



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Grado en Enología

**EFEECTO DE LA GESTIÓN HÍDRICA Y DE
LAS PRÁCTICAS AGRONÓMICAS
APLICADAS SOBRE EL MOSTO Y VINO
DE LA VARIEDAD VERDEJO**

**Alumno: CRISTINA SANTAMARÍA VALLINOTO
Tutor: ENCARNACIÓN FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ
Cotutores: JOSÉ MANUEL RODRÍGUEZ NOGALES
JOSEFINA VILA CRESPO**

Julio 2018

INDICE

Página

1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	1
2.1. LA VARIEDAD VERDEJO	1
2.2. GESTIÓN HÍDRICA.....	1
2.3. DESHOJADO PRECOZ.....	2
2.4. DESPAMPANADO.....	3
3. OBJETIVOS	4
4. MATERIAL Y MÉTODOS	4
4.1 MATERIAL VEGETAL Y TRATAMIENTOS	4
4.2. DESARROLLO DE LA VINIFICACIÓN.....	5
4.3. MÉTODOS ANALÍTICOS.....	6
4.4. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO.....	11
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
5.1. SEGUIMIENTO DE LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA.....	11
5.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS	12
5.2.1. Recogida de muestras.....	12
5.2.2. Efecto sobre los parámetros básicos del mosto y vino.	12
6. CONCLUSIONES	26
7. BIBLIOGRAFÍA	26

1. RESUMEN

El objetivo general de este estudio, es conocer cómo afecta la gestión hídrica y prácticas agronómicas (deshojado precoz y despampanado) sobre los parámetros analíticos del mosto y vino en la variedad Verdejo, en la vendimia 2017.

El ensayo experimental agronómico, forma parte de un proyecto de investigación de tres años, este es el segundo que se realiza y se ha desarrollado en un viñedo cv. Verdejo, en Medina del Campo (Valladolid), dentro de la D.O. Rueda, con la colaboración de bodegas Grupo Yllera S.L.

La aplicación de riego, ha afectado a la composición del mosto disminuyendo la concentración de sólidos solubles, polifenoles y color, viéndose afectada a la composición del vino de forma variable.

Se recomienda aplicar el deshojado precoz y el despampanado cuando la maduración se realiza bajo condiciones ambientales adversas, puesto que han aumentado todos los valores de los parámetros analíticos, tanto en mosto como en vino.

Palabras clave: Verdejo, riego, deshojado, despampanado.

2. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

2.1. LA VARIEDAD VERDEJO

Es una planta poco vigorosa, de baja fertilidad, con racimos pequeños y compactos y producción media. Se adaptada bien a la sequía y a todo tipo de suelos. Es muy sensible al oídio y hongos de la madera, y poco sensible al mildiu y a la podredumbre gris.

Se cree que el origen de esta variedad está en el norte de África y que fue introducida en la península alrededor del siglo XI por los mozárabes. Es una uva de gran calidad y una de las mejores uvas blancas de España. Es en la década de los setenta cuando esta variedad adquiere mayor importancia en la elaboración de vinos monovarietales. La vendimia está generalmente mecanizada y se realiza por la noche, a temperaturas bajas, para evitar la oxidación del mosto (Cabello *et al.*, 2011).

En cuanto a los vinos, son medianamente alcohólicos, de acidez media-alta, con aromas herbáceos y de almendras amargas, vinos con cuerpo pero con cierta suavidad y un retrogusto ligeramente amargo (Chomé *et al.*, 2003).

2.2. GESTIÓN HÍDRICA

El potencial hídrico de la hoja (Ψ) es el indicador más utilizado para estimar el estado hídrico de la planta, este es definido como la fuerza resultante de la combinación del potencial osmótico, mátrico, gravitatorio y de presión hidrostática. Los valores varían dentro de la planta, con valores más altos en la raíz y más bajos en la hoja (Hidalgo, 1999).

El proceso de transpiración es fundamental en el estado hídrico, y se define como la pérdida de agua en la planta en forma de vapor (Sánchez-Díaz y Aguirreolea, 2000). Se produce a través de los estomas cuando se abren por la excitación de un haz de luz, produciéndose un flujo transpiratorio que dependerá de las condiciones medioambientales del exterior e internas de la planta.

La vid tiene unas necesidades de agua relativamente bajas para su cultivo, estimándose que necesita entre 280-300 litros de agua para formar un kilogramo de materia seca. Además posee un sistema radicular muy potente, lo que contribuye a que se pueda dar en secano, con precipitaciones bajas y temperaturas extremas en verano, lo que se traduce en bajas producciones (Hidalgo, 1999).

La estimación de las necesidades de agua se puede realizar mediante métodos basados en las medidas sobre el estado hídrico de las plantas, y en medidas del contenido o tensión de agua en el suelo. Generalmente se determina la evapotranspiración de un cultivo de referencia, ETo, correspondiente a una cubierta de gramíneas de 8-10 cm que crece sin limitaciones, al que se aplica un coeficiente de cultivo, Kc, que pondera al anterior parámetro, obteniéndose la evapotranspiración del viñedo, ETc (Lissarrague, 1997).

$$ETc = ETo \cdot Kc$$

En una recopilación de coeficientes de cultivo usados en distintos ensayos, el valor más frecuente es entre 0,2 y 0,5, aunque también se obtuvo el valor máximo de 0,85, lo que indica que no se debe aplicar el 100% de la ETo (Yuste, 1995). Cuevas (2001) observó valores intermedios menores que Yuste (1995) entre 0,15 y 0,3.

El déficit hídrico influye en gran medida en el desarrollo de la planta, en su actividad fisiológica y en el fruto.

En España se ha comprobado que las dosis moderadas de riego no suprimen el déficit de agua en su totalidad, se han llevado a cabo varios estudios para controlar el vigor y los rendimientos sin verse perjudicada la calidad controlando las dosis de riego (Yuste, 1995; García-Escudero *et al.*, 2000; Cuevas, 2001). Siguiendo esta línea de riego se ha desarrollado el llamado riego deficitario controlado, con el fin de mejorar resultados vegetativos y reproductivos a través del estrés hídrico.

Se ha comprobado que la aplicación del riego tiene efectos sobre la productividad de la vid, determina el vigor, el tamaño de la vegetación y el microclima de la planta, así como una superficie foliar externa mayor y, en definitiva, aumenta la productividad global de las cepas (Lissarrague, 1986; Bartolomé, 1993; Yuste, 1995; García-Escudero *et al.*, 2000).

En el caso del rendimiento de uva, la aplicación de dosis moderadas de riego produce un efecto positivo (García-Escudero *et al.*, 1997; Cuevas, 2001).

También dependiendo de las dosis de riego, la época de su aplicación y la zona geográfica del cultivo, se pueden obtener diferencias en la composición del mosto y del vino.

2.3. DESHOJADO PRECOZ

Tradicionalmente, el deshojado del viñedo, que consiste en la supresión parcial de las hojas basales de los pámpanos, se ha realizado en cuajado o envero, normalmente en condiciones de elevada densidad foliar (Percival *et al.*, 1994; Staff *et al.*, 1997; Petrie *et al.*, 2000; Petrie *et al.* 2003). A esta práctica, la podríamos denominar deshojado clásico.

Los objetivos del deshojado clásico son: a) incrementar la exposición de los racimos, para lograr una mayor calidad de la uva en zonas de clima fresco, especialmente un aumento del color y de la tipicidad aromática (Morrison y Noble, 1990; Dokoozlian y Kliewer, 1996; Haselgrove *et al.*, 2000; Bergqvist *et al.*, 2001), b) reducir la incidencia de enfermedades criptogámicas (Bledsoe *et al.*, 1988) (mayor irradiación y exposición de los frutos) y c) incrementar la eficacia de los tratamientos fitosanitarios (Gubler *et al.*, 1991).

Tardáguila *et al.*, (2008) mostraron que la época de deshojado puede condicionar los resultados finales. Así, estos autores observaron que el deshojado en cuajado mejoraba significativamente la composición físico-química y las características organolépticas de los vinos, tanto en color como aroma, respecto al deshojado realizado en envero. Es necesario destacar que en ningún caso el deshojado clásico se utiliza para controlar el rendimiento productivo del viñedo.

Por otro lado, el deshojado precoz es una técnica pionera para el control del rendimiento, que ha sido propuesta en los últimos años en Italia (Poni *et al.*, 2005; Poni *et al.*, 2006). Sus objetivos y época de ejecución difieren notablemente del deshojado clásico.

Los primeros trabajos sobre deshojado precoz se han desarrollado en Italia, en plantas de vid de la variedad Sangiovese en maceta (Poni *et al.*, 2005) y en viñedo comercial de la variedad Trebbiano (Poni *et al.*, 2006). El deshojado precoz consistía en la eliminación de una serie de hojas (entre cuatro y seis) de la parte basal del pámpano, es decir, en las inmediaciones de los racimos, alrededor de la época de floración. La eliminación de estas hojas adultas, que realizan una fotosíntesis muy activa, provocaba la reducción de la disponibilidad de azúcares de la inflorescencia, limitando el cuajado y/o el desarrollo inicial de la baya, y por tanto su tamaño final, originando racimos menos compactos, más sanos y de una mejor calidad (Poni *et al.*, 2006). La sanidad de la uva también mejoró, observándose una menor incidencia de *Botrytis cinerea* en la uva correspondiente a los tratamientos de deshojado. Además, el deshojado precoz también indujo una mejora de la calidad de la uva, principalmente traducida en mayores concentraciones de azúcares, antocianos y polifenoles. Trabajos posteriores (Intrieri *et al.*, 2008; Poni *et al.*, 2009) realizados en las variedades Sangiovese, Barbera y Lambrusco, han mostrado la eficacia del deshojado precoz en el control de la producción, pero también han descrito diferencias en la influencia sobre el peso de baya y la composición de la uva en función de la variedad.

