálidos, se pueden alcanzar temperaturas que inhiben su formación produciendo una reducción del color (Downey et al., 2006). En dicha formación de antocianos tiene un papel muy importante las diferencias térmicas producidas durante el día y la noche.

Como efectos indirectos en los cambios de temperaturas, se producirá un desplazamiento de plagas y enfermedades, como por ejemplo la *Xylella fastidiosa*, la cual requiere inviernos suaves y podría ocasionar grandes pérdidas. En contrapartida unos veranos más cálidos afectarían a la araña amarilla, la cual no tolera altas temperaturas y se vería afectada su población ante el calentamiento global.

1.2.3 Efectos en la pluviometría

La vid es una planta que resiste bien a la sequía, la cual tiene unas necesidades de 500 a 600 mm de agua anuales, siendo crucial el reparto de agua a lo largo del ciclo vegetativo. Las máximas exigencias se producen en los estados fenológicos de floración y envero, determinando el máximo desarrollo de la baya, aunque para la maduración de la baya, es conveniente que la planta sufra un pequeño déficit hídrico, siempre y cuando no se vea afectada la actividad fisiológica de la vid, puesto que de esta manera se promueve la concentración de compuestos aromáticos y polifenólicos.

Debido al cambio climático, no solo se han reducido la cantidad de precipitaciones acumuladas, sino que también se han producido con más frecuencia factores extremos como lluvias torrenciales o inundaciones, ocasionando otros problemas como la erosión del suelo en el viñedo.

Este efecto puede ser positivo o negativo depende la zona que se estudie, puesto que en regiones cálidas y secas la producción vitivinícola puede verse afectada si no se realiza un aporte de agua, lo cual estaría condicionado a la disponibilidad de agua en la zona, mientras que en zonas con veranos húmedos se podría producir un incremento de la calidad de las uvas tintas

1.2.4 Efectos en la vendimia.

Es evidente que los incrementos de las temperaturas y las modificaciones de los patrones de precipitaciones son una realidad en zonas de clima mediterráneo. Estos cambios en el clima, ya de por sí cálidos y semiáridos, están provocando que la maduración tecnológica de la uva (ácidos orgánicos y azúcares) se produzca de un modo más veloz que la síntesis de compuestos fenólicos y compuestos aromáticos produciendo un desequilibrio en el vino.

Las temperaturas elevadas favorecen la rápida concentración de sólidos solubles totales y el catabolismo de los ácidos orgánicos, y ello viene provocando adelanto en la fecha de vendimia, produciéndose en fechas más cálidas en regiones mediterráneas. Todo ello conlleva la elaboración de vinos tintos de elevado contenido alcohólico, menor color y aroma, y mayor astringencia y amargor (Mira de Orduña, 2010)

Este adelanto en las fechas de vendimia ya se ha observado en la zona vitícola de Rheingau, Alemania, donde la vendimia se lleva a cabo entre 2-3 semanas antes que a finales del siglo XVIII. En las regiones de Châteauneuf du Pape y Tavel, al Sur de Francia, las fechas de la vendimia se han adelantado 18 y 21 días, respectivamente, entre el año 1945 y 2000. La fecha media del inicio de la maduración en la región de Baden, Alemania, para la variedad Pinot Noir, se ha adelantado 3 semanas desde el año 1976 (Orduña, 2010), mientras que en California el comienzo de la vendimia fue de 18 a 24 días antes que entre 1951 y 1997 (Nemani et al., 2001; Loira,2014).

El principal problema que agrava el cambio climático durante la época de vendimias es la aceleración que se produce en las reacciones químicas y biológicas que se llevan a cabo en la planta, como son la oxidación de la uva y el mosto, los deterioros por microorganismos, las maceraciones incontroladas y las fermentaciones alcohólicas indeseadas.

Todos estos fenómenos tienen una relación directa con los efectos de las temperaturas, de esta forma, si hay un aumento de días más cálidos, además de una maduración más rápida, el periodo de vendimia se aleja de los días de otoño en las que las temperaturas empiezan a descender, por lo que existirá un aumento de temperatura significativo durante la vendimia.

Otro aspecto a tener en cuenta es el estado físico de la uva. Las altas temperaturas en vendimia, la deshidratación de la uva provocada por las sequias y el estrés por calor hacen que la uva no esté en las condiciones idóneas y por ello si el estado no es el óptimo por daños físicos, las reacciones anteriormente citadas se producirán con mayor velocidad.

También hay que tener en cuenta que a causa del aumento en el pH debido al cambio climático, las reacciones biológicas también se desarrollan con mayor velocidad, provocando que las uvas lleguen a la bodega más contaminadas.

1.2.5 Efectos en la enología

Como se ha citado, el cambio climático conlleva el retraso en la fecha de vendimias buscando la maduración fenólica de las bayas, pero esto también conlleva asociado un aumento de azúcar (grado alcohólico probable) y una disminución de la acidez con lo que se crea un entorno favorable para las contaminaciones microbiológicas, lo cual puede llevar consigo paradas en la fermentación.

Esto se debe, entre otros motivos, a que el sulfuroso empleado en vinificación, se combina con el azúcar, disminuyendo su efecto. Si existen grandes cantidades de azúcar, los niveles de sulfuroso empleados no son suficientes para controlar las levaduras indígenas y bacterias que contengan los mostos, lo cual provoca que estas levaduras consuman el nitrógeno asimilable y pueda desencadenarse en una parada fermentativa.

Este agotamiento del nitrógeno no solo interviene en el desarrollo de las levaduras y por tanto de una correcta velocidad de fermentación, sino que además está relacionada con la formación de compuestos aromáticos.

Por otro lado, uno de los compuestos más importantes en la calidad final del vino es el glicerol, tercer compuesto más abundante formado en la fermentación, por detrás del etanol y carbónico. Su presencia no influye en el aroma del vino ni es volátil, pero tiene una importancia destacada en la fluidez y viscosidad del vino, aportando dulzor, suavidad, sedosidad y cuerpo (Moreno-Arribas y polo, 2009). Debido a un incremento en la cantidad de azúcar en el grano de uva puede favorecer la formación de glicerol, ya que se ha observado que la levadura *S.cerevisiae* aumenta significativamente la cantidad de glicerol formado en respuesta a un estrés producido por la presión osmótica (Gardener et al., 1993).

Otro parámetro clave que afecta a la vinificación es la relación glucosa/fructosa. La levadura empleada para vinificación, *Saccharomyces cerevisiae* metaboliza mejor la glucosa (Berthels et al., 2004) lo cual es un problema en la actualidad dado que con las temperaturas altas, la proporción de fructosa en la baya ha aumentado, debido a que la glucosa, a causa de la respiración celular se consume antes y este proceso metabólico se ve favorecido con las altas temperaturas (Pallioti et al., 2005). Por tanto si la levadura tiene más dificultad para consumir la fructosa, la cantidad de azúcares residuales que pueden aparecer en el vino podría aumentar.

También cabe comentar que la cantidad de etanol producido también afecta al metabolismo, ya que este inhibe el sistema de transporte metabólico, los flujos de protones y afecta a la composición de la membrana plasmática, provocando una disminución en la velocidad de fermentación y en la actividad de transporte de azúcar (Santos et al., 2008).

Este aumento en el contenido de alcohol también repercutirá negativamente a la fermentación maloláctica, dado que el alcohol posee un efecto antiséptico lo cual limita a las bacterias lácticas para aumentar su población cuando el contenido en alcohol es superior al 10% (v/v).

1.3 Técnicas de cultivo para la adaptación al cambio climático

En las zonas donde prevalece el clima mediterráneo se lleva a cabo la viticultura desde hace milenios, adaptándose su cultivo a las condiciones particulares de cada región (*terroir*). La adaptación más inmediata es el empleo de material vegetal local y a continuación es el empleo de técnicas culturales adecuadas y correctas que adapten las condiciones hídricas, edáficas y climáticas al cultivo de la vid.

Si nos referimos a la adaptación al cambio climático de las variedades que se pretenden estudiar en este trabajo, es la variedad Bobal la que tiene mayor potencial de adaptación al cambio climático, debido a que posee un ciclo largo, por lo que madura en periodos más frescos. Además los valores característicos en cuanto a acidez son mayores con respecto al grado alcohólico probable comparados con otras variedades. Por el contrario la variedad Tempranillo, debido a su precocidad y elevados niveles de pH de sus mostos, parece más proclive a no adaptarse correctamente al cambio climático.

Con la finalidad de conservar la tipicidad de cada zona vitivinícola se plantean técnicas culturales para la adaptación del viñedo al cambio climático con la finalidad de mitigar los efectos de estrés hídrico de las cepas y mejorar la fertilidad del suelo, además de lograr un equilibrio en cuanto al desarrollo vegetativo/producción y aumentar en lo máximo posible la productividad del viñedo manteniendo los estándares de calidad y por último se pretende retrasar el ciclo fenológico de la vid para así desplazar los procesos de maduración hacia periodos menos calurosos y volver a hacer coincidir la maduración tecnológica con la fenólica.

Dentro de todo este abanico de técnicas se engloban el acolchado del suelo, deshojado tardío, modificación de altura de las espalderas, orientación de las filas del viñedo, forzado de yemas o la realización de podas tardías, siendo esta última, el motivo principal de este trabajo y a la cual se le dedicará mayor énfasis.

Cabe destacar que todas las técnicas citadas anteriormente encajan perfectamente en un manejo sostenible del viñedo, e incluso pueden resultar interesantes como técnicas agrícolas para su mitigación. Por ejemplo en el caso de los acolchados vegetales, se produce una estrategia para la captación de carbono, además de proteger de la erosión hídrica al suelo, así como de la excesiva radiación solar para la microbiota del suelo, por lo que podría mejorar la fertilidad y estructura del suelo.

1.3.1 Poda tardía

Esta técnica nace de la necesidad de reducir el desequilibrio que se produce entre la madurez tecnológica y la madurez fenólica en zonas vitícolas de clima mediterráneo a causa del aumento de las temperaturas, principalmente en verano.

Su fundamento se basa en retrasar el ciclo fenológico de la vid, desplazando de este modo los procesos de maduración a periodos donde las temperaturas sean menos calurosas.

La realización de la poda tardía consiste en llevar a cabo la poda en primavera en lugar de en invierno como se ha hecho tradicionalmente. De este modo, además de equilibrar la madurez tecnológica y fenólica de la uva, se minimizan los riesgos de sufrir daños por heladas primaverales.

La poda tardía ha de llevarse a cabo en sistemas de poda cortas, dado que en sistemas de poda tipo Guyot los retrasos fenológicos que se producirían serían menos interesantes y el riesgo de sufrir heladas primaverales se minimizan debido a su brotación más escalonada.

Esta técnica se debe realizar cuando las yemas que se sitúan en el pulgar alcanzando el estado fenológico de yema de algodón, correspondiente con el 03 de la escala BBCH (Lorenz et al., 1995). Esto corresponderá con el inicio de la expansión de las hojas de las yemas apicales de los sarmientos (12-14 BBCH).

El retraso fenológico que provoca la poda tardía es de 20 días aproximadamente respecto a la realización de una poda tradicional en invierno. El retraso que se produce inicialmente en el número de días se va reduciendo a medida que se acumulan los grados durante el día. Los retrasos en la fecha de vendimia, si bien dependerán de las diferencias climáticas entre la primera y segunda vendimia, se estiman de una semana como mínimo a igualdad de contenido de azúcares. Dicho desfase que se produce entre vendimias contrarresta los adelantos en la fecha de recolección que se han estudiado en los últimos años (García de Cortázar-Atauri et al., 2017).