Según los resultados publicados por Poni *et al.*, (2006), los mecanismos que explican la mejora de la calidad de la uva como consecuencia del deshojado precoz incluyen: a) una mayor ratio superficie foliar/producción; b) una presencia de hojas más jóvenes, y por tanto, fotosintéticamente más activas, a lo largo del proceso de maduración de la baya; c) un efecto compensatorio en la capacidad fotosintética de las hojas que permanecen en la planta tras la defoliación, ampliamente documentado en otros estudios de deshojado (Candolfi-Vasconcelos y Koblet, 1991; Petrie *et al.*, 2003; Poni y Giachino, 2000); y d) disminución del tamaño de la baya, con una mayor relación hollejo/pulpa. Poni *et al.*, (2008) estudiaron los efectos fisiológicos a nivel de cepa causados por el deshojado precoz. Estos autores observaron un incremento del 38% de la actividad fotosintética en las cepas deshojadas respecto a las cepas control, sin deshojar. El incremento de la fotosíntesis se tradujo en una mayor disponibilidad de carbohidratos para la maduración de la uva.

Además de los aspectos y resultados citados, existen otras dos ventajas que podrían derivarse de la aplicación de esta práctica vitícola y son la ausencia de necesidad de realización de desnietado y del aclareo de racimos en épocas posteriores. Ambas técnicas son muy caras, y requieren gran cantidad de mano de obra (Martínez de Toda y Tardáguila, 2003). En relación con el desnietado, el deshojado precoz realizado de forma temprana, en las inmediaciones de la floración, parece promover el crecimiento de brotes laterales, cuyo efecto de cubrimiento parcial de los racimos, puede ser beneficioso en la protección de estos frente una excesiva exposición y temperatura, especialmente críticas en zonas cálidas (Poni *et al.*, 2006).

2.4. DESPAMPANADO

El despampanado consiste en eliminar por su inserción, pámpanos procedentes de los elementos de producción y renovación retenidos en la poda (Yuste, 2005). Se habla de pámpanos cuando los brotes están sin lignificar, una vez lignificados serán sarmientos.

Hay que diferenciar el despampanado del espergurado. Se habla estrictamente de despampanado cuando los brotes proceden de los puntos donde se insertan

habitualmente los pulgares o varas (Hidalgo, 1999). De cualquier modo, esto no reviste gran importancia pues se puede referir a toda la eliminación de pámpanos por su inserción como despampanado (Yuste, 2002), con independencia del origen del brote en cuestión.

La época más propicia para realizar el despampanado corresponde en general con el estado fenológico E-F (hojas extendidas-racimos visibles), cuando los brotes tienen aproximadamente entre 15 y 20 cm, para evitar heridas grandes y competencias entre brotes. La forma de ejecución del despampanado es mayoritariamente manual, aunque puede ser también mecánica cuando se trata de eliminar chupones y brotes mal colocados en las partes permanentes de la cepa y el tronco, fundamentalmente, y los brazos, ocasionalmente. En algunas situaciones existe la posibilidad de hacer una aplicación química, mediante herbicidas de contacto no traslocables (Yuste, 2005).

Los objetivos del despampanado pueden ser diversos. Tiene como aplicación más inmediata el control del exceso de carga real, puesto que la carga potencial es establecida a través de las yemas dejadas en la poda de invierno, mientras que el número de brotes definitivo, que determina la carga real, queda definido después de la brotación (López-Miranda *et al.*, 2004).

A pesar de la eficacia de esta técnica en el control del rendimiento, reduciendo la producción por cepa, principalmente por reducción del número de racimos (Morris *et al.*, 2004; Myers *et al.*, 2008), el número de estudios sobre los efectos de ésta práctica en la composición de la uva y el vino es escaso (Reynolds *et al.*, 2005).

3. OBJETIVOS

El objetivo general de este estudio es conocer cómo afecta la gestión hídrica y prácticas agronómicas aplicadas (deshojado y despampanado) en el viñedo, sobre los parámetros analíticos del mosto y vino en la variedad Verdejo en la vendimia 2017. Para conseguir el objetivo se realizarán las vinificaciones de las uvas procedentes de los diferentes tratamientos hídricos, del deshojado precoz y del despampanado. Y a posteriori se harán los análisis físico-químicos en mosto y vino.

Este estudio es el segundo año que se realiza, y forma parte de un proyecto de investigación de tres años financiado por el INIA.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 MATERIAL VEGETAL Y TRATAMIENTOS

El ensayo experimental agronómico se ha desarrollado en un viñedo cv. Verdejo, sobre 110R, ubicado en Medina del Campo (Valladolid), dentro de la D.O. Rueda, a través de la colaboración con la empresa de bodegas Grupo Yllera S.L.

Se han aplicado los tratamientos experimentales, por un lado, basados en la variación del régimen hídrico a través de la aplicación de riego moderado en distintas fases del ciclo estival, y por otro lado, derivados de la modificación de la carga de pámpanos o de la aplicación de deshojado precoz, que se resumen a continuación. Los tratamientos experimentales son los que aparecen reflejados en la Tabla 1.

Estrategias de régimen hídrico:

- R0. Testigo en secano, sin riego (0% ETo).
- R1. Riego de 30% ETo a partir del estado fenológico de inicio de envero hasta final de maduración.
- R2. Riego de 30% ETo a partir del estado fenológico de tamaño guisante de la baya hasta final de maduración.

Control de carga de pámpanos y deshojado precoz:

- T. Testigo, sin ninguna intervención específica en carga de pámpanos ni en hojas.
- D. Despampanado en R1 y Deshojado precoz (al inicio de floración) en R0 y R2

Tabla 1. Tratamientos experimentales de Verdejo

Código muestra	Riego 1	Riego 2	Deshojado precoz	Despampanado
R0T	No	No	No	No
R0D	No	No	Sí	No
R1T	Sí	No	No	No
R1D	Sí	No	No	Si
R2T	No	Sí	No	No
R2D	No	Sí	Sí	No

4.2. DESARROLLO DE LA VINIFICACIÓN

La uva fue recibida en la bodega experimental de la ETSIIAA de Palencia (UVa) procedente de los viñedos experimentales, su vinificación sigue el diagrama de flujo de vinificación en blanco (Fig. 1). Se divide en dos cada lote de tratamiento para realizar las vinificaciones por duplicado (R0T1T2, R0T3T4, R0D1D2, R0D3D4, R1T1T2, R1T3T4, R1D1D2, R1D3D4, R2T1T2, R2T3T4, R2D1D2 y R2D3D4) realizando un total de doce vinificaciones.

El despalillado y estrujado de la vendimia se realizó en una despalilladora de paletas y una estrujadora de rodillos de perfiles conjugados o estriados. Posteriormente se prensó en una prensa neumática con un ciclo de prensado de 1,5 bares.

Se encubaron los tratamientos por separado en depósitos de acero inoxidable y tras el encubado se sulfitó el mosto a 50 mg/L de SO₂ total, para el posterior desfangado estático por frío a 8 °C durante 24 horas. Una vez realizado el trasiego para eliminar los fangos se hicieron los análisis físico-químicos del mosto: grado Brix, acidez total, pH, nitrógeno fácilmente asimilable (NFA), índice de polifenoles totales (IPT), familias fenólicas y color.

No se tuvo que corregir el nitrógeno porque ningún grado alcohólico probable era mayor que 12% vol. y todos los análisis del NFA superaban los 200 mg/l.

Posteriormente, se sembró el mosto con levaduras neutras comerciales. La cepa utilizada fue *Saccharomyces cerevisiae* LALVIN EC 1118 (Lallemmand, Quebec. Canadá) y a la mayor dosis recomendada por la casa comercial 30 g/Hl.

Se controló la fermentación diariamente mediante la medida de la temperatura y la densidad de cada depósito, los primeros días se realizó un bazuqueo, para facilitar la fermentación. Cuando las densidades se estabilizaron sobre 990-995 g/L se analizaron los azúcares reductores, y cuando fueron menores de 3 g/L se dio por finalizada la fermentación alcohólica.

Se trasegó el vino a otros depósitos y se añadió sulfuroso hasta llegar a 30 mg/L de SO₂ libre. Después se realizó la estabilización tartárica por frío en la cámara de refrigeración, tras una semana se volvió a trasegar para eliminar los tartratos precipitados y se comprobó el sulfitado, corrigiendo los vinos que estuvieran por debajo de 30 mg/L de SO₂ libre.

Se realizaron las analíticas completas de los vinos finales: acidez total, pH, acidez volátil, sulfuroso libre y total, extracto seco, grado alcohólico, IPT, familias fenólicas y color.

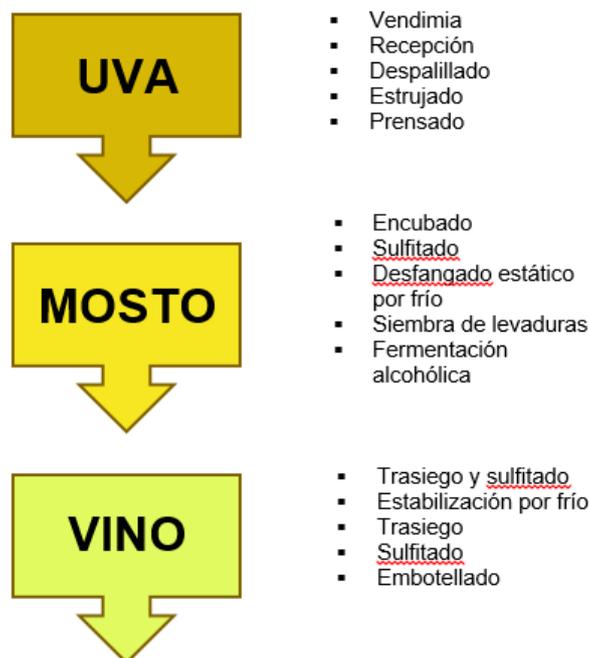


Figura1. Diagrama de flujo del proceso de vinificación realizado

4.3. MÉTODOS ANALÍTICOS

Los análisis, tanto en vino como en mosto, se realizaron por duplicado. Se utilizan los métodos oficiales de la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV, 2014) a no ser que se indique lo contrario.

- TEMPERATURA

El control de temperatura de los mostos y vinos se realiza directamente mediante termómetros.

- MASA VOLUMÉTRICA A 20 °C

Fundamento:

La determinación se realiza a partir de la lectura de los areómetros, graduados en unidades de masa volumétrica a 20 °C (densímetro) que se introducen en el vino (García *et al.*, 2000).