Este retraso en la fecha de la realización de la poda también fue estudiada por Sipiora en 2009 en California sobre la variedad Merlot, en la que se llegó a la conclusión de que una poda realizada en el momento en el que comienza la brotación de las yemas produce un retraso en la fecha de maduración de una semana.

Relacionado con el retraso que esta técnica provoca en la fecha de vendimia, también se produce una bajada en el nivel de azúcares en la baya (Martínez de Toda et al., 2015).

En contra del beneficio que puede provocar la poda tardía, es esperable que se produzca una reducción de la producción que puede oscilar entre un 10-15 % respecto a una poda tradicional llevada a cabo en invierno, debido principalmente al efecto que conlleva sobre el tamaño de racimo, influenciado por el menor peso de la baya de las cepas podadas tardíamente. Sin embargo, en la composición de la uva se esperan mejorías en cuanto a acidez total y en la síntesis y concentraciones de Antocianos y polifenoles debido a que, los Antocianos se sintetizan en el hollejo y por tanto un menor peso de la baya se traduce en una mayor proporción hollejo/pulpa, por lo tanto estos compuestos se diluyen menos que si esta relación fuese más elevada (Buesa et al., 2017).

Si bien esta técnica se venía empleando con la finalidad de reducir los daños por heladas, actualmente está en fase de desarrollo para determinar el potencial enológico que las diferencias que pueden presentar las uvas en su composición con respecto a una poda tradicional. Además, también será necesario estudiar sus posibles efectos acumulativos que se pueden llegar a manifestar debido a la repetición de dicha técnica y que puede afectar a la fertilidad de las yemas y el vigor que puedan presentar las cepas.

Por último es interesante analizar la rentabilidad que puede tener la técnica de la poda tardía, puesto que esta depende en última instancia, del objetivo productivo que persiga el viticultor, es decir, del tipo de vino y el nicho de mercado al que quiera dirigirse, ya que las posibles pérdidas en cuanto a producción se tendrán que compensar con el precio de la uva. Por tanto la puesta en marcha de esta práctica está supeditada en gran medida al margen de beneficio potencial de los vinos resultantes.

2. Objetivos

El objetivo del presente trabajo ha sido estudiar la influencia de realizar una poda tardía, como técnica de adaptación al cambio climático, el cual retrasa el ciclo vegetativo de la vid, retrasando la vendimia y provocando la maduración de la uva en fechas menos cálidas con la finalidad de obtener mostos con menor contenido en azúcares, menor grado alcohólico probable, mayor acidez y concentración polifenólica, además de la repercusión en la producción final.

3. Datos Generales

3.1 Localización de la parcela

El estudio se ha realizado en el Instituto Tecnológico de Viticultura y Enología. La parcela experimental (Figura 2), está ubicada en la pedanía de El Rebollar, junto a la autovía A3, km 294, la cual tiene una superficie de 6.5 hectáreas. Este campo de experiencias está dotado de una estación del Servicio Nacional de Meteorología y pertenece a la Estación de Viticultura y Enología desde el año 1942. Hoy en día esta parcela está integrada en el Servicio de Producción Ecológica, Innovación y Tecnología de la Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente y Cambio climático.



Figura 2. Parcela experimental.

La textura del suelo que posee la parcela es franco-arcillosa-arenosa, con una gran capacidad de retención de agua tanto en el suelo como en el subsuelo.

3.2 Diseño experimental

Los tratamientos estudiados fueron la poda invernal (Testigo) y la poda tardía. A su vez cada tratamiento fue realizado para tres variedades distintas (Bobal, Tempranillo y Garnacha).

Para el tratamiento de la poda tardía se dispuso de 3 bloques de cepas para cada variedad, injertadas sobre tres portainjertos distintos: 110 R, 140 Ru y 161-49, los cuales fueron podados cuando las yemas apicales de los sarmientos empezaban a extender las hojas, lo que correspondió con los estados de yema de algodón, mientras que para el tratamiento testigo, se localizaron seis bloques de cepas (dos para cada variedad), en los cuales las cepas fueron podadas en invierno durante la época de dormancia de las yemas.

Hay que destacar que, a la hora de la realización de la técnica de la poda tradicional, la muestra de poda tardía Tempranillo 140 Ru, por error fue podada en el mismo momento que las muestras testigo, por lo que para el caso de la variedad Tempranillo para el presente estudio se dispondrán de 3 testigos y 2 muestras con el tratamiento de poda tardía.

Dado que en las muestras de los testigos coexistían los tres portainjertos citados anteriormente, para la interpretación de datos, los valores correspondientes a las muestras testigo están unificados siempre haciendo la media en base a la producción total obtenida para cada portainjerto.

Por tanto, se disponen de un total de 15 muestras, 7 para el tratamiento testigo y 8 para el tratamiento de poda tardía.

A continuación, en la Figura 3, se indica, a modo de resumen, los distintos tratamientos realizados y sus terminologías abreviadas, las cuales se emplearán en lo que resta de trabajo y se corresponden con las terminologías empleadas por el Instituto Tecnológico de Viticultura y Enología.

	BOBAL	TEMPRANILLO	GARNACHA
TESTIGOS	T-02	T-31	T-08
	VR-07	VR-05	VR-06
		T 140 Ru	
PODA TARDÍA	B 110R	T 110R	G 110R
	B 140Ru	T 161-49	G 140Ru
	B 161-49		G 161-49

Figura 3. Esquema tratamientos

De este modo se podrán comparar los efectos que el tratamiento de poda tardía produce sobre cada variedad y más concretamente, a que combinación variedad/portainjerto, en relación con el tratamiento testigo.

4. Material y métodos

4.1 Controles de maduración.

Para poder llevar a cabo un control de maduración de las distintas muestras, se realizaron visitas al campo experimental, una vez a la semana, en las que se observaba y anotaba el estado fenológico de cada muestra así como su estado sanitario, mientras la planta pasaba por los estados de floración/cuajado/baya tamaño guisante/racimo cernido/envero/maduración.

Una vez las bayas habían pasado el estado de envero, en cada visita a la parcela, se tomaban muestras de las bayas para cada tratamiento, aproximadamente 200 gramos de muestra, los cuales se depositaban en bolsas de plástico individualizadas e identificadas y eran transportadas a la bodega, donde se realizaban todas las determinaciones necesarias para poder establecer una evolución de los distintos parámetros.

Una vez la muestra llegaba a la bodega, cada muestra era procesada individualmente:

En primer lugar se separaban aleatoriamente y se intentaba ajustar el peso de la cada muestra alrededor de 100 gramos para poder realizar todas las determinaciones analíticas necesarias.

Para la determinación de los parámetros a controlar es necesario procesar la uva para obtener una muestra líquida y homogénea, para ello el proceso debe ser también homogéneo para todas las muestras: el peso de las bayas, la intensidad y el tiempo de triturado deben ser los mismos para todas las muestras. En este caso, cada muestra contiene unos 200 gramos de bayas que se trituran a intensidad máxima durante 45 segundos con la ayuda de una batidora y temporizador.

Terminado el proceso de triturado, la muestra se deposita en botes de plástico identificados, se les añade una pequeña cantidad de enzimas pectolíticos para facilitar la sedimentación de los sólidos y cuando se tienen preparados cuatro botes, se les somete a un calentamiento en microondas de 800 vatios durante dos minutos y a continuación se procede a realizar un centrifugado, el cual también debe ser homogéneo para todas las muestras, en este caso la centrifuga trabajará a 5000 rpm durante 10 minutos. A continuación, cuando se han separado fase líquida de la fase sólida, se procede a pipetear el sobrenadante a un tubo de ensayo, los cuales son, de nuevo, centrifugados en las mismas condiciones y de este modo evitar cualquier partícula sólida en la muestra, para a partir de ahí poder llevar a cabo las determinaciones de los parámetros analíticos

Determinación de azúcares (refractometría)

Se realiza con la ayuda de un refractómetro, en el cual se obtiene una lectura de grados Brix, que expresan los gramos de sacarosa que existen por cada 100 gramos de disolución. La determinación de azúcares sirve como referencia para conocer el grado de madurez de la uva para establecer el momento óptimo de la vendimia, dado que, mediante tablas de conversión ya establecidas, se puede determinar el grado alcohólico probable del mosto procedente de esa muestra.

Determinación de la acidez total (expresada como ácido tartárico)

Con el empleo de un potenciómetro se determina la neutralización a pH 7 de cada muestra de mosto, mediante la adición de NaOH 0.1 M. La preparación previa a la determinación, es tomar 10 mL de muestra y añadiendo agua destilada. Esta cantidad de agua destilada no afecta a la valoración de la acidez, por tanto la cantidad de agua destilada empleada para la determinación es aproximada y la necesaria para sumergir la sonda del potenciómetro con la finalidad de que no pueda obstruirse debido a la agitación que se produce. El valor de la acidez total será el volumen en mililitros de NaOH 0.1 M consumidos en la valoración multiplicado por el factor 0.75.

Determinación del pH

Se realiza con la ayuda de un pH-metro, previamente calibrado con tampones químicos, por inmersión directa de la sonda en la muestra de mosto.

Determinación de las características cromáticas (intensidad de color y tonalidad)

Se realiza mediante un espectrofotómetro modelo UV-4, de la marca ATI-Unicam, el cual tiene que operar en un rango del espectro visible (400-700 nm) para determinar las absorbancias a 420, 520 y 620 nm. Para este caso se emplea una cubeta de 1 mm de paso óptico y el valor de la intensidad de color es la suma de las tres absorbancias (420, 520 y 620 nm) y el valor del tono es el cociente entre la absorbancia a 420 y 520 nm.

Determinación de Antocianos, método de Puissant-León, Blouin (1992)

Se realiza midiendo la absorbancia a 520 nm de una muestra acidificada con ácido clorhídrico al 1%. Para ello se toma 1 mL de la muestra, a la cual se le adicionan 10 mL de ácido clorhídrico al 1%, por tanto la dilución empleada será 1/11 en lugar de una dilución 1/100 como aconseja el método y por tanto habrá que emplear factores de dilución, pero de esta forma se facilita la preparación a la hora de dispensar los volúmenes. Por tanto el resultado de la concentración de Antocianos (mg/L) es el resultado de multiplicar el resultado de la absorbancia a 52 nm por 110 (factor dilución) y por 22.76 (factor de corrección para Antocianos)

Determinación de Índice de Polifenoles Totales

Esta determinación se realiza con una disolución idéntica al caso anterior, por lo que se procede a reutilizar la preparación realizada para la determinación de Antocianos, explicada anteriormente y midiendo la absorbancia en el rango del ultravioleta, concretamente a 280 nm. A continuación el resultado de la espectrofotometría es multiplicada por el factor de dilución 110 como se ha explicado en el apartado anterior.

Estas visitas a campo, y por tanto, el final del control de maduración, cesó para cada muestra en el momento en el que se decide proceder a realizar la vendimia, siendo este momento determinado a criterio del personal del Instituto en base a parámetros como Grados Brix y Acidez total y madurez fonólica, además de tener en cuenta otros criterios como son los climatológicos y la disponibilidad de mano de obra.

4.2 Vendimia y vinificación

Una vez determinado el momento de vendimia para cada muestra, esta se lleva a cabo de forma individualizada, recogiendo en bolsas de plástico para cada cepa y transportadas en cajas de plástico de 15 kg a la bodega. Una vez en la bodega se procedía a pesar la producción obtenida en cada cepa y realizar un conteo de los racimos de cada cepa para poder determinar la producción, así como el peso por racimo de cada muestra estudiada.