Material y reactivos:

- Aerómetro específico (Densímetro).
- Termómetro contrastado de 0-35°C, con apreciación de 0,5°C.
- Probeta graduada de 250 mL.

- GRADO ALCOHÓLICO PROBABLE EN MOSTO

Fundamento:

La refracción se basa en la modificación de la trayectoria de un rayo luminoso al atravesar una superficie que limita dos medios diferentes. Se puede demostrar que el rayo de luz incidente (AO), la normal a la superficie (n) y el rayo de luz refractado (OB) están en el mismo plano y que la relación entre el seno del ángulo de incidencia (i1) y el del ángulo de refracción (i2) siguen la ley de Snellius (García *et al.*, 2000).

Una mayor concentración de azúcares del mosto provoca un aumento en su densidad y una disminución en la velocidad con que la luz lo atraviesa, lo que conlleva un cambio en el valor n. Establecer una relación entre la concentración de azúcar y n.

Material y reactivos:

- Refractómetro tipo Abbé provisto de una escala que indique el porcentaje en masa de sacarosa (Grado Brix).
- Pipeta.
- Termómetro contrastado de escala 0-35 ° C.

- pH

Fundamento:

Medida de la diferencia de potencial entre el electrodo de referencia y el de lectura de pH propiamente dicho sumergidos en el mosto o vino (García *et al.*, 2000). Esta medida representa el grado de acidez o alcalinidad de la muestra como la concentración de hidrógeno hidratado que contiene.

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

Material y reactivos:

- pHmetro.
- Vaso de precipitados (100 mL).
- Pipeta (25 mL).
- Tampón solución pH 4,00; 7,00 y 9,00.
- Agua destilada (H₂O).

- ACIDEZ TOTAL

Fundamento:

La acidez total es la suma de los ácidos valorables cuando se lleva el pH a 7 añadiendo una solución de hidróxido de sodio. Los ácidos desempeñan un papel organoléptico muy importante. Nos basaremos en la valoración potenciométrica como indicador del punto final de la valoración ácido-base (García *et al.*, 2000).

Material y reactivos:

- Erlenmeyer de 100 mL
- Pipeta de 10 mL.
- Bureta de 50 mL.
- Solución 0,1 N de hidróxido sódico (NaOH).
- Tampón solución pH 4,00; 7,00; 9,00 .
- Agua destilada (H₂O).
- pHmetro.

- ACIDEZ VOLÁTIL

Fundamento:

La acidez volátil es el conjunto de ácidos grasos de la serie acética que se hallan en el vino libre o combinado formando sales. El más importante es el ácido acético. Son los principales responsables del "picado" de los vinos.

Para analizar la acidez volátil, se va a utilizar el método García-Tena. Se basa en una destilación fraccionada del vino una vez eliminado el dióxido de carbono y una posterior valoración ácido-base de la segunda porción del destilado (García *et al.*, 2000).

Material y reactivos:

- Microdestilador o volatímetro (Matraz, puente de unión, refrigerante, Mechero de alcohol) Probetas de 5,1 mL y 3,2 mL.
- Erlenmeyer de 50 mL Pipeta de 11 mL.
- Bureta de 50 mL.
- Fenolftaleína solución 1%.
- Sodio Hidróxido 0,02 N.

• NITRÓGENO FACILMENTE ASIMILABLE

Fundamento:

El índice de formol de Aerny (1996) proporciona una estimación simple de los aminoácidos libres y el amonio. Se basa en la valoración de la acidez de los compuestos formados por la reacción del formaldehído con los aminoácidos.

Material y reactivos:

- pHmetro.
- Pipetas de distintas graduaciones.
- Centrifugadora.
- Solución de aldehído fórmico al 37/38%.
- NaOH 0,1 N y 1 N.
- Tubos falcon.
- Vaso precipitados 100 mL.

• SO₂ LIBRE Y TOTAL

Fundamento:

La determinación del dióxido de azufre se basa en una valoración de óxido-reducción con I₂ como reactivo valorante en medio ácido y en presencia de almidón como indicador utilizando el método Ripper (García *et al.*, 2000).

Material y reactivos:

- Erlenmeyer de 100 ml.
- Pipetas de 10 ml, 5 ml y 2 ml.
- NaOH 1N.
- H₂SO₄ 16%.
- I₂ 0,02 N.
- Almidón al 1 %.

• GRADO ALCOHÓLICO VOLUMÉTRICO

Fundamento:

El método ebulloscópico se basa en la variación del punto de ebullición que experimentan los líquidos hidroalcohólicos según su proporción de alcohol. En condiciones normales (760 mm Hg/cm² \equiv 1013 hPa) el punto de ebullición del agua es 100 °C y el del alcohol 78,5 °C. Una mezcla de alcohol y agua que se mantenga constante mediante un refrigerante a reflujo, hervirá a una temperatura tanto más próxima a la del agua cuanto menos alcohol contenga y viceversa. Por lo tanto es lógico que se pueda llegar a fijar la composición alcohólica de una mezcla atendiendo a las relaciones que podamos establecer entre el porcentaje de alcohol y la temperatura de ebullición (García *et al.*, 2000).

Material y reactivos:

- Ebulómetro.
- Termómetro contrastado de 86- 100 °C, con apreciación de 0,05 °C.
- Probeta graduada

• AZÚCARES REDUCTORES

Fundamento:

Se utiliza el método Rebelein, que se basa en las propiedades reductoras de la glucosa y la fructosa sobre las sales cúpricas. Estos azúcares son oxidados a la temperatura de ebullición por un exceso de solución alcalina de Cu²⁺ que contiene tartrato para mantener el metal en solución. El Cu²⁺ es reducido a Cu⁺ y el Cu²⁺ en exceso se puede determinar por yodometría después de adicionar exceso de KI y acidular (García *et al.*, 2000):

En este método también se realiza la hidrólisis de la posible sacarosa presente en la muestra en glucosa y fructosa.

Material y reactivos:

- Bureta 50 ml.
- Placa calefactora.
- Pipetas de 2 ml, 10 ml y 5 ml.
- 2 erlenmeyer de 250 ml.
- 2 vidrios de reloj y bolitas de vidrio.
- Yoduro potásico (KI) (300g de KI, 100ml de NaOH 1N y enrasar a 1L con agua destilada).
- Sal de Seignette (250 g de tartrato sódico y potásico en 400 ml de agua; por otro lado disolver 80 g de NaOH en 400 ml de agua. Verter las dos disoluciones en un matraz aforado de un litro y enrasar con agua destilada).
- Disolución cúprica (disolver 41,92 g de sulfato de cobre pentahidratado en agua destilada, añadir 10ml de ácido sulfúrico 1 N y enrasar a 1 L con agua destilada).
- Tiosulfato sódico 0,1 N.
- Ácido sulfúrico (H₂SO₄) al 16%.
- Almidón al 1%.

- EXTRACTO SECO TOTAL

Fundamento:

El extracto seco total (EST) es el conjunto de todas las sustancias que no se volatilizan a 100°C. El extracto seco total se calcula indirectamente a partir de la masa volumétrica y el grado alcohólico volumétrico del vino (García *et al.*, 2000).

- FAMILIAS FENÓLICAS

- Índice de polifenoles totales (IPT)

Fundamento:

El IPT es un índice que se obtiene por la medida de la absorbancia del vino o mosto a 280 nm (UV), porque el núcleo bencénico característico de los compuestos polifenólicos tiene allí su máximo de absorbancia (García *et al.*, 2000).

Material y reactivos:

- Cubeta de cuarzo de 1 cm.
- Agua destilada.
- Centrifugadora.
- Tubos falcon.
- Espectrofotómetro.

- Ácidos hidroxicinámicos

Fundamento:

El contenido de ácidos hidroxicinámicos se basa en la medida de la absorbancia del vino a 320 nm (Andrés-Lacueva *et al.*, 1997).

Material y reactivos:

- Cubeta de cuarzo de 1 cm.
- Agua destilada.
- Centrifugadora.
- Tubos falcon.
- Espectrofotómetro.

○ Flavonoles

Fundamento:

El contenido de flavonoles se basa en la medida de la absorbancia del vino a 365 nm (Andrés-Lacueva *et al.*, 1997).

Material y reactivos:

- Cubeta de cuarzo de 1 cm.
- Agua destilada.
- Centrifugadora.
- Tubos falcon.
- Espectrofotómetro.

○ Pardeamiento

Fundamento:

El fundamento se basa en la obtención del grado de pardeamiento por la medida de la absorbancia del vino a 420 nm.

Material y reactivos:

- Cubeta de vidrio de 1 cm.
- Agua destilada.
- Centrifugadora.
- Tubos falcon.
- Espectrofotómetro.

● COLOR

Fundamento:

El método CIE-Lab define el color a partir de unas coordenadas denominadas L^* , a^* , b^* que determinan un espacio tridimensional (Fig. 2). El eje vertical L^* representa una medida de luminosidad y varía desde completamente opaco (valor 0) a completamente transparente (valor 100). El parámetro a^* representa una medida de la intensidad de color rojo (y $-a^*$ de color verde), y b^* de la intensidad de color amarillo (y $-b^*$ de color azul) (Cassasa y Sari, 2006). Además se calculará también la tonalidad (h^*) y la saturación o croma (c^*). Para obtener dichas coordenadas es necesario medir las absorbancias a 450, 520, 570 y 630 nm mediante espectrofotometría.

Los cálculos se realizaron con la ayuda del programa MSCV®. Con este programa se compara las coordenadas L^* (luminosidad), C^* (Croma), h^* (Tonalidad), a^* (proporción rojo/verde), y b^* (proporción azul/amarillo) dentro del espacio CIE-Lab.

Material y reactivos:

- Cubeta de vidrio de 1 cm.
- Agua destilada.
- Centrifugadora.
- Tubos falcon.
- Espectrofotómetro.