Una vez hecho el recuento y pesado de cada cepa, en cada variedad, se procede al procesado de la uva. El primer paso es la etapa de despalillado y estrujado, con la finalidad de eliminar el raspón de la uva, evitando de esta manera la aparición de sabores herbáceos y vegetales en el vino. Para ello la uva es depositada en la tolva de una despalilladora/estrujadora (Figura 4), la cual separa el raspón de la uva, recogiendo la uva estrujada y el mosto resultante en un cuévano. Este proceso se lleva a cabo 2 o 3 veces para asegurar un estrujado total de la uva y de este modo facilitar la maceración que se llevará a cabo a continuación.



Figura 4. Despalilladora/Estrujadora.

Este mosto junto con los hollejos y pepitas se introducen en un lecheras de acero inoxidable de 10, 30 o 50 litros, dependiendo del volumen de la muestra y se añadieron 10 gramos de $K_2S_2O_5$ por cada 100 kg ya que este posee un rendimiento del 50% en anhídrido sulfuroso, además de 20 g por hectolitro de levaduras del género *Saccharomyces cerevisiae* y 40 g por hectolitro de Pro Tanin R (Taninos proantocianídicos, los cuales limitan los riesgos de que las proteínas reaccionen con la materia colorante y puedan precipitar). Una vez se han añadido todos los aditivos, se procede a tapar ligeramente la lechera para que se lleve a cabo la maceración junto con la fermentación, la cual se lleva a cabo a temperatura ambiente (20 °C) durante una semana, en la cual se realizan bazuqueos diarios del sombrero de hollejos que se forma en la parte superior debido al empuje que provoca el gas carbónico desprendido, de este modo se mejora la extracción de compuestos por parte del vino, además de oxigenar el medio y evitar su acetificación.

Una vez transcurrido este tiempo, se procede a realizar el prensado de la muestra mediante una prensa vertical de membrana (Figura 5) con capacidad para 25 Kg, de este modo se consigue separar el vino de las partes solidas (hollejo y pepitas principalmente) y es introducido en garrafas las cuales son cerradas con una bolsa para que puedan liberar los excesos de gases que se sigan produciendo. Las garrafas permanecerán a temperatura ambiente durante 20-30 días aproximadamente.



Figura 5. Prensa vertical de membrana.

Cuando la fermentación ha concluido, se realiza una inoculación de bacterias lácticas, especie *Oenococcus oeni*, para que se lleve a cabo la fermentación maloláctica. Para que esta fermentación se lleve a cabo se necesitan temperaturas entorno a los 20 °C de y debido a que la temperatura ambiental ya ha bajado, las garrafas son trasladadas a una sala climatizada.

Por último, una vez transcurrido 4 semanas, para asegurar que la fermentación maloláctica ha finalizado, se realizaron determinaciones sobre el vino ya terminado.

Determinaciones mediante un analizador de infrarrojos por transformadas de Fourier

La Figura 6 muestra el analizador de Fourier, calibrado con muestras propias del Instituto previamente analizadas por los Métodos Oficiales de análisis UE (1981). Las determinaciones analíticas realizadas fueron: Alcohol, Acidez total, Acidez volátil, pH, ácido málico y glicerol. Para ello se centrifugó la muestra y de ella se tomaron 10 mL que fueron introducidos en el analizador de infrarrojos para, después de realizar el espectro, obtener el valor correspondiente. Periódicamente se realizan mediciones con hipoclorito sódico y con agua para limpiar el aparato.



Figura 6. Equipo de infrarrojos.

5. Resultados y discusión.

5.1 Materia prima.

Los valores medios de producción (Kg/cepa) y peso medio de los racimos (Kg) se obtuvieron en la recepción de la vendimia en la bodega, realizándose estas mediciones de forma individual para cada cepa de cada muestra estudiada. El cálculo del peso medio por racimo consiste en dividir la producción de cada cepa entre el número de racimos que presenta dicha cepa.

En la Tabla 1 se muestran los valores medios de producción, así como los valores del peso medio de racimos obtenidos, junto con sus respectivas desviaciones estándar de cada una de las muestras de la variedad tempranillo

Existen diferencias significativas tanto para los valores de producción como para los valores del peso medio por racimo entre las muestras testigos y las muestras con el tratamiento de poda tardía, siendo los testigos mucho más productivos que las muestras con el tratamiento poda tardía. Estos valores coinciden con los estudios realizados por Buesa et al. (2017) en los que observaban que la producción con un tratamiento de poda tardía disminuía la producción entre un 10 y un 15%.

Tabla 1. Valores medios (kg/cepa) y Peso medio racimo (Kg) en cepas de variedad Tempranillo para diferentes tratamientos.

	VR05	T31	T 140	T 110	T 161
Producción (Kg)	1,68 ± 1,30 a	0,97 ± 0,80 ab	1,37 ± 0,45 a	0,61 ± 0,37 b	0,71 ± 0,30 b
Peso medio racimos (Kg)	0,12 ± 0,05 a	0,14 ± 0,06 a	0,12 ± 0,03 a	0,08 ± 0,03 b	0,08 ± 0,02 b

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas al 95%. Muestras Testigos (VR5, T31 y T140) y muestras con tratamiento de poda tardía (T110 y T161-49).

En la Tabla 2 se muestran los valores medios de producción, así como los valores del peso medio de racimos obtenidos en cada una de las muestras de la variedad Bobal.

Como se observa en la tabla se han encontrado diferencias significativas tanto para los valores de producción como para los valores del peso medio por racimo entre las muestras testigos y las muestras con el tratamiento de poda tardía, siendo los testigos más productivos que las muestras con el tratamiento poda tardía, coincidiendo de nuevo con los estudios realizados por Buesa et al. (2017).

Tabla 2. Valores medios (kg/cepa) y Peso medio racimo (Kg) en cepas de variedad Bobal para diferentes tratamientos.

	VR 07	T 02	B 140 Ru	B 110 R	B 161-49
Producción (Kg)	1,44 ± 0,94 a	1,24 ± 0,88 a	0,91 ± 0,57 ab	1,10 ± 0,45 ab	0,57 ± 0,42 b
Peso medio racimos (Kg)	0,17 ± 0,06 a	0,16 ± 0,07 a	0,07 ± 0,04 b	0,10 ± 0,03 b	0,06 ± 0,03 b

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas al 95%. Muestras Testigos (VR7 y T02) y muestras con tratamiento de poda tardía (B140, B110 y B161-49).

Los valores medios de producción, así como los valores del peso medio de racimos obtenidos, en la variedad Garnacha, se pueden observar en la Tabla 3.

En cuanto a los valores de producción, existen diferencias significativas entre todas las muestras con respecto a la muestra VR6, siendo esta superior al resto. También hay que comentar que, aunque no sea estadísticamente significativo, la muestra testigo (T08) presenta valores más elevados que las muestras con el tratamiento de poda tardía.

Respecto a los valores de peso medio por racimo, el efecto es semejante a la producción, la muestra testigo VR6 presenta valores significativamente más elevados que el resto de muestras. Por lo que, nuevamente se pone de manifiesto lo estudiado por Buesa et al. (2017), en los que estudiaban que la producción disminuía entre un 10 y 15% al realizar una poda tardía.

Tabla 3. Valores medios (kg/cepa) y Peso medio racimo (Kg) en cepas de variedad Garnacha para diferentes tratamientos.

	VR 06	T08	G 140 Ru	G 110 R	G 161-49
Producción (Kg)	1,97 ± 1,06 a	1,17 ± 0,74 b	0,99 ± 0,46 b	1,14 ± 0,94 b	0,82 ± 0,33 b
Peso medio racimos (Kg)	0,14 ± 0,03 a	0,10 ± 0,04 bc	0,09 ± 0,02 c	0,12 ± 0,05 ab	0,09 ± 0,03 bc

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas al 95%. Muestras Testigos (VR6 y T08) y muestras con tratamiento de poda tardía (G140, G110 y G161-49).

5.2 Índices de madurez

En este apartado se muestran los resultados de los parámetros estudiados para determinar el índice de madurez. Se pretende averiguar si existen diferencias en cada uno de los parámetros entre las distintas muestras estudiadas en el momento de la vendimia, la cual se ha realizado cuando se ha determinado el momento óptimo para cada muestra.

Para el caso de °Brix, en la Tabla 4, se muestran las medias en cada una de las muestras de la variedad Tempranillo en el momento de la vendimia.

Se han encontrado diferencias significativas entre prácticamente todas las muestras, siendo las muestras con el tratamiento de poda tardía las que alcanzan valores superiores en concentraciones de azúcares.

Además, como se muestra en la Figura 7, se puede observar que la evolución de la concentración de azúcares en las bayas es similar en todas las muestras, desde el momento de inicio del seguimiento hasta el momento de la vendimia, siendo este el mismo para todas las muestras, estos resultados no coinciden con el estudio realizado por García de Cortázar-Atauri et al. (2017) donde observaban que, para una misma concentración de °Brix, la fecha de vendimia se retrasaba en una semana si se había realizado una poda tardía.

Tabla 4. Valores medios de °Brix para las muestras de la variedad Tempranillo en el momento de la vendimia.

	VR05	T31	T 140	T 110	T 161
°Brix	23,53 ± 0,06 a	23,41 ± 0,07 b	23,7 ± 0,00 c	23,93 ± 0,06 d	23,7 ± 0,00 c

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas al 95%. Muestras Testigos (VR5, T31 y T140) y muestras con tratamiento de poda tardía (T110 y T161-49).

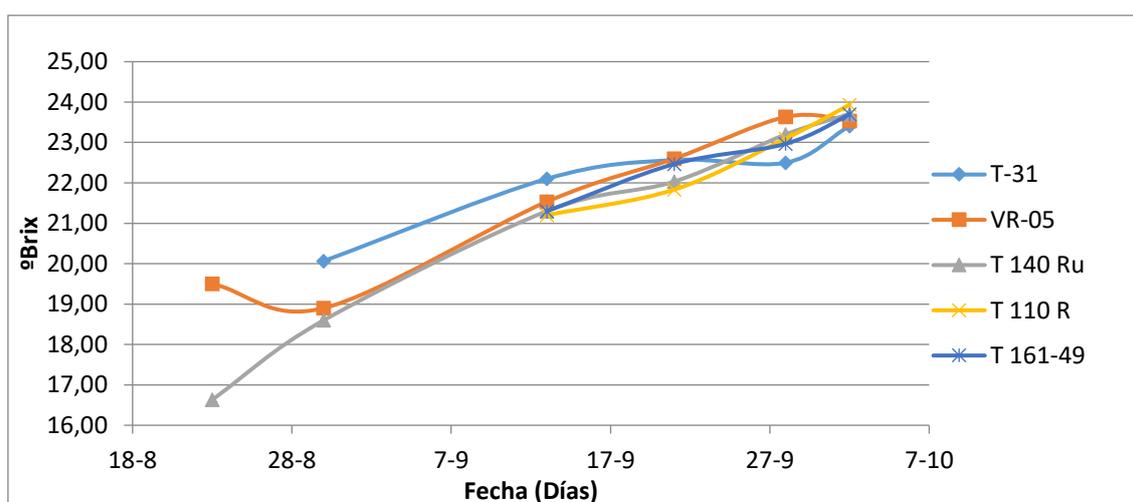


Figura 7. Evolución del °Brix en las muestras de la variedad Tempranillo.

En la Tabla 5 se pueden observar las medias en cada una de las muestras de la variedad Bobal, así como sus respectivas desviaciones estándar de los valores alcanzados de °Brix en el momento de la vendimia.

Se aprecia que existen diferencias significativas entre todas las muestras, siendo la muestra Testigo VR7 la que mayor concentración de azúcares alcanza, seguida de la otra muestra Testigo T02. Entre las muestras del tratamiento poda tardía, destaca la muestra con el portainjerto 140 Ru el cual alcanza valores próximos a las muestras testigos, posiblemente debido al efecto del portainjerto, pues es el que más adelante provoca sobre la planta.

Tabla 5. Valores medios de °Brix para las muestras de la variedad Bobal en el momento de la vendimia

	VR 07	T 02	B 140 Ru	B 110 R	B 161-49
°Brix	24,00 ± 0,00 a	23,00 ± 0,00 b	22,70 ± 0,00 c	20,84 ± 0,06 d	20,17 ± 0,06 e

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas al 95%. Muestras Testigos (VR7 y T02) y muestras con tratamiento de poda tardía (B140, B110 y B161-49).

Además, como se muestra en la Figura 8, se puede observar en la evolución de concentración de azúcares durante todo el proceso de maduración, las muestras testigos junto con la muestra con tratamiento de poda tardía B140 Ru presentan valores más elevados que las muestras con el tratamiento de poda tardía B110R y B161-49, desde el inicio del seguimiento hasta el momento de vendimia, siendo este el mismo para todas las muestras.

También hay que comentar que, viendo la evolución de las muestras con poda tardía, B110R y B161-49, se confirma que estas no hubiesen alcanzado los valores de °Brix de las muestras Testigo y B140 Ru aunque hubiesen permanecido más tiempo sin vendimiarse.

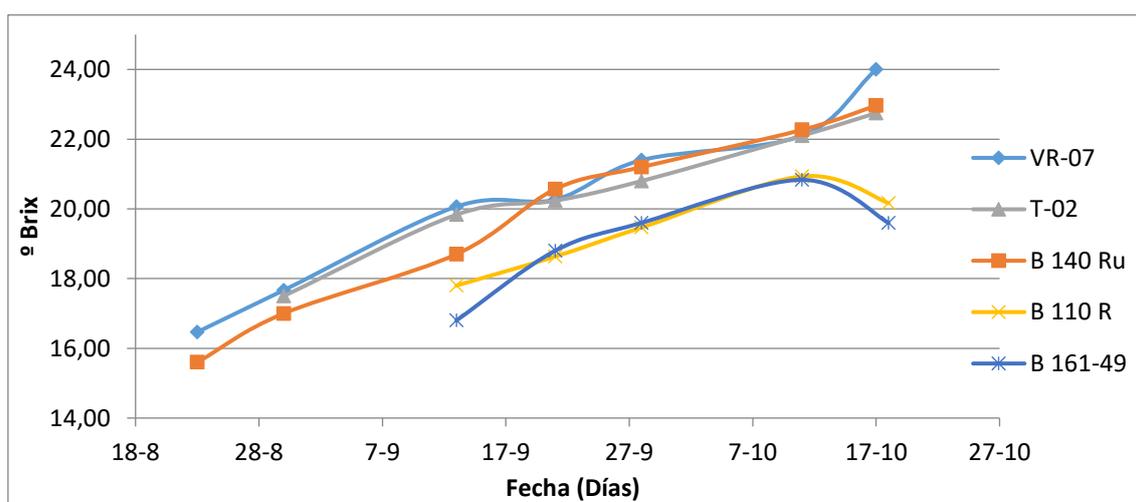


Figura 8. Evolución del °Brix en las muestras de la variedad Bobal.

En la Tabla 6 se pueden ver las medias de los valores de °Brix en las muestras de la variedad Garnacha, alcanzados en el momento de la vendimia.

Existen diferencias significativas entre todos los grupos de muestras, siendo las dos muestras Testigos las que alcanzan mayor concentración de azúcares.

Tabla 6. Valores medios de °Brix para las muestras de la variedad Garnacha en el momento de la vendimia.

	VR 06	T08	G 140 Ru	G 110 R	G 161-49
°Brix	24,40 ± 0,00 a	25,00 ± 0,00 b	22,03 ± 0,12 c	21,87 ± 0,06 d	20,33 ± 0,12 e

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas al 95%. Muestras Testigos (VR6 y T08) y muestras con tratamiento de poda tardía (G140, G110 y G161-49).

Si se observa la evolución de la concentración de azúcares en las diferentes muestras (Figura 9), se observa que, durante todo el proceso de maduración las muestras Testigos poseen mayor cantidad de azúcares que el grupo de muestras con el tratamiento de poda tardía, los cuales se vendimiaron 15 días más tarde que las muestras testigos para intentar alcanzar una madurez similar a los Testigos, obteniendo como resultado una disminución de la concentración de azúcares en los últimos días del seguimiento.

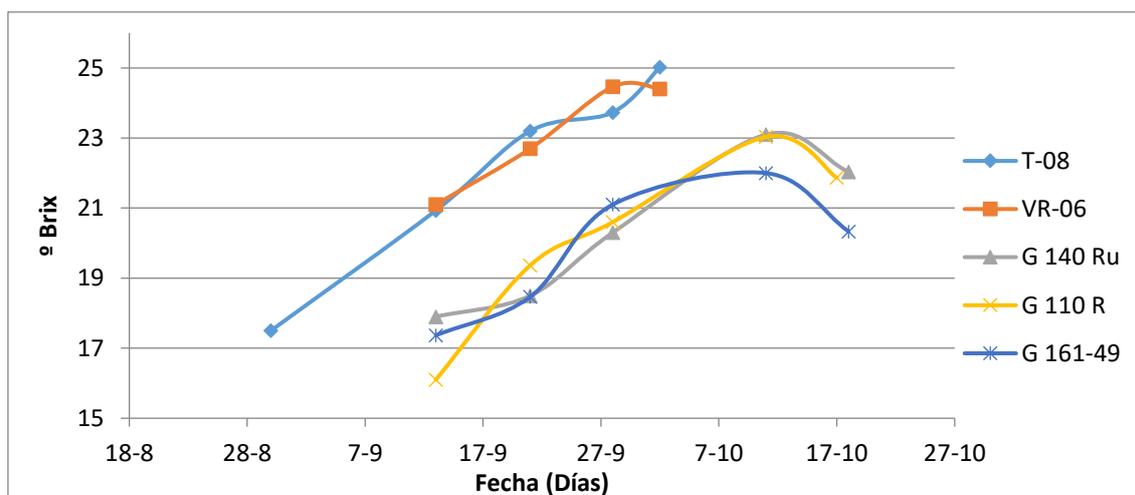


Figura 9. Evolución del °Brix en las muestras de la variedad Garnacha.

Para el caso de Acidez Total y pH, en la Tabla 7, se muestran las medias en cada una de las muestras de la variedad Tempranillo, así como sus respectivas desviaciones estándar en el momento de la vendimia.

En cuanto a los valores de pH, existen diferencias significativas entre los dos grupos de muestras, siendo los valores obtenidos en las muestras Testigos superiores a los obtenidos en las muestras con tratamiento de poda tardía.

Por otra parte, en los resultados obtenidos para la acidez total, se observan diferencias significativas entre todas las muestras, siendo las muestras con tratamiento poda tardía los que presentan mayor acidez total.

Tabla 7. Valores medios de pH y Acidez Total para las muestras de la variedad Tempranillo en el momento de la vendimia

	VR05	T31	T 140	T 110	T 161
pH	3,85 ± 0,01 a	3,82 ± 0,01 a	3,83 ± 0,01 a	3,69 ± 0,01 b	3,73 ± 0,01 b
Ac.Total (g/L) Ac.tartárico	5,10 ± 0,00 a	4,67 ± 0,00 b	3,69 ± 0,00 c	5,40 ± 0,02 d	5,63 ± 0,02 e

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas al 95%. Muestras Testigos (VR5, T31 y T140) y muestras con tratamiento de poda tardía (T110 y T161-49).

Respecto a la acidez total y al pH, Figuras 10 y 11, respectivamente, se puede ver que las muestras Testigo evolucionan de forma diferenciada con respecto a las muestras de poda tardía en el momento final de la vendimia.

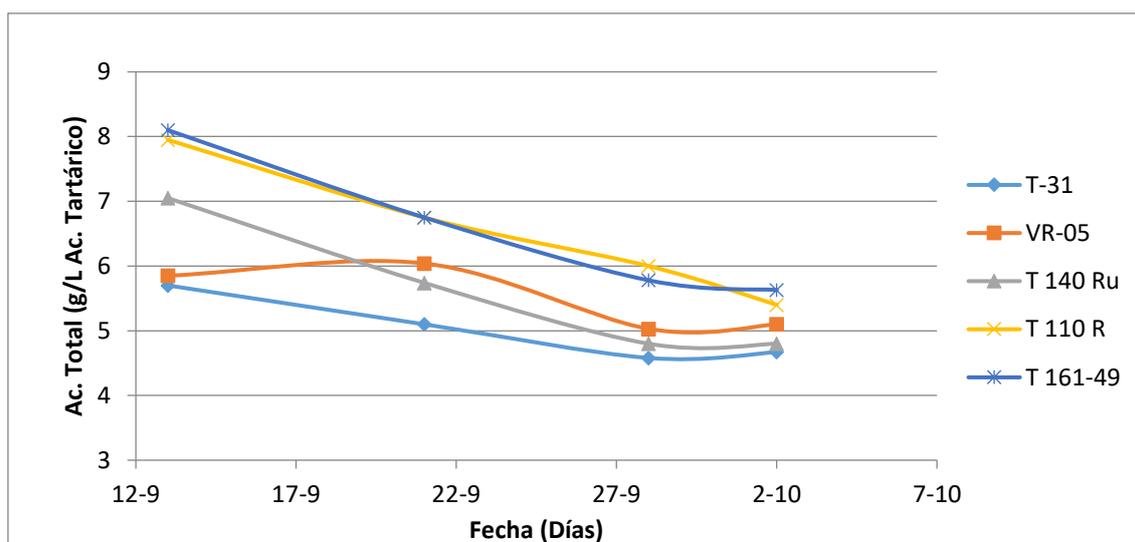


Figura 10. Evolución de la Acidez Total en las muestras de la variedad Tempranillo

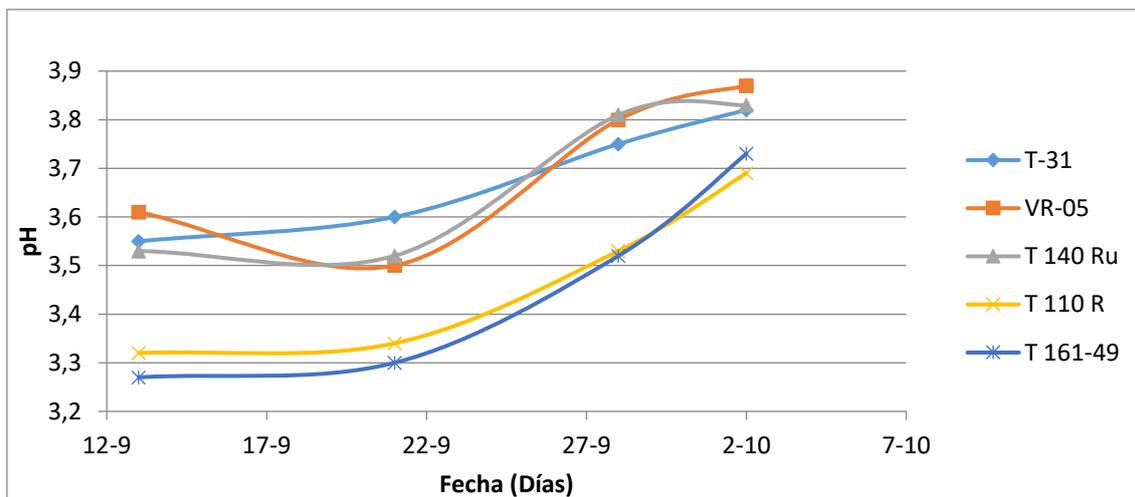


Figura 11. Evolución del pH en las muestras de la variedad Tempranillo

Las medias de los valores obtenidos de pH y acidez total en las muestras de la variedad Bobal en el momento de la vendimia, se muestran en la Tabla 8.