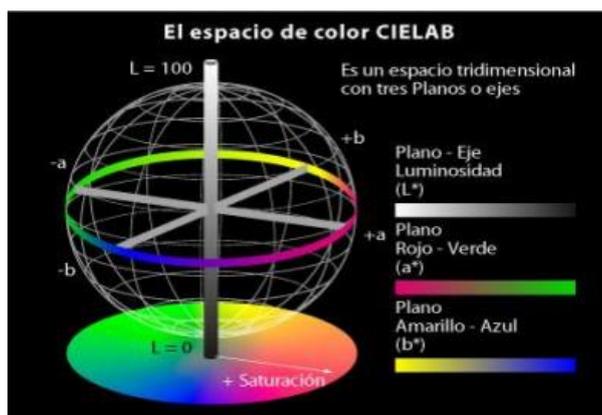


Figura 2. Espacio CIE-Lab

4.4. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

Una vez recopilados todos los datos obtenidos de los análisis del mosto y del vino, se procedió a la realización de un tratamiento estadístico mediante análisis de varianza (ANOVA), con la intención de comprobar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos de riego, despampanado y deshojado precoz para los parámetros físico-químicos analizados.

Se ha utilizado el test de Tukey para realizar los diferentes conjuntos homogéneos.

Para ello se ha utilizado el programa IBM SPSS Statistics versión 24.0.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. SEGUIMIENTO DE LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

Para el seguimiento de la fermentación alcohólica se midió temperatura y densidad todos los días. Se intentó que la temperatura no subiera de $18,5^{\circ}\text{C}$, para evitar perder aromas varietales.

En la Figura 3 se muestra el seguimiento de la temperatura y de la densidad en una de las repeticiones del tratamiento R0D. Las demás vinificaciones siguieron el mismo patrón.

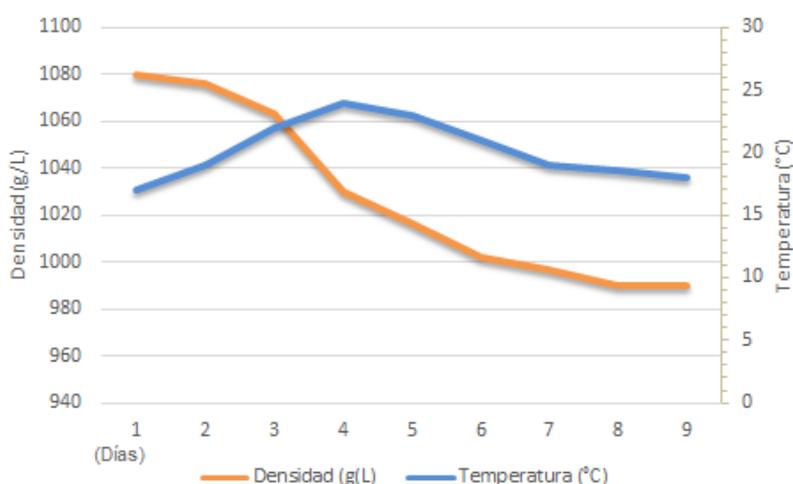


Figura 3. Seguimiento de la densidad y temperatura en la muestra R0-D3D4

Como se puede observar la densidad desciende diariamente, produciéndose los cambios más pronunciados entre el tercer y el sexto día de fermentación, días en los que se produce la fermentación tumultuosa. Se comprobó que los azúcares eran menores de 3 g/L dándose por terminada la fermentación alcohólica el día 9. La temperatura alcanzó los 24°C puntualmente el cuarto día coincidiendo con la fermentación tumultuosa y luego se mantiene más o menos estable en 20°C.

5.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS

5.2.1. Recogida de muestras

Es importante definir el punto de la vinificación en el que se toman las muestras: las de mosto se recogieron inmediatamente tras el prensado y el desfangado estático en frío. Al vino se le aplican varias operaciones tras la fermentación: trasiego, sulfitado, estabilización por frío, un nuevo trasiego, corrección de sulfuroso, y embotellado. Por tanto, se tomaron las muestras de vino tras el embotellado. Se realizan los análisis inmediatamente después de recoger las muestras.

5.2.2. Efecto sobre los parámetros básicos del mosto y vino.

En las siguientes tablas, se muestran los valores medios y la desviación típica de los análisis de las muestras de mosto y vino en los diferentes tratamientos (riego, deshojado y despampanado).

Superíndices con letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas en la misma fila.

FACTOR RIEGO

Para estudiar este efecto sobre los parámetros analíticos del mosto y vino, se ha realizado un ANOVA de tres niveles (R0T, R1T, R2T).

Tabla 2. Resultados analíticos en el mosto (factor riego)

MOSTO	R0T	R1T	R2T
Grado Brix	18,9 ± 0,10 ^b	17,3 ± 0,75 ^a	18,0 ± 0,46 ^{ab}
GAP (% Vol.)	10,5 ± 0,06 ^b	9,5 ± 0,45 ^a	10,0 ± 0,31 ^{ab}
Acidez total (g/L TH2)	2,6 ± 0,08 ^a	2,7 ± 0,05 ^a	2,6 ± 0,08 ^a
Ác. Hidroxicinámicos (mg/l)	5,56 ± 0,67 ^a	4,41 ± 1,05 ^a	4,82 ± 0,89 ^a
Flavonoles (mg/l)	2,77 ± 0,15 ^a	2,12 ± 0,52 ^a	2,35 ± 0,23 ^a
Pardeamiento	0,79 ± 0,03 ^a	0,56 ± 0,20 ^a	0,61 ± 0,07 ^a
IPT (ppm)	11 ± 0,19 ^b	9 ± 1,06 ^a	10 ± 0,60 ^a
pH	3,47 ± 0,05 ^a	3,43 ± 0,07 ^a	3,47 ± 0,03 ^a
L*	68,43 ± 1,24 ^a	77,13 ± 8,29 ^a	74,68 ± 2,59 ^a
C*	23,52 ± 0,86 ^b	18,64 ± 2,97 ^a	19,98 ± 1,42 ^{ab}
h*	84,44 ± 1,10 ^a	82,95 ± 3,53 ^a	78,18 ± 5,55 ^a
a*	2,27 ± 0,39 ^a	2,27 ± 1,00 ^a	4,15 ± 2,12 ^a
b*	23,41 ± 0,89 ^b	18,48 ± 3,00 ^a	19,47 ± 1,12 ^a

Tabla 3. Resultados analíticos en el vino (factor riego)

VINO	R0T	R1T	R2T
Azúcares (g/L)	0,6 ± 0,35 ^a	0,8 ± 0,45 ^a	0,5 ± 0,06 ^a
Acidez volátil (g/L acético)	0,13 ± 0,01 ^a	0,73 ± 0,73 ^{ab}	1,05 ± 0,25 ^b
Acidez total (g/L TH2)	4,8 ± 0,08 ^a	5,1 ± 0,17 ^a	4,9 ± 0,28 ^a
Ác. Hidroxicinámicos (mg/l)	3,68 ± 0,02 ^b	3,45 ± 0,03 ^a	3,88 ± 0,04 ^a
Flavonoles (mg/l)	1,03 ± 0,02 ^c	0,97 ± 0,02 ^b	0,96 ± 0,01 ^a
Pardeamiento	0,12 ± 0,01 ^b	0,09 ± 0,00 ^a	0,11 ± 0,01 ^a
IPT (ppm)	8 ± 0,09 ^b	7 ± 0,08 ^a	7 ± 0,29 ^a
pH	3,14 ± 0,01 ^b	3,08 ± 0,02 ^a	3,24 ± 0,03 ^c
L*	95,73 ± 0,68 ^a	97,53 ± 0,78 ^b	97,70 ± 0,75 ^b
C*	6,18 ± 0,36 ^a	5,54 ± 0,37 ^a	7,16 ± 0,53 ^a
h*	99,06 ± 5,59 ^a	100,43 ± 2,53 ^a	99,82 ± 1,23 ^a
a*	-0,98 ± 0,61 ^a	-1,03 ± 0,29 ^a	-1,22 ± 0,12 ^a
b*	6,07 ± 0,35 ^a	5,54 ± 0,34 ^a	7,05 ± 0,54 ^a
Extracto seco (g/L)	29,6 ± 0,30 ^b	25,3 ± 1,27 ^a	31,0 ± 0,48 ^b
Grado alcohólico volumétrico (% Vol.)	11,45 ± 0,10 ^b	10,25 ± 0,37 ^a	11,13 ± 0,30 ^b

Las diferencias estadísticamente significativas encontradas en el caso del mosto son en los parámetros de: grado Brix, GAP, IPT, cromas o saturación (C*), y en la coordenada cromática b*. Mientras que en el caso del vino en: acidez volátil, ácidos hidroxicinámicos, flavonoles, pardeamiento, IPT, pH, luminosidad (L*), extracto seco y grado alcohólico volumétrico.

En las siguientes gráficas se representan los parámetros analíticos de mosto donde se encontraron diferencias estadísticamente significativas para el efecto riego.

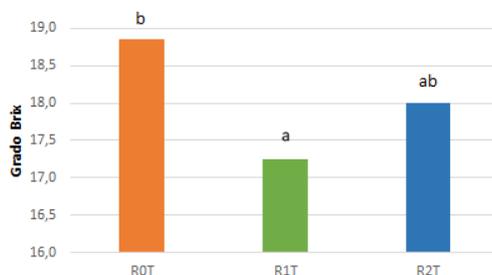


Figura 4: Valores medios del grado Brix para el tratamiento de riego en mosto

El grado Brix disminuye con la aplicación del riego (Figura 4) aunque las diferencias estadísticamente significativas se encuentren entre la muestra de secano (R0T) y la muestra con riego desde el envero hasta final de maduración (R1T).

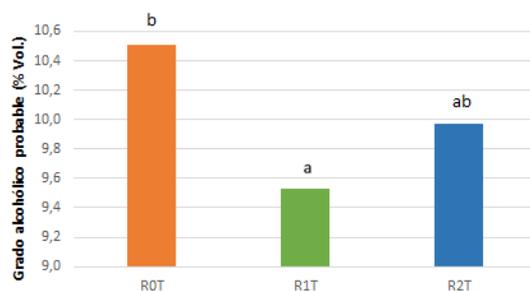


Figura 5: Valores medios del grado alcohólico probable para el tratamiento de riego en mosto

El uso del riego aumentó el grado alcohólico probable y final en algunos estudios (Lissarrague, 1986; Bartolomé, 1993; Yuste, 1995; García-Escudero *et al.*, 1997; Durántez, 2011; Mínguez, 2011). Sin embargo, en otros no se vieron diferencias significativas (Cuevas, 2001; Crespo, 2011). En este estudio el grado alcohólico probable y final del vino disminuyó con el riego (Figura 5 y Figura 17); observándose que las diferencias estadísticamente significativas en ambos parámetros, se encuentran también entre la muestra de secano (R0T) y la muestra con riego desde el envero hasta final de maduración (R1T).

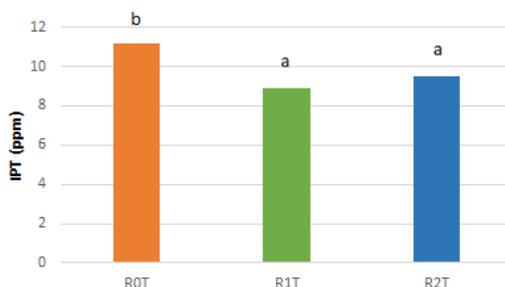


Figura 6: Valores medios de los IPT para el tratamiento de riego en mosto

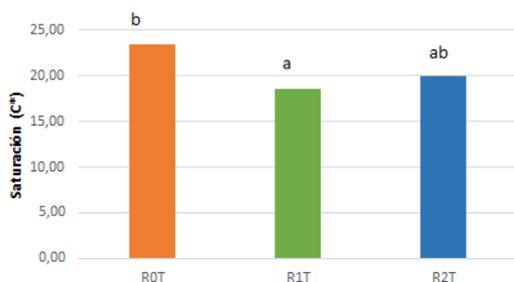


Figura 7: Valores medios de la saturación (C*) para el tratamiento de riego en mosto

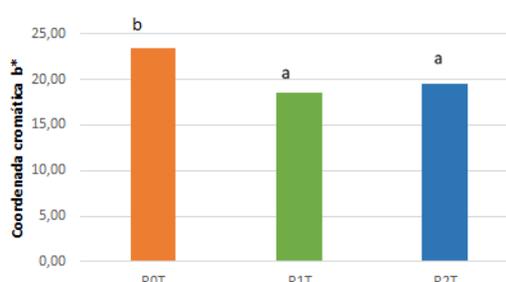


Figura 8: Valores medios de la coordenada cromática b* para el tratamiento de riego en mosto

Por último, en cuanto al mosto, se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en los IPT, saturación (C*) y coordenada cromática b*, siendo las muestras de secano (R0T) las que presentan valores más altos que en las que se ha aplicado riego (Figuras 6, 7 y 8), siendo los valores de las muestras con riego desde el estado fenológico tamaño de guisante hasta final de maduración (R2T) más altos que los del riego desde el envero hasta final de maduración (R1T).

En las siguientes gráficas se representan los parámetros analíticos en los que se han encontrado diferencias estadísticamente significativas para el factor riego en el vino:

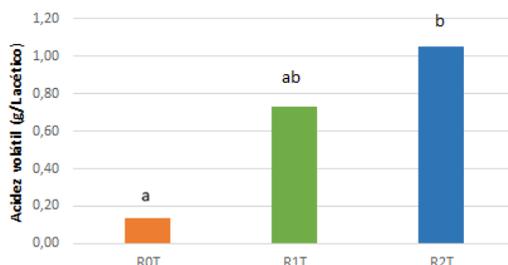


Figura 9: Valores medios de la acidez volátil para el tratamiento de riego en vino

En la acidez volátil hay diferencias estadísticamente significativas entre R0T y R2T, siendo este último el que presenta el valor más alto de las tres muestras (Figura 9).

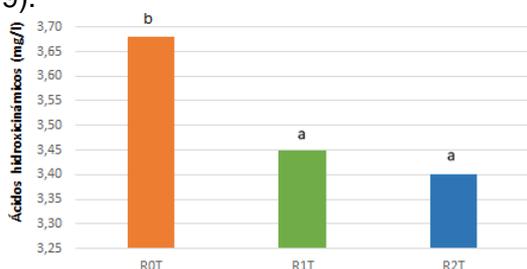


Figura 10: Valores medios de la ácidos hidroxicinámicos para el tratamiento de riego en vino

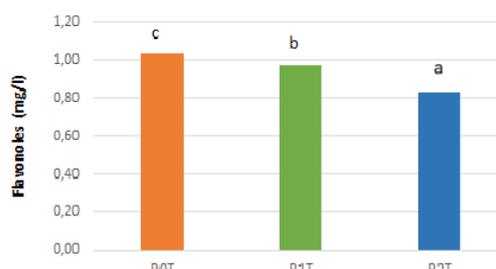


Figura 11: Valores medios de los flavonoles para el tratamiento de riego en vino



Figura 12: Valores medios del índice de pardeamiento para el tratamiento de riego en vino

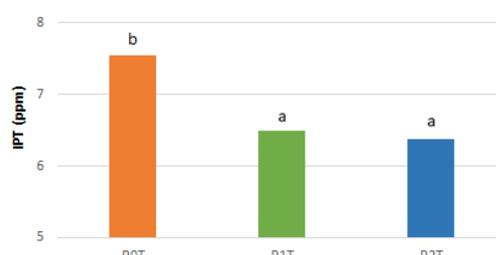


Figura 13: Valores medios de los IPT para el tratamiento de riego en vino

Sobre otros componentes del mosto y el vino, algunos autores como Ginestar *et al.*, (1998), Durántez (2011) y Mínguez (2011) observaron que tanto la concentración de antocianos y fenoles, como el color, disminuye por influencia del riego, principalmente provocado por un aumento en el peso de la baya, lo que provoca la disminución de la relación hollejo/pulpa, y se producen procesos de dilución, provocando un descenso en la intensidad colorante de vinos y mostos. En el caso del vino de este trabajo, los compuestos fenólicos (ácidos hidroxicinámicos, flavonoles, pardeamiento e IPT) también disminuyen (Figuras 10, 11, 12 y 13). Y en el caso del color, en este estudio, solo se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la luminosidad (L^*) observándose un aumento con el riego (Figura 14).

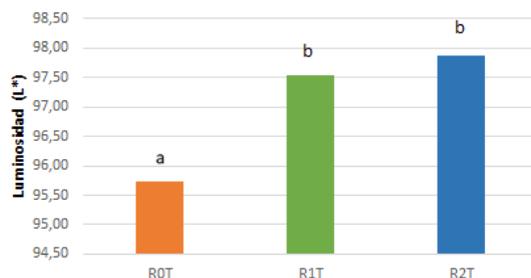


Figura 14: Valores medios de la luminosidad (L*) para el tratamiento de riego en vino

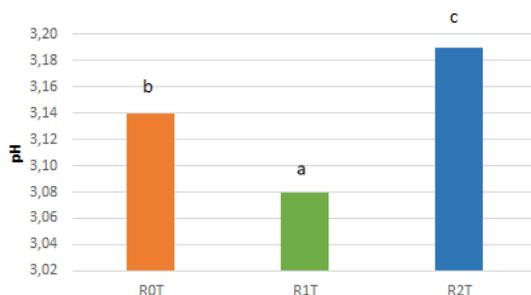


Figura 15: Valores medios del pH para el tratamiento de riego en vino

En este caso, el pH (Figura 15), disminuye cuando el riego se aplica desde el inicio de envero hasta final de maduración (R1T) y aumenta cuando se aplica desde el tamaño baya hasta final de maduración (R2T), en comparación con la muestra sin riego. Hay autores que no encontraron diferencias (Williams y Grimes, 1987; Crespo, 2011), autores que observaron un incremento (Sipiora y Gutiérrez, 1995) y otros que observaron una disminución (Lissarrague, 1986; Bartolomé, 1993; Yuste, 1995; Durántez, 2011).



Figura 16: Valores medios del extracto seco para el tratamiento de riego en vino

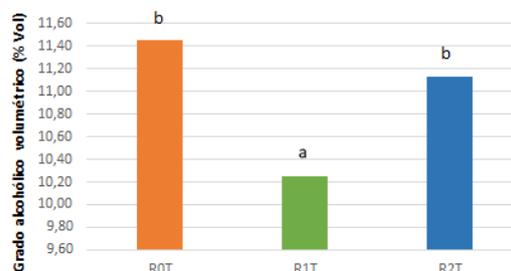


Figura 17: Valores medios del grado alcohólico para el tratamiento de riego en vino

Por último, el extracto seco (Figura 16) y el grado alcohólico volumétrico (Figura 17) se comportan de una manera similar, no encontrando diferencias estadísticamente significativas entre R0T y R2T, y sí entre esas dos con la muestra R1T y siendo esta la que tiene el valor más bajo.

FACTOR DESHOJADO

En este caso, se estudiará el tratamiento de deshojado sin riego (R0T-R0D), y por otra parte el efecto del deshojado con riego (R2T-R2D), realizando dos ANOVA con dos niveles cada uno, tanto en mosto como en vino.

Tabla 4. Resultados analíticos en el mosto (factor deshojado)

MOSTO				
	R0T	R0D	R2T	R2D
Grado Brix	18,9 ± 0,10 ^a	18,2 ± 1,33 ^a	18,0 ± 0,46 ^a	19,4 ± 0,16 ^b
GAP (% Vol.)	10,5 ± 0,06 ^a	10,0 ± 0,79 ^a	10,0 ± 0,31 ^a	10,7 ± 0,06 ^b
Acidez total (g/L TH2)	2,6 ± 0,08 ^a	2,6 ± 0,08 ^a	2,6 ± 0,08 ^a	2,6 ± 0,15 ^a
Ác. Hidroxicinámicos(mg/l)	5,56 ± 0,67 ^a	5,15 ± 0,79 ^a	4,82 ± 0,89 ^a	5,52 ± 0,89 ^a
Flavonoles (mg/l)	2,77 ± 0,15 ^a	2,50 ± 0,20 ^a	2,35 ± 0,23 ^a	2,60 ± 0,12 ^a
Pardeamiento	0,79 ± 0,03 ^a	0,71 ± 0,06 ^a	0,61 ± 0,07 ^a	0,67 ± 0,02 ^a
IPT (ppm)	11 ± 0,19 ^a	10 ± 0,36 ^a	10 ± 0,60 ^a	10 ± 0,17 ^a
pH	3,47 ± 0,05 ^a	3,49 ± 0,04 ^a	3,47 ± 0,03 ^a	3,47 ± 0,05 ^a
L*	68,43 ± 1,24 ^a	72,6 ± 3,10 ^b	74,68 ± 2,59 ^a	72,43 ± 0,61 ^a
C*	23,52 ± 0,86 ^a	23,19 ± 0,93 ^a	19,98 ± 1,42 ^a	22,09 ± 0,60 ^b
h*	84,44 ± 1,10 ^a	85,09 ± 1,12 ^a	78,18 ± 5,55 ^a	79,55 ± 6,30 ^a
a*	2,27 ± 0,39 ^a	1,99 ± 0,47 ^a	4,15 ± 2,12 ^a	3,99 ± 2,38 ^a
b*	23,41 ± 0,89 ^a	23,1 ± 0,92 ^a	19,47 ± 1,12 ^a	21,63 ± 0,76 ^b

En mosto, como se puede observar en la Tabla 4 y en las gráficas, todos los parámetros que tienen diferencias estadísticamente significativas tienen valores más altos cuando se les ha realizado el deshojado precoz que en los controles, tanto con la aplicación de riego como sin riego.