En cuanto a los valores de pH, existen diferencias significativas, siendo los valores obtenidos en las muestras Testigo, junto con la muestra Bobal 140 Ru los que presentan valores más elevados para el pH, debido posiblemente al adelanto que este portainjerto produce en la planta.

De igual manera y relacionado con el pH, existen diferencias significativas entre las diferentes muestras en cuanto a los valores obtenidos para la acidez total, en los que el grupo Testigo junto con la muestra con tratamiento de poda tardía Bobal 140 Ru obtienen valores inferiores a las demás muestras con tratamiento de poda tardía.

Tabla 8. Valores medios de pH y Acidez Total para las muestras de la variedad Bobal en el momento de la vendimia.

	VR 07	T 02	B 140 Ru	B 110 R	B 161-49
pH	3,61 ± 0,02 a	3,63 ± 0,00 a	3,63 ± 0,01 a	3,42 ± 0,01 b	3,45 ± 0,01 b
Ac.Total (g/L)	5,33 ± 0,00 a	4,79 ± 0,01 b	4,95 ± 0,00 c	6,30 ± 0,00 d	5,93 ± 0,00 e
Ac.tartárico					

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas al 95%. Muestras Testigos (VR7 y T02) y muestras con tratamiento de poda tardía (B140, B110 y B161-49).

Observando la evolución tanto de pH como de Acidez Total, Figuras 12 y 13, se puede apreciar cómo evolucionan por un lado las muestras Testigo junto con la muestra con tratamiento de poda tardía B140 Ru y las muestras con tratamiento poda tardía B110 R y B161-49.

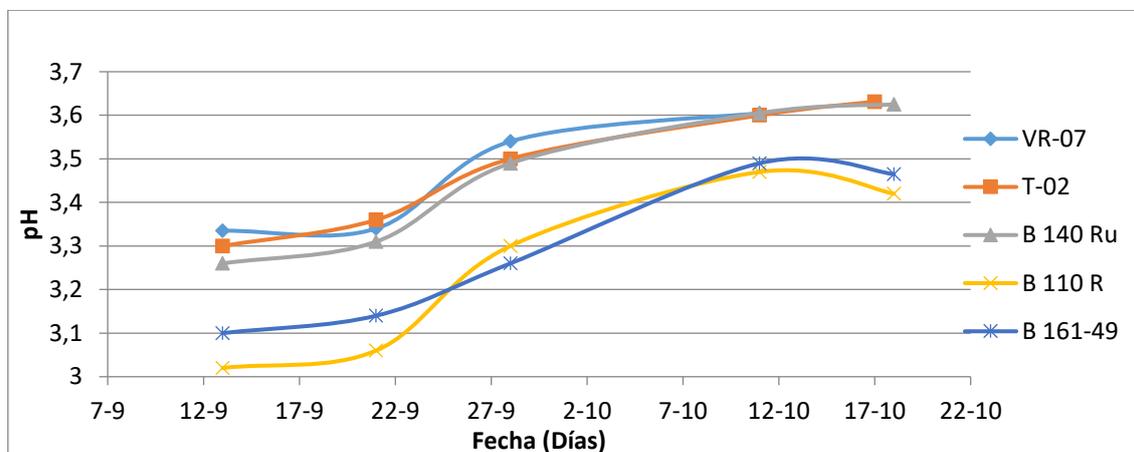


Figura 12. Evolución del pH en las muestras de la variedad Bobal.

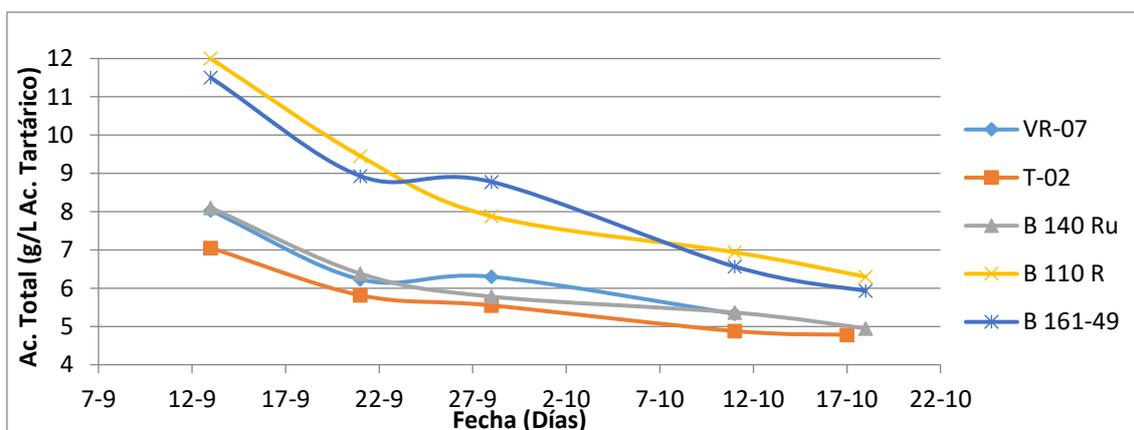


Figura 13. Evolución de la Acidez Total en las muestras de la variedad Bobal.

En referencia a la variedad Garnacha, se muestran en la Tabla 9, las medias en cada una de las muestras, de los valores alcanzados de pH y acidez total en el momento de la vendimia.

En cuanto a los valores de Acidez total se puede apreciar que existen diferencias significativas entre los testigos, junto con la muestra 140 Ru, con respecto al resto de muestras con tratamiento de poda tardía, siendo en estas últimas más elevada. Este efecto puede ser debido nuevamente, al efecto que el portainjerto 140 Ru produce en el adelanto en la planta de igual forma que ocurre con la variedad Bobal

Respecto a los valores de pH existen diferencias significativas entre todas las muestras estudiadas, aunque es posible apreciar que las muestras Testigo poseen valores más elevados de pH que las muestras del tratamiento de poda tardía.

Tabla 9. Valores medios de pH y Acidez Total para las muestras de la variedad Garnacha en el momento de la vendimia

	VR 06	T08	G 140 Ru	G 110 R	G 161-49
pH	3,60 ± 0,00 a	3,51 ± 0,00 b	3,38 ± 0,01 c	3,31 ± 0,00 d	3,20 ± 0,00 e
Ac.Total (g/L) Ac.Tartárico	6,08 ± 0,00 a	5,57 ± 0,02 b	5,56 ± 0,01 b	6,90 ± 0,00 c	7,35 ± 0,00 d

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas al 95%. Muestras Testigos (VR6 y T08) y muestras con tratamiento de poda tardía (G140, G110 y G161-49).

La evolución de los valores de pH y Acidez total, Figuras 14 y 15 respectivamente, muestran como las uvas procedentes de los testigos y las uvas procedentes de poda tardía evolucionan de forma separada, siendo estas últimas vendimiadas 15 días más tarde para tratar de alcanzar la madurez óptima.

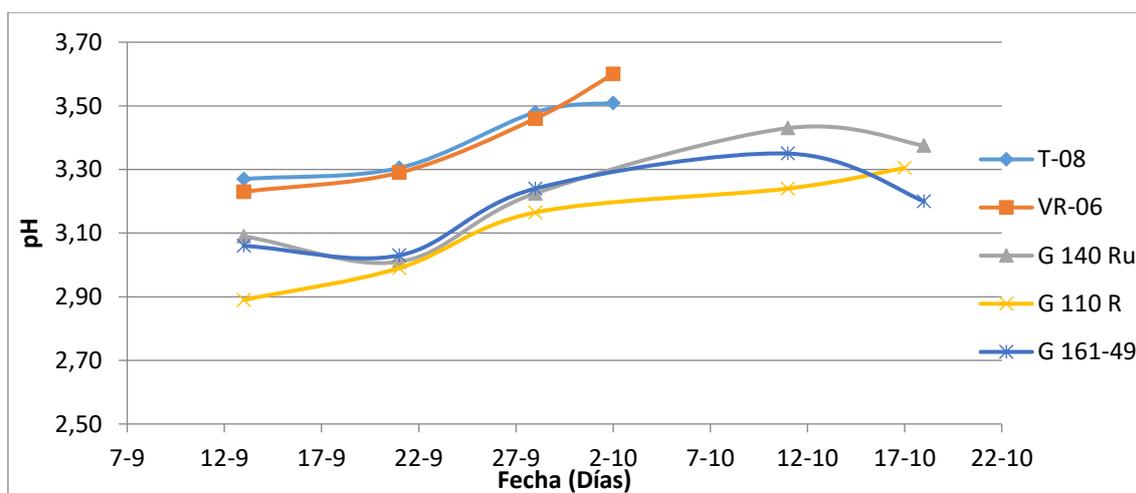


Figura 14. Evolución del pH en las muestras de la variedad Garnacha.

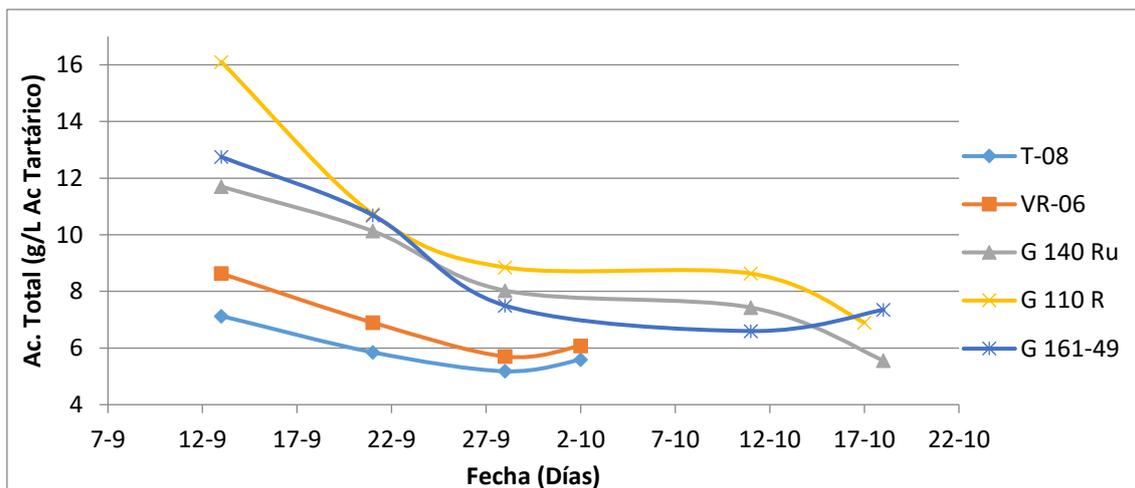


Figura 15. Evolución de la Acidez Total en las muestras de la variedad Garnacha.

En el caso de Índice Total de Polifenoles (IPT) y Antocianos, en la Tabla 10, se muestran las medias en cada una de las muestras de la variedad Tempranillo, así como sus respectivas desviaciones estándar en el momento de la vendimia.

En cuanto al IPT existen diferencias significativas entre todas las muestras estudiadas, a excepción de en las muestras con el tratamiento de poda tardía T110 R y T161-49 las cuales son las que poseen los valores más elevados.

Para el caso de la concentración de antocianos, existen diferencias significativas entre todas las muestras estudiadas, siendo las tres muestras con el tratamiento de poda tardía las que mayor concentración de Antocianos poseen.

Tabla 10. Valores medios de IPT y Antocianos para las muestras de la variedad Tempranillo en el momento de la vendimia.

	VR05	T31	T 140	T 110	T 161
IPT	108,37 ± 0,57 a	83,40 ± 0,41 b	90,16 ± 0,14 c	119,23 ± 1,56 d	117,89 ± 0,00 d
Antocianos (mg/L)	1088 ± 4,78 a	920,32 ± 5,67 b	1144,27 ± 3,01 c	1221,01 ± 4,25 d	1281,84 ± 0,00 e

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas al 95%. Muestras Testigos (VR5, T31 y T140) y muestras con tratamiento de poda tardía (T110 y T161-49).

Si se analiza la gráfica de evolución de IPT y Antocianos durante el control de maduración, Figuras 16 y 17 respectivamente, se aprecia como en prácticamente ningún momento del control, ninguna muestra sigue la misma tendencia que el resto, si bien es cierto que se aprecia que las muestras de uvas con el tratamiento de poda tardía alcanzan valores más elevados que las muestras de uvas Testigo. Este aumento en el IPT y en la concentración de Antocianos con relación a los testigos está relacionado con la disminución en la producción que se produjo en estas muestras. Estos resultados coinciden con los estudios realizados por Buesa et al (2017) en

los que observaban que se producía un aumento del valor de IPT debido al descenso de la producción, en mostos provenientes de cepas en las que se les había aplicado una poda tardía.

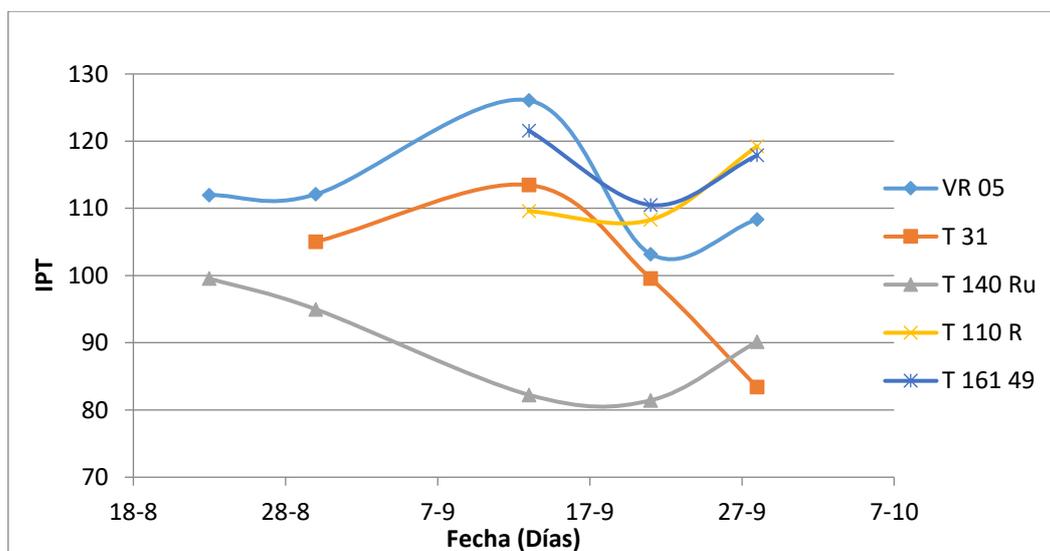


Figura 16. Evolución del IPT en las muestras de la variedad Tempranillo.

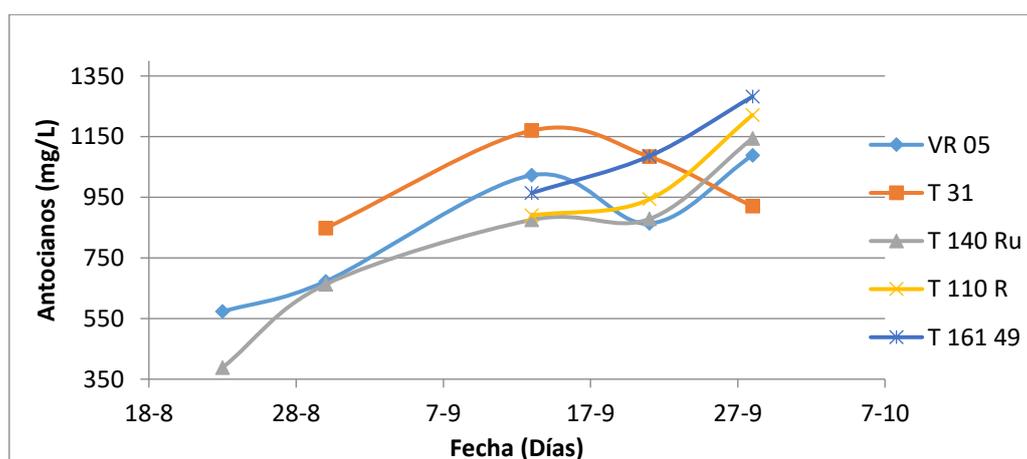


Figura 17. Evolución de Antocianos en las muestras de la variedad Tempranillo.

Los valores obtenidos de IPT y Antocianos en el momento de la vendimia en la variedad Bobal, se muestran en la Tabla 11. En el caso del IPT, existen diferencias significativas entre la muestra Testigo VR07 con respecto a las muestras Testigo T02 y B140 Ru y a su vez estas con las muestras B110 R y B161-49. Siendo las primeras las que poseen mayor cantidad de polifenoles totales y estas últimas las que menos concentración poseen. Estos resultados ponen de nuevo de manifiesto, al igual que ocurría para el caso de ^oBrix o de Acidez Total, que el portainjerto 140 Ru provoca un adelanto en la planta, llegándola a equiparar en madurez fenólica con las muestras Testigo.

En cuanto a los valores de Antocianos, existen diferencias significativas nuevamente entre la muestra Testigo VR07, siendo esta la que más concentración posee y el resto de muestras, las cuales poseen menor cantidad, destacando la muestra B110R la cual es la que menor cantidad presenta.

Tabla 11. Valores medios de IPT y Antocianos para las muestras de la variedad Bobal en el momento de la vendimia.

	VR 07	T 02	B 140 Ru	B 110 R	B 161 49
IPT	93,78 ± 0,54 a	72,19 ± 0,02 b	72,01 ± 0,23 b	81,54 ± 0,57 c	95,89 ± 0,20 c
Antocianos (mg/L)	1029,86 ± 5,49 a	956,00 ± 0,18 b	958,75 ± 4,01 b	864,87 ± 5,84 c	957,88 ± 1,06 b

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas al 95%. Muestras Testigos (VR7 y T02) y muestras con tratamiento de poda tardía (B140, B110 y B161-49).

En las gráficas de evolución de Antocianos e IPT durante el control de maduración, Figuras 18 y 19 respectivamente.

Si se observa la evolución de los Antocianos, se puede apreciar como en todo el momento del seguimiento, las muestras B110 R y B161-49 han ido con retraso con respecto a las muestras Testigo y la muestra con tratamiento de poda tardía Bobal 140 Ru, aunque en los últimos momentos en dichas muestras, se produce un aumento pronunciado en el nivel de Antocianos, lo que nos hace indicar que, posiblemente de haber dejado madurar las bayas durante un poco más de tiempo, hasta alcanzar el nivel de °Brix de estas últimas, estas podrían haber alcanzado valores ligeramente superiores en la concentración de Antocianos a las muestras Testigo y Bobal 140 Ru y por tanto, que volviese a existir una relación directa entre una bajada de producción con un aumento en el nivel de Antocianos, de acuerdo a lo estudiado por Buesa et al (2017).

Respecto a la evolución de IPT se aprecia como este desarrollo es un tanto irregular y por tanto no se pueden extraer conclusiones firmes sobre su evolución en un hipotético retraso en la fecha de vendimia.

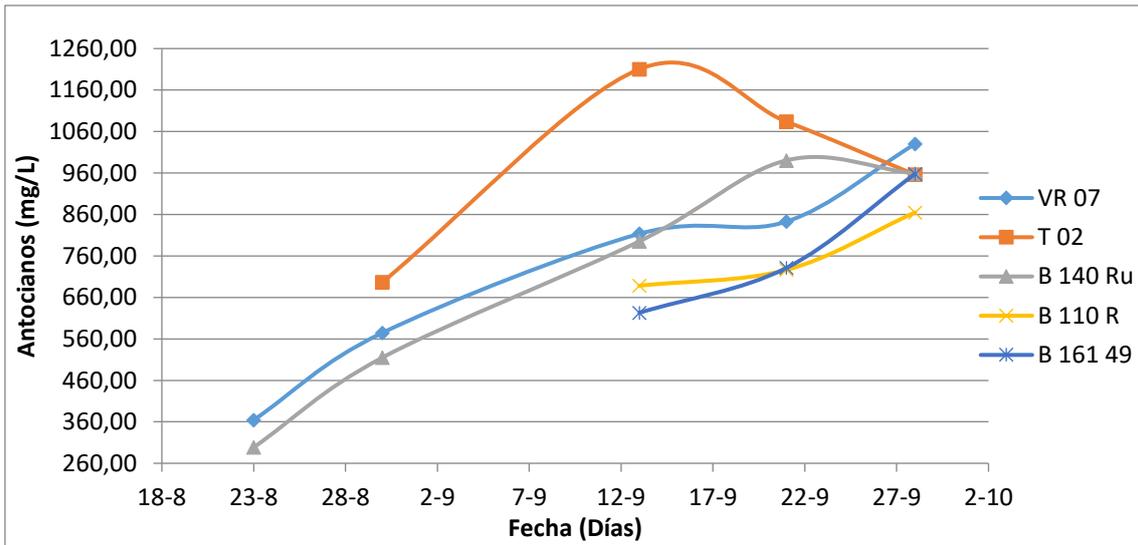


Figura 18. Evolución Antocianos en las muestras de la variedad Bobal.