En las siguientes gráficas se representan las variables analíticas en las que se han encontrado diferencias estadísticamente significativas para el efecto deshojado en el mosto.

En el deshojado sin riego, únicamente se observaron diferencias estadísticamente significativas en la luminosidad (L*) (Figura 18), y con valores más altos si se ha realizado el deshojado precoz.

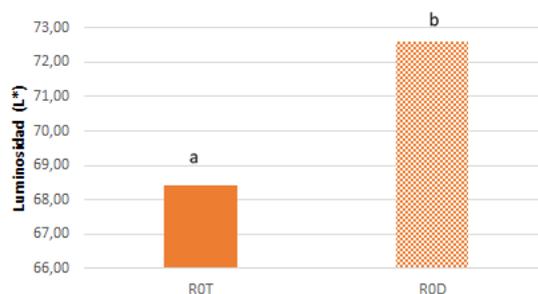


Figura 18: Valores medios de la luminosidad para el tratamiento de deshojado en seco en mosto

Y en cuanto al deshojado con riego se ven afectados el grado Brix, el grado alcohólico probable, la saturación (C*) y la coordenada cromática b*.

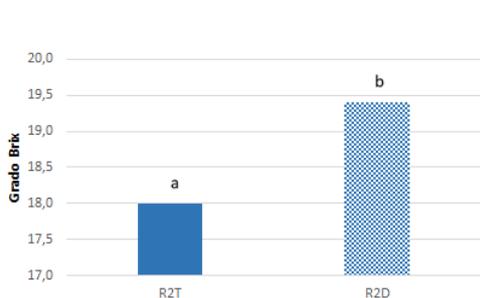


Figura 19: Valores medios del grado Brix para el tratamiento de deshojado con riego en mosto

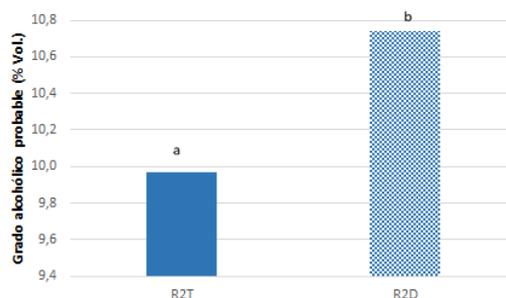


Figura 20: Valores medios del grado alcohólico probable para el tratamiento de deshojado con riego en mosto

Los valores del grado Brix (Figura 19) y del grado alcohólico probable (Figura 20) son más altos cuando se ha deshojado y se puede observar en la Tabla 4, que son más altos si se ha deshojado con riego (R2D) que si se ha deshojado sin riego (R0D).

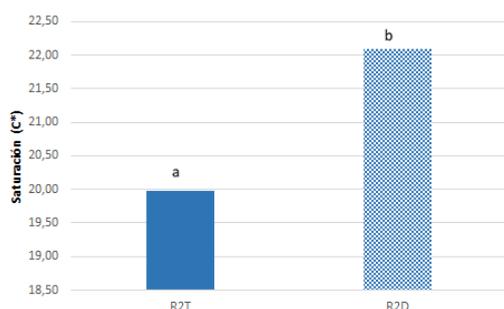


Figura 21: Valores medios de la saturación (C*) para el tratamiento de deshojado con riego en mosto

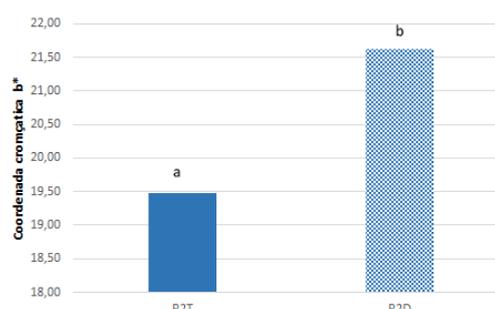


Figura 22: Valores medios de la coordenada cromática b* para el tratamiento de deshojado con riego en mosto

Tanto en la saturación (C*) (Figura 21) como en la coordenada cromática b* (Figura 22) hay diferencias estadísticamente significativas y se encuentran también los valores más altos con deshojado que sin deshojado.

En la Tabla 5 se representan los resultados del vino en R0T-R0D como en R2T-R2D. En el primero, deshojado precoz sin riego, hay diferencias estadísticamente significativas en los azúcares residuales, la acidez volátil, la tonalidad (h*), el extracto seco y el grado alcohólico. Estos dos últimos también tienen diferencias en el tratamiento de deshojado con riego (R2T-R2D) junto con los IPT, los flavonoles y los ácidos hidroxicinámicos.

Tabla 5. Resultados analíticos en el vino (factor deshojado)

VINO	R0T	R0D	R2T	R2D
Azúcares (g/L)	0,5 ± 0,06 ^a	0,8 ± 0,10 ^b	0,8 ± 0,45 ^a	0,7 ± 0,43 ^a
Acidez volátil (g/L acético)	0,13 ± 0,01 ^a	0,98 ± 0,12 ^b	1,05 ± 0,25 ^a	1,05 ± 0,07 ^a
Acidez total (g/L TH2)	4,8 ± 0,08 ^a	4,8 ± 0,10 ^a	4,9 ± 0,28 ^a	4,8 ± 0,32 ^a
Ác. Hidroxicinámicos(mg/l)	3,68 ± 0,02 ^a	3,84 ± 0,39 ^a	3,40 ± 0,05 ^a	3,88 ± 0,04 ^b
Flavonoles (mg/l)	1,03 ± 0,02 ^a	1,09 ± 0,10 ^a	0,83 ± 0,03 ^a	0,96 ± 0,01 ^b
Pardeamiento	0,12 ± 0,01 ^a	0,12 ± 0,01 ^a	0,09 ± 0,01 ^a	0,11 ± 0,01 ^a
IPT (ppm)	8 ± 0.09 ^a	7 ± 0.55 ^a	6 ± 0.29 ^a	7 ± 0.13 ^b
pH	3,14 ± 0,01 ^a	3,15 ± 0,02 ^a	3,19 ± 0,03 ^a	3,24 ± 0,03 ^a
L*	95,73 ± 0,68 ^a	96,10 ± 0,20 ^a	97,88 ± 0,32 ^a	97,70 ± 0,75 ^a
C*	6,18 ± 0,36 ^a	6,69 ± 0,51 ^a	6,45 ± 0,83 ^a	7,16 ± 0,53 ^a
h*	99,06 ± 5,59 ^b	91,81 ± 1,29 ^a	99,03 ± 1,43 ^a	99,82 ± 1,23 ^a
a*	-0,98 ± 0,61 ^a	-0,21 ± 0,15 ^a	-1,01 ± 0,19 ^a	-1,22 ± 0,12 ^a
b*	6,07 ± 0,35 ^a	6,69 ± 0,51 ^a	6,37 ± 0,82 ^a	7,05 ± 0,54 ^a
Extracto seco (g/L)	29,6 ± 0,30 ^a	30,6 ± 0,54 ^b	28,4 ± 1,00 ^a	31,0 ± 0,48 ^a
Grado alcohólico volumétrico (% Vol.)	11,5 ± 0,10 ^a	11,8 ± 0,13 ^b	11,1 ± 0,30 ^a	11,9 ± 0,13 ^b

Las siguientes gráficas representan las variables analíticas en donde se han encontrado diferencias estadísticamente significativas para el factor deshojado en el vino sin riego:

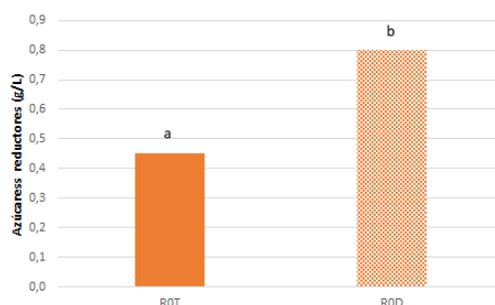


Figura 23: Valores medios de los azúcares reductores para el tratamiento de deshojado en seco en vino

Como se describió en el apartado 2.4, el deshojado precoz conlleva a una mejora de la calidad de la uva, haciendo que los azúcares se concentren, y por tanto, aumentando en la muestra R0D (Figura 23).

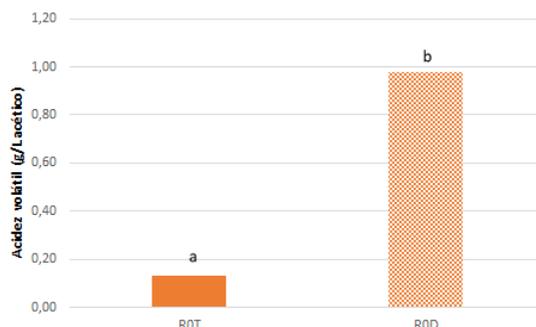


Figura 24: Valores medios de la acidez volátil para el tratamiento de deshojado en seco en vino

En la Figura 24, se puede observar como la acidez volátil es significativamente más baja si no se realiza el deshojado precoz (R0T).