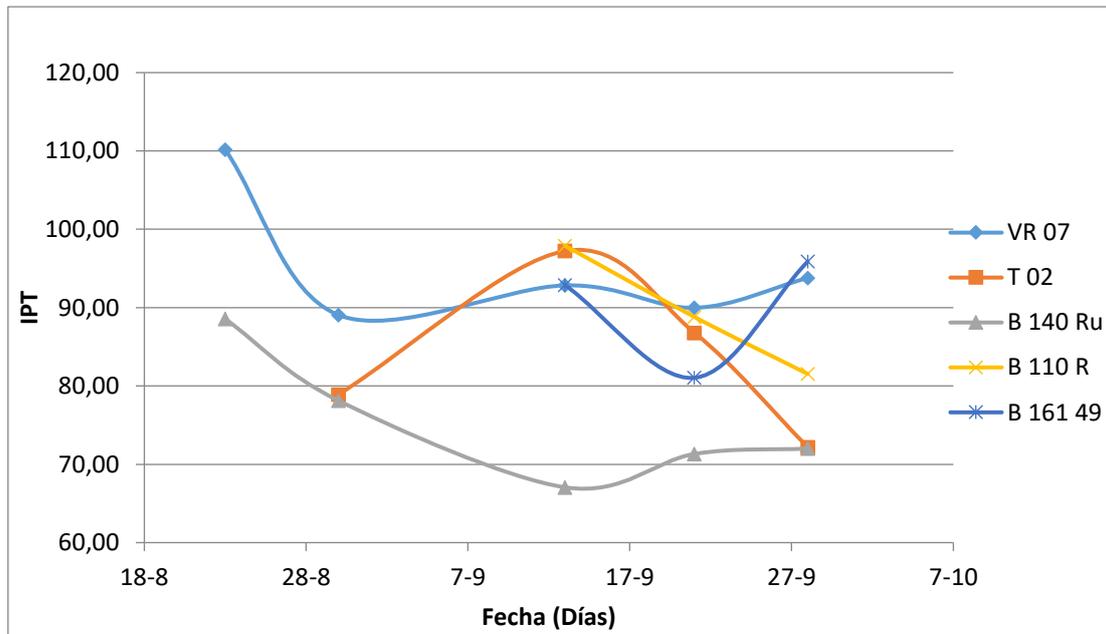


Figura 19. Evolución del IPT en las muestras de la variedad Bobal

En la Tabla 12, se muestran las medias de IPT y de concentración de Antocianos en cada una de las muestras de la variedad Garnacha, así como sus respectivas desviaciones estándar en el momento de la vendimia.

En referencia a los valores del IPT existen diferencias significativas entre la totalidad de muestras, destacando que los valores más elevados se presentan en la muestra con tratamiento de poda tardía Garnacha 161-49, seguida de las muestras Testigos.

La causa de que la muestra que mayor valor de IPT sea la Garnacha 161-49 es posiblemente debido a que es la muestra que menor producción ha dado de todas las muestras, por el contrario, esto no sucede para la muestra Garnacha 140 Ru, la cual es la segunda con menos producción pero a su vez es la muestra que menor contenido de IPT posee.

Por otra parte, en la concentración de Antocianos, existen diferencias significativas entre prácticamente todas las muestras, pero destaca que las concentraciones más elevadas se presentan en el grupo testigo.

Tabla 12. Valores medios de IPT y Antocianos para las muestras de la variedad Garnacha en el momento de la vendimia.

	T-08	VR-06	G 140 Ru	G 110 R	G 161-49
IPT	74,59 ± 0,96 a	61,92 ± 0,03 b	53,98 ± 0,78 c	65,67 ± 0,92 d	80,32 ± 1,48 e
Antocianos (mg/L)	502,85 ± 6,55 a	668,71 ± 1,18 b	304,66 ± 6,13 c	339,04 ± 4,92 d	334,52 ± 2,42 d

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas al 95%. Muestras Testigos (VR6 y T08) y muestras con tratamiento de poda tardía (G140, G110 y G161-49).

En la gráfica de evolución en el IPT (Figura 20) se puede apreciar que existe una disminución para todas las muestras en el mismo momento, pero este descenso es mucho más marcado para las muestras con tratamiento poda tardía G140 Ru y G110 R, lo que hace indicar que posiblemente el retraso en la fecha de vendimia para que pudiese alcanzar la madurez tecnológica ha perjudicado al IPT.

En contrapartida se observa como la muestra Garnacha 161-49 sufre un ligero aumento previo al momento de vendimia, lo que indica que el retraso en la fecha de la vendimia ha sido beneficioso para el IPT.

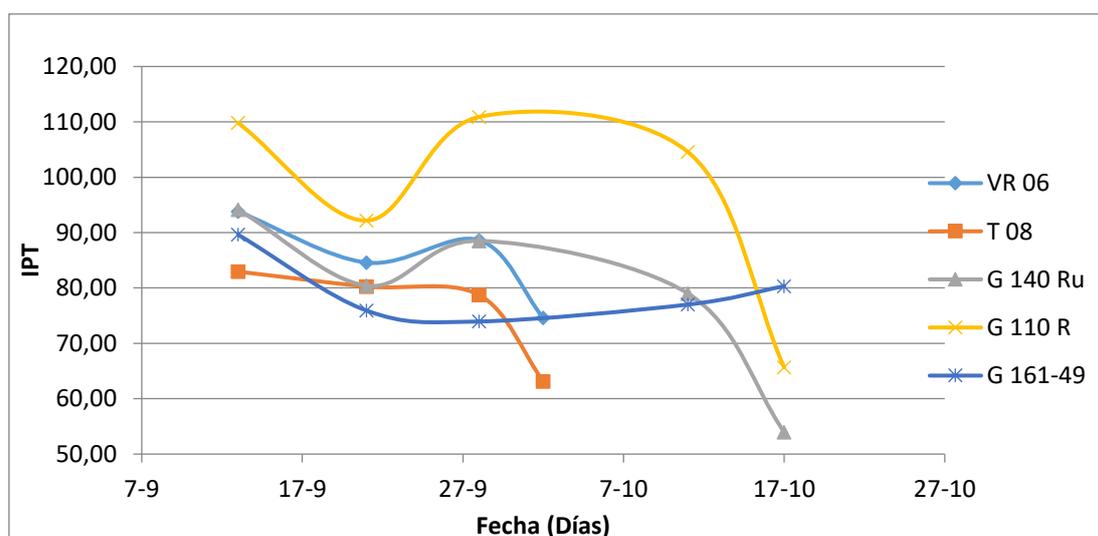


Figura 20. Evolución del IPT en las muestras de la variedad Garnacha.

En la gráfica de evolución de la concentración de Antocianos (Figura 21) se aprecia que existe una disminución en todas las muestras a partir de la misma fecha, lo que hace indicar que la fecha de vendimia se ha producido más tarde de lo que hubiese sido lo idóneo en cuanto a la concentración de Antocianos. Si se observa la evolución hasta el momento en el que empieza a bajar la concentración de Antocianos, puede verse que los valores más elevados se dan en las muestras Testigo.

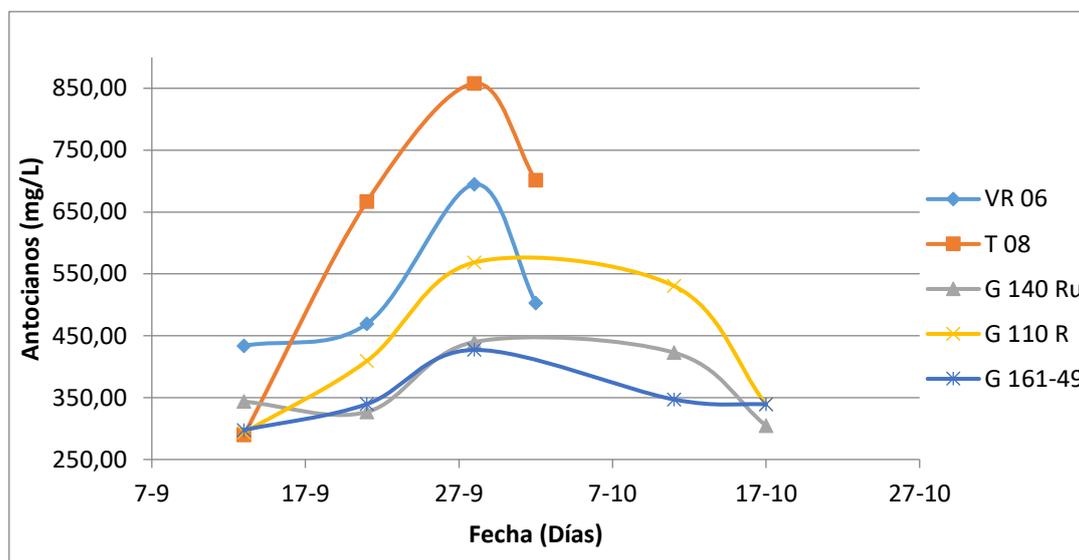


Figura 21. Evolución de Antocianos en las muestras de la variedad Garnacha

5.3 Vinos finales

A continuación se muestran los resultados obtenidos en los vinos una vez ha concluido la fermentación alcohólica y malo láctica. Cabe mencionar que también se analizaron para todas las muestras los valores obtenidos para la Acidez volátil (g/L de ácido acético), pero dado el buen estado sanitario de todos los vinos, en todas las muestras se obtuvieron valores semejantes, normales y sin diferencias significativas, por lo que no se muestran en las tablas.

De igual modo, tampoco se reflejan los resultados de Ácido málico (g/L) puesto que este parámetro solo se determinaba para conocer si las muestras de vino habían terminado de realizar la fermentación maloláctica y por tanto su valor es muy cercano a 0 en todos los casos.

Los valores obtenidos en los vinos de la variedad Tempranillo se muestran en la Tabla 13.

En cuanto al grado alcohólico, existen diferencias significativas entre las muestras, siendo las muestras con tratamiento de poda tardía T110R y T161-49, las que menos grado alcohólico obtienen.

En el caso de los resultados de Acidez Total y pH, existen diferencias significativas prácticamente entre todas las muestras pero destaca especialmente que los valores de pH de la muestra T161-49 es semejante al del vino Testigo VR05.

Por último, la concentración de Glicerol, aun siendo significativamente diferentes entre todas las muestras, es ligeramente superior en las muestras Testigo, excepto en el vino T140. Estos resultados difieren de los obtenidos por Gardener et al (1993) en los que se afirma que un aumento en la cantidad de azúcares provocaba un aumento en la cantidad de glicerol en el vino final.

Tabla 13. Valores medios de los parámetros analizados en los vinos de la variedad Tempranillo.

	VR05	T31	T 140	T 110	T 161
Alcohol (% v/v)	14,50 ± 0,03 a	14,10 ± 0,01 b	14,32 ± 0,01 c	14,00 ± 0,01 d	14,04 ± 0,01 d
Acidez Total (g/L) Ac.Tartárico	5,19 ± 0,01 a	5,27 ± 0,01 b	5,08 ± 0,00 c	6,33 ± 0,00 d	5,12 ± 0,01 e
pH	3,94 ± 0,01 a	4,03 ± 0,00 b	3,99 ± 0,01 c	3,79 ± 0,01 d	3,96 ± 0,01 a
Glicerol (g/L)	10,68 ± 0,11 a	11,06 ± 0,04 b	11,46 ± 0,11 c	10,03 ± 0,01 d	10,45 ± 0,01 e

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas al 95%. Muestras Testigos (VR5, T31 y T140) y muestras con tratamiento de poda tardía (T110 y T161-49).

En la Tabla 14 se muestran los valores medios de los resultados obtenidos en los vinos elaborados a partir de la variedad Bobal.

El grado alcohólico es más elevado en los vinos Testigo junto con los procedentes de poda tardía B140 Ru.

Los valores de Acidez total son significativamente diferentes entre todas las muestras, siendo los más elevados en la muestras Testigos y la muestra B110R, posiblemente debido a algún

problema durante el proceso de fermentación, puesto que los valores difieren con respecto a los obtenidos en los mostos.

En cuanto los valores de pH no existen diferencias significativas entre las muestras de vinos a excepción de la muestra B110R, que posee un pH ligeramente inferior al resto.