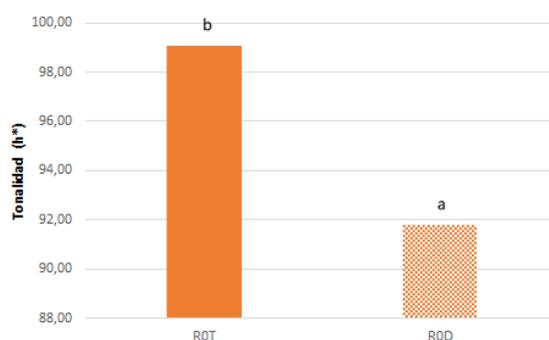


Figura 25: Valores medios de la tonalidad (h*) para el tratamiento de deshojado en seco en vino

La tonalidad (h*) es el único parámetro con diferencias estadísticamente significativas en el cual el valor de la muestra con deshojado es más baja que la muestra control (Figura 25).

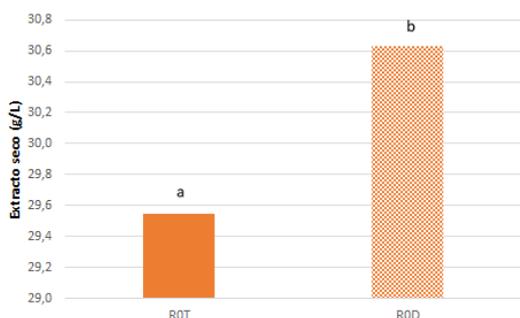


Figura 26: Valores medios del extracto seco para el tratamiento de deshojado en seco en vino

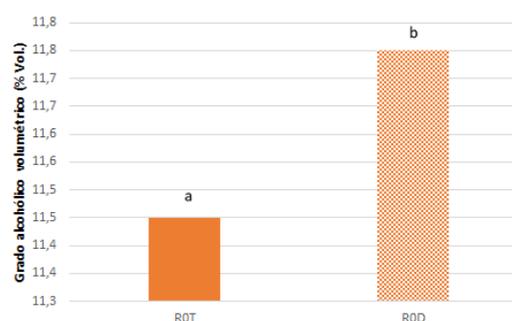


Figura 27: Valores medios del grado alcohólico para el tratamiento de deshojado en seco en vino

Tanto el extracto seco como el grado alcohólico volumétrico aumentan sus valores cuando se les ha realizado el deshojado precoz que respecto a los testigos (Figuras 26 y 27).

Las siguientes gráficas representan las variables analíticas en donde se han encontrado diferencias estadísticamente significativas para el factor deshojado en el vino con riego:

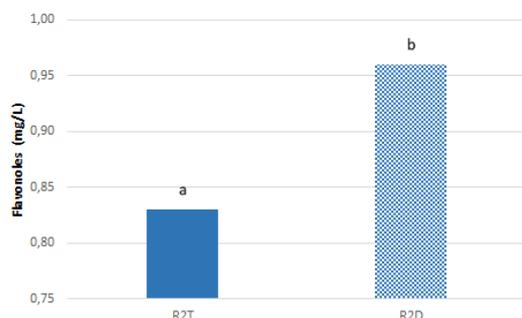


Figura 28: Valores medios de los flavonoles para el tratamiento de deshojado con riego en vino

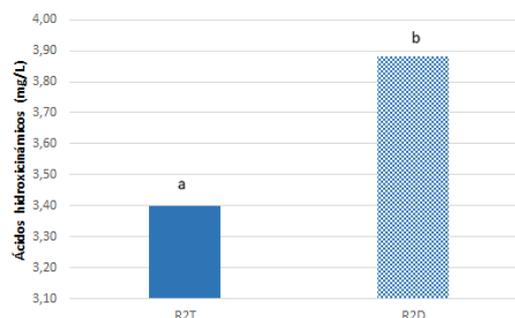


Figura 29: Valores medios de los ácidos hidroxicinámicos para el tratamiento de deshojado con riego en vino

En cuanto a los flavonoles (Figura 28), se ha observado que sigue la misma tendencia que los ácidos hidroxicinámicos, siendo las muestras con deshojado y riego las que presentan los valores más elevados, lo mismo que han encontrado otros autores (Intrieri *et al.*, 2008).

Para la variable ácidos hidroxicinámicos, en R2T-R2D (Figura 29), se ve que las muestras a las que se ha aplicado deshojado presentan valores superiores, favoreciendo un color más estable del vino. Esto puede estar provocado por la eliminación temprana de las hojas basales mejorando la ratio superficie foliar/fruto, lo que da lugar a una capacidad fotosintética más eficaz de las hojas que quedan en la cepa (Diago 2010).

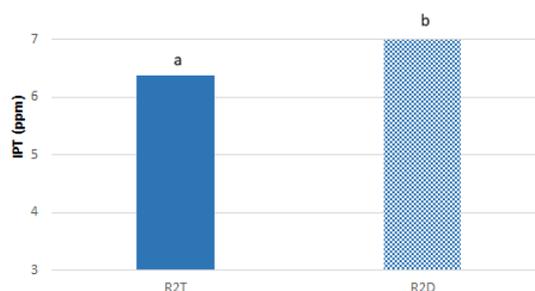


Figura 30: Valores medios de los IPT para el tratamiento de deshojado con riego en vino

Los IPT, como el resto de los análisis con diferencias estadísticamente significativas, tienen valores más altos en la muestra a la que se ha realizado el deshojado (Figura 30).

Los análisis del extracto seco (Figura 31) y del grado alcohólico volumétrico (Figura 32) siguen el mismo comportamiento que en el factor deshojado sin riego (R0T-R0D), es decir, en los dos casos aumenta si se ha realizado el deshojado precoz se haya aplicado riego o no.

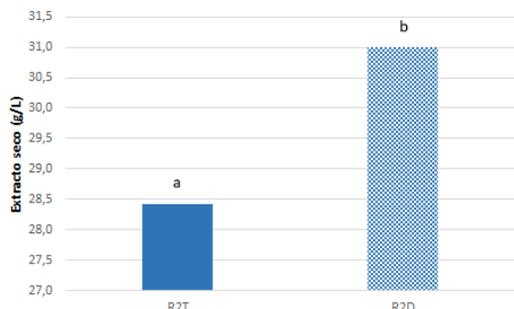


Figura 31: Valores medios del extracto seco para el tratamiento de deshojado con riego en vino

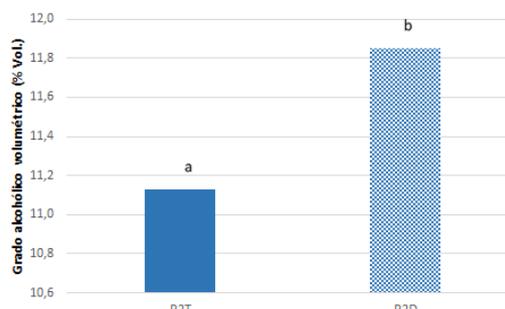


Figura 32: Valores medios del grado alcohólico para el tratamiento de deshojado con riego en vino

FACTOR DESPAMPANADO

Para estudiar el efecto despampanado se ha realizado un ANOVA de dos niveles (R1T y R1D).

Tabla 6. Resultados analíticos en el mosto (factor despampanado)

MOSTO	R1T	R1D
Grado Brix	17,3 ± 0,75 ^a	19,1 ± 0,12 ^b
GAP (% Vol.)	9,5 ± 0,45 ^a	10,6 ± 0,04 ^b
Acidez total (g/L TH2)	2,7 ± 0,05 ^a	2,7 ± 0,09 ^a
Ác. Hidroxicinámicos (mg/l)	4,41 ± 1,05 ^a	5,81 ± 0,57 ^a
Flavonoles (mg/l)	2,12 ± 0,52 ^a	2,81 ± 0,39 ^a
Pardeamiento	0,56 ± 0,20 ^a	0,63 ± 0,30 ^a
IPT (ppm)	9 ± 1,06 ^a	11 ± 0,69 ^b
pH	3,43 ± 0,07 ^a	3,44 ± 0,04 ^a
L*	77,13 ± 8,29 ^a	68,6 ± 2,44 ^a
C*	18,64 ± 2,97 ^a	20,81 ± 6,63 ^a
h*	82,95 ± 3,53 ^a	70,15 ± 18,02 ^a
a*	2,27 ± 1,00 ^a	5,43 ± 2,00 ^b
b*	18,48 ± 3,00 ^a	19,6 ± 8,10 ^a

Tabla 7. Resultados analíticos en el vino (factor despampanado)

VINO	R1T	R1D
Azúcares (g/L)	0,6 ± 0,35 ^a	1,0 ± 0,06 ^a
Acidez volátil (g/L acético)	0,73 ± 0,73 ^a	0,78 ± 0,56 ^a
Acidez total (g/L TH2)	5,1 ± 0,17 ^b	4,7 ± 0,08 ^a
Ác. Hidroxicinámicos (mg/l)	3,45 ± 0,03 ^a	3,81 ± 0,17 ^b
Flavonoles (mg/l)	0,97 ± 0,02 ^a	0,97 ± 0,04 ^a
Pardeamiento	0,09 ± 0,00 ^a	0,12 ± 0,00 ^a
IPT (ppm)	7 ± 0,08 ^a	7 ± 0,30 ^a
pH	3,08 ± 0,02 ^a	3,25 ± 0,06 ^b
L*	97,53 ± 0,78 ^a	96,65 ± 0,24 ^a
C*	5,54 ± 0,37 ^a	7,21 ± 0,29 ^b
h*	100,43 ± 2,53 ^a	97,69 ± 4,32 ^a
a*	-1,03 ± 0,29 ^a	-0,96 ± 0,52 ^a
b*	5,54 ± 0,34 ^a	7,13 ± 0,32 ^b
Extracto seco (g/L)	25,3 ± 1,27 ^a	26,5 ± 0,15 ^a
Grado alcohólico volumétrico (% Vol.)	10,3 ± 0,37 ^a	11,6 ± 0,05 ^b

Como se puede ver en la Tabla 6, las diferencias estadísticamente significativas encontradas en el caso del mosto son en: grado Brix, GAP, IPT, y en la coordenada cromática a*. Mientras que en el caso del vino (Tabla 7) se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en: acidez total, ácidos hidroxicinámicos, pH, saturación (C*), coordenada cromática b*, y grado alcohólico volumétrico.