Por último, las muestras que poseen más glicerol, son las muestras Testigo junto con la muestra B140, las cuales, además, eran las que tenían mayor concentración de azúcar, por lo que se confirma lo estudiado por Gardener et al (1993).

Tabla 14. Valores medios de los parámetros analizados en los vinos de la variedad Bobal.

	T-02	VR-07	B 140 Ru	B 110 R	B 161-49
Alcohol (% v/v)	14,35 ± 0,04 a	15,06 ± 0,03 a	13,80 ± 0,01 b	12,61 ± 0,04 ab	11,99 ± 0,01 b
Acidez Total (g/L) Ac.Tartárico	7,01 ± 0,05 a	7,62 ± 0,02 b	6,94 ± 0,00 c	7,36 ± 0,03 d	6,45 ± 0,01 e
pH	3,55 ± 0,01 a	3,59 ± 0,01 a	3,57 ± 0,01 a	3,48 ± 0,02 b	3,61 ± 0,03 a
Glicerol (g/L)	10,57 ± 0,13 a	13,13 ± 0,06 b	10,95 ± 0,05 a	8,72 ± 0,26 c	7,85 ± 0,16 d

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas al 95%. Muestras Testigos (VR7 y T02) y muestras con tratamiento de poda tardía (B140, B110 y B161-49).

Con respecto a los resultados de los vinos producidos a partir de la variedad Garnacha, se muestran en la Tabla 15.

Se han encontrado diferencias significativas en el contenido de alcohol entre las muestras Testigo y las muestras con tratamiento de poda tardía, siendo estas últimas las que menor alcohol poseen, debido a que eran las muestras que menos azúcares tenían en sus respectivos mostos.

La acidez total en los vinos Testigo es significativamente inferior a las muestras con tratamiento de poda tardía. Además, el pH de los vinos Testigo es significativamente más elevado que el de las muestras con tratamiento de poda tardía, con lo que concuerda con los valores obtenidos en los mostos.

En el caso del glicerol, su concentración es significativamente superior en los vinos Testigo en comparación con los vinos obtenidos a partir del tratamiento de poda tardía, debido principalmente a que estas eran las que menos concentración de azúcares poseían, por lo que coincide con los estudios realizados por Gardener et al (1993).

Tabla 15. Valores medios de los parámetros analizados en los vinos de la variedad Garnacha.

	T-08	VR-06	G 140 Ru	G 110 R	G 161-49
Alcohol (% v/v)	15,19 ± 0,06 a	16,21 ± 0,01 a	13,41 ± 0,04 b	12,46 ± 0,01 c	13,02 ± 0,01 d
Acidez Total (g/L) Ac.Tartárico	6,98 ± 0,01 a	6,98 ± 0,01 a	7,92 ± 0,11 b	8,47 ± 0,12 c	8,47 ± 0,12 c
pH	3,37 ± 0,01 a	3,49 ± 0,00 b	3,22 ± 0,02 c	3,06 ± 0,03 d	3,06 ± 0,03 d
Glicerol (g/L)	10,76 ± 0,13 a	10,76 ± 0,16 a	9,13 ± 0,08 b	8,06 ± 0,38 c	8,06 ± 0,38 c

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas al 95%. Muestras Testigos (VR6 y T08) y muestras con tratamiento de poda tardía (G140, G110 y G161-49).

6. Conclusiones

La poda tardía reduce la producción (Kg/cepa) y el peso medio de racimos (Kg) en las variedades Tempranillo, Bobal y Garnacha.

La poda tardía no tiene efecto en la acumulación de °Brix en la variedad Tempranillo, pero en las variedades Bobal y Garnacha provoca una disminución con respecto a una poda tradicional.

Se presentan valores de pH inferiores en plantas en las que se les ha realizado una poda tardía, tanto en la variedad Tempranillo como en Bobal y Garnacha.

Las muestras en las que se ha realizado una poda tardía, poseen una mayor Acidez Total con respecto a plantas a las cuales se les ha aplicado una poda tradicional, siendo este efecto más marcado en la variedad Tempranillo que en las variedades Bobal y Garnacha.

La poda tardía provoca un aumento en los valores de IPT y en la concentración de Antocianos en las muestras de la variedad Tempranillo. En las variedades Bobal y Garnacha este aumento solo es apreciable en las muestras con el portainjerto 161-49.

El portainjerto 140 Ru, cuando a la planta se le ha aplicado una poda tardía, provoca un adelanto en la madurez de la misma, en la variedad Bobal y Garnacha, que se asemeja a un tratamiento de poda tradicional.

Los vinos producidos tanto con las muestras con un tratamiento de poda tardía, como en los que han tenido una poda tradicional, evolucionan de forma similar, dando valores acordes a los valores obtenidos en los mostos de partida.

En resumen, la poda tardía a pesar de reducir la producción, mejora todos los parámetros estudiados en la variedad Tempranillo, por lo que esta técnica es interesante si se pretende obtener un vino de calidad con dicha variedad. No se puede decir lo mismo de la variedad Bobal, en la que dependiendo de la finalidad del vino puede resultar interesante, mientras que para la variedad Garnacha, la poda tardía no produce ningún efecto positivo destacable, por lo que su realización estaría desaconsejada para obtener un vino de calidad.

7. Bibliografía

ARMAS, I. (2014). Viticultura y Cambio Climático. Trabajo Fin de Grado en Enología. Univ. de La Rioja.

BERTHELS, N.J., CORDERO OTERO, R.R; BAUER, F.F.; THEVELEIN, J.M.; PRETORIUS, I.S. (2004). Discrepancy in glucose and fructose utilization during fermentation by *Saccharomyces cerevisiae* wine yeast strains. *FEMS Yeas Research*, nº 4, 683-689.

BLOUIN, J. (1992). *Tecnicas d'analyses des moûtes et des vins*. Ed.Dujardin Salleron, 199-201.

BRENON, E. BERNARD, N. ZEBIC, O. DELOIRE, A. (2005). Maturité du raisin: Proposition d'une méthode utilisant le volume des baies comme indicateur. *Revue des Oenologues*. Vol. 117: 52-54.

BUESA, I.; PÉREZ, D.; YEVES, A.; SANZ, F.; CHIRIVELLA, C. E INTRIGLIOLO, D. S. (2017): Efectos agronómicos y enológicos de la poda tardía en Bobal y Tempranillo. *Grandes cultivos.com*.

BUSSE VALVERDE, N. (2013). Proantocianidinas de uvas y vinos de las variedades Monastrell, Cabernet Sauvignon y Syrah. Tesis doctoral. Universidad de Murcia.

CHIRIVELLA, C.; SÁNCHEZ, J.V.; HABA, M. (1995). Ecología vitícola varietal. Aptitudes enológicas. Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación. Generalitat Valenciana. Serie de divulgación técnica.

EL PAÍS, 2015. La Garnacha: de Aragón al mundo, visto el 15 de Enero de 2019, http://elpais.com/elpais/2015/04/09/estilo/1428601995_058633.html

GARCÍA DE CORTÁZAR-ATAURI, I.; DUCHÊNE, É.; DESTRAC, A.; BARBEAU, G.; DE RESSÉGUIER, L.; LACOMBE, T.; PARKER, A. K.; SAURIN, N. Y VAN LEEUWEN, C. (2017): «Grapevine phenology in France: from past observations to future evolutions in the context of climate change»; *OENO One* 51(2); pp. 115-126.

JACKSON, D.I. y LOMBARD, P.B. (1993). Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality. *Amer. J. Enol. Viticult.*, 44: 409-430.

JONES, G.V.; WHITE, M.A.; COOPER, O.R.; STORCHMANN, K. (2005). Climate change and global wine quality. *Climate change*, nº 73, 596–607.

LORENZ, D. H.; EICHHORN, K. W.; BLEIHOLDER, H.; KLOSE, R.; MEIER, U. Y WEBER, E. (1995): «Growth Stages of the Grapevine: Phenological growth stages of the grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*)-Codes and descriptions according to the extended BBCH scale»; *Australian Journal of Grape and Wine Research* 1(2); pp. 100-103

MAGRAMA. Visto el 10 de Mayo de 2019, <http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/que-es-el-cambio-climatico-y-como-nos-afecta/>

MARTINEZ DE TODA, F; ZHENG, W; DEL GALDO, V; GARCIA, J.; BALDA, P.; SANCHA, J.C. (2015). La poda mínima del viñedo como herramienta de adaptación al cambio climático. Universidad de La Rioja.

MÉTODOS OFICIALES DE ANÁLISIS DE VINOS (B.O.E. 22-7-1977, 23-7-1977, 25-7-1977, 26-7-1977, 27-7-1977, 30-8-1979 y 14-10-1981).

MÍNGUEZ, S. (1989). Caracterización analítica y organoléptica de los vinos de xarel.lo elaborados en diversos estadios de madurez. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.

MIRA DE ORDUÑA, R. (2010): "Climate change associated effects on grape and wine quality and production"; *Food Research International* 43(7); pp.1844-1855.

MORENO-ARRIBAS, M.V.; POLO, M.C. (2009). Wine chemistry and biochemistry. Ed. Springer. USA.

NEMANI, R.; WHITE, M.A.; CAYAN, D.R.; JONES, G.V.; RUNNING, S.W.; COUGHLAN, J.C. (2001). Asymmetric warming over coastal California and its impact on the premium wine industry. *Climate Research*, 19,25-34.

ORDUÑA, R. (2010). Climate change associated effects on grape and wine quality production. *Food Research International*, nº 43, 1844-1855.

PALLIOTI, A.; CARTECHINI, A.; SILVESTRONI, O.; MATTIOLI, S. (2005). Respiration activity in different above-ground organs of *Vitis vinifera* L. in response to temperature and developmental stage. *Acta Hort.*, (ISHS), nº 689, 159-166.

PEYNAUD, E. (1996). Enología práctica. Conocimiento y elaboración de vino. Tercera edición, Reimpresión. Ediciones Mundi-Prensa.

Rodríguez, E., Picatoste, J.R., Heras, F. (2014). Quinto informe de evaluación del IPCC: Bases físicas. *Tiempo y Clima*, 5(43), 36-41.

SAINT-CRICQ DE GAULEJAC, N.; VIVAS, N.; GLORIES, Y. (1998). Maturité phénolique: définition et contrôle. *Rev. Fr. Oen.* Vol. 173: 22-25.

SALAZAR, D. y MELGAREJO P. (2005). Viticultura. Técnicas de cultivo de la vid, calidad de la uva y atributos de los vino. Editorial Mundi prensa, Madrid. 326 pp.

SANTOS, J.; SOUSA, M.J.; CARDOSO, H.; INÁCIO, J.; SILVIA, S.; SPENCERMARTINS, I.; LEAO, C. (2008). Ethanol tolerance of sugar transport, and the rectification of stuck wine fermentations. *Microbiology*, nº 154, 422-430.

SIPIORA M (2009). Phenological, yield and fruit maturation responses of Merlot grapevines to timing of Winter pruning. En: 16 th international Giesco Symposium. July 12-15. University of California, Davis.

TARARA, J.M.; LEE, J.; SPAYD, S.E.; SCAGEL, C.F. (2008). Berry temperature and solar radiation alter acylation, proportion, and concentration of anthocyanin in merlot grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*, nº 59, 235-247.

GARDNER, N.; RODRIGUEZ, N.; CHAMPAGNE, C.P. (1993). Combined Effects of sulfites, temperature, and agitation time on production of glycerol in grape juice by *Saccharomyces cerevisiae*. Applied and environmental microbiology, nº 7, 2022-2028.