Se ha observado, que todos los parámetros con diferencias estadísticamente significativas tienen valores más altos si se les ha realizado el despampanado, ya sea en mosto o vino, habiendo una excepción, la acidez total del vino que desciende al aplicarse el despampanado.

Las siguientes gráficas representan esas variables con diferencias estadísticamente significativas del despampanado en el mosto:

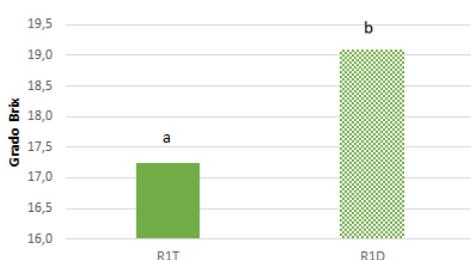


Figura 33: Valores medios del grado Brix para el tratamiento de despampanado en mosto

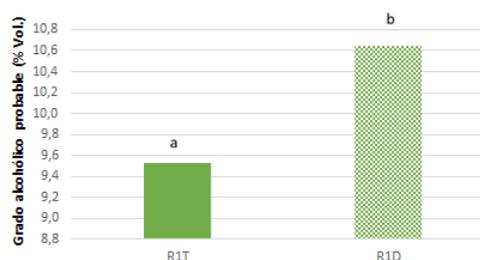


Figura 34: Valores medios del grado alcohólico probable para el tratamiento de despampanado en mosto

Como en los anteriores casos, el grado Brix y el grado alcohólico probable se comportan del mismo modo, aumentando el valor al aplicarse el despampanado (Figuras 33 y 34).

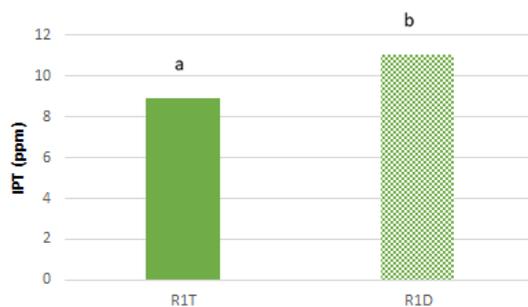


Figura 35: Valores medios de los IPT para el tratamiento de despampanado en mosto

En los análisis de los IPT también aumenta de manera significativa la concentración en la muestra del despampanado (Figura 35).

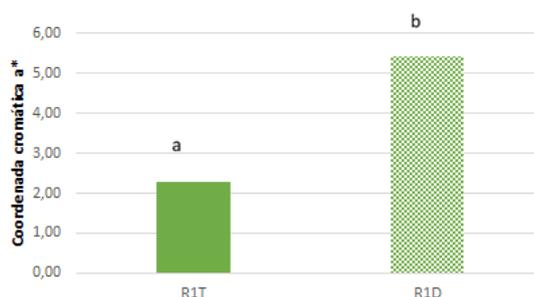


Figura 36: Valores medios de la coordenada cromática a* para el tratamiento de despampanado en mosto

En la Figura 36 se observa como la coordenada cromática a* tiene valores más altos en la muestra con despampanado (R1D) que en el testigo (R1T). En el vino sigue siendo más alto este valor pero la diferencia no es estadísticamente significativa (Tabla 7).

Y en las siguientes gráficas se representan las variables con diferencias estadísticamente significativas del despampanado en el vino:

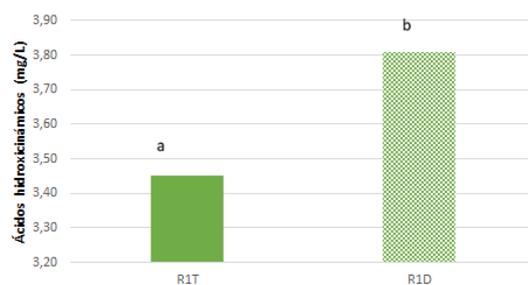


Figura 37: Valores medios de los ácidos hidroxicinámicos para el tratamiento de despampanado en vino

Se observa el aumento de los ácidos hidroxicinámicos con despampanado al compararlo con el control (Figura 37).

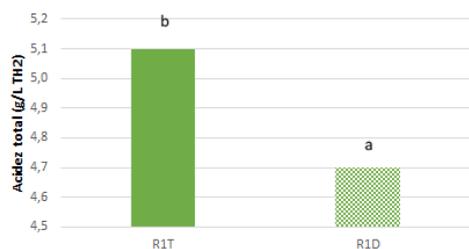


Figura 38: Valores medios de la acidez total para el tratamiento de despampanado en vino

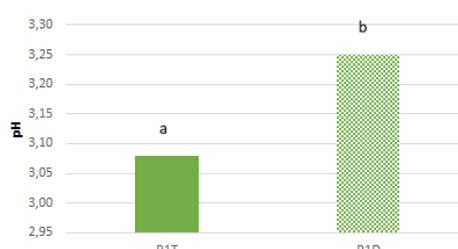


Figura 39: Valores medios del pH para el tratamiento de despampanado en vino

La acidez total es el único parámetro con diferencias estadísticamente significativas que disminuye con el despampanado (Figura 38) y concuerda con el aumento del pH con el despampanado (Figura 39).

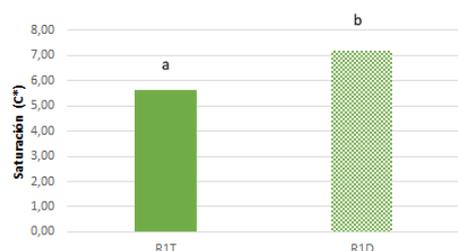


Figura 40: Valores medios de saturación (C*) para el tratamiento de despampanado en vino

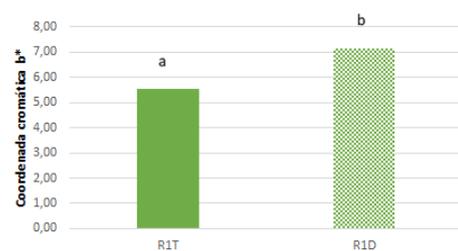


Figura 41: Valores medios de la coordenada cromática b* para el tratamiento de despampanado en vino

En los parámetros del color, la saturación (C*) (Figura 40) y la coordenada cromática b* (Figura 41) tienen diferencias estadísticamente significativas, y en ambos casos las muestras testigo tienen valores más bajos que en el caso del despampanado.

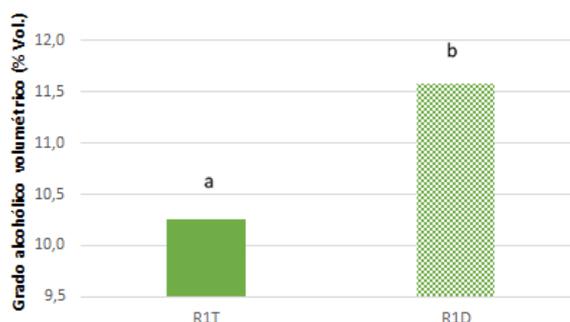


Figura 42: Valores medios del grado alcohólico para el tratamiento de despampanado en vino

Por último, el grado alcohólico volumétrico aumenta con el despampanado (Figura 42) al igual que con el deshojado con o sin riego (Figuras 32 y 27).

6. CONCLUSIONES

Se llegaron a las siguientes conclusiones:

- La aplicación de riego provocó una dilución de los compuestos en el mosto disminuyendo la concentración de sólidos solubles, polifenoles y color.
- En vino, el riego, disminuye la concentración de las familias fenólicas, el pardeamiento, pH, extracto seco y el grado alcohólico volumétrico; y aumenta la acidez volátil y la luminosidad (L*).
- El deshojado precoz aumenta de forma significativa los sólidos solubles en el mosto, y en el vino la acidez volátil, las familias fenólicas, el extracto seco y el grado alcohólico volumétrico.
- El despampanado también aumentan los sólidos solubles en el mosto e IPT, y condujo a la obtención de vinos con mayor grado alcohólico, más color y pH, y una menor acidez total.

Por todo ello, se deduce que los parámetros estudiados cambian los perfiles de los vinos y se pueden utilizar estas prácticas agronómicas para mejorar la calidad de los vinos, de todas formas, hay que esperar a realizar el estudio de la tercera vendimia para sacar conclusiones globales.

7. BIBLIOGRAFÍA

- AERNY, J. 1996. Composés azotés des moûts *et* des vins. *Revue Suisse Viticulture Arboriculture Horticulture* 28 (3), 161–165.
- ANDRÉS-LACUEVA, C.; LAMUELA-RAVENTÓS, R.M.; BUXADERAS, S.; DE LA TORRE-BORONAT, M.C. 1997. Influence of variety and ageing on foaming properties of cava. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45 (7): 2520-2525.
- BARTOLOMÉ, M.C. 1993. Respuestas de la vid (*Vitis vinifera* L.) a condiciones de estrés hídrico: efectos sobre las relaciones agua-planta, el crecimiento, la producción y la calidad (cv. Tempranillo). Tesis doctoral del Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia. Universidad Politécnica de Madrid
- BERGQVIST, J., DOKOOZLIAN, N. Y EBISUDA, N. 2001. Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the Central San Joaquin Valley of California. *American Journal of Enology and Viticulture*, 52, 1- 7.
- BLEDSOE, A.M., KLIEWER, W.M. Y MAROIS, J.J. 1988. Effects of timing and severity of leaf removal on yield and fruit composition of Sauvignon Blanc grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 39, 49-54.
- CABELLO, F.; ORTIZ, JM; MUÑOZ, G; RODRÍGUEZ, I; BENITO, A; RUBIO, C; GARCÍA, S Y SÁIZ R. Variedades de vid en España. Editorial agrícola. 2011.
- CANDOLFI-VASCONCELOS, M.C. Y KLOBET, W. 1991. Influence of partial defoliation on gas exchange parameters and chlorophyll content of field- grown grapevines– Mechanisms and limitation of the compensation capacity. *Vitis* 30, 129-141.
- CASSASA, F. Y SARI S. 2006. Aplicación del Sistema Cie-Lab a los vinos tintos. Correlación con algunos parámetros tradicionales. *Revista Enología* Nº III, 1-15.
- CHOMÉ, P.M.; SOTÉS, V.; BENAYAS, F.; CAYUELA, M.; HERNÁNDEZ M.; CABELLO, F.; ORTÍZ, J.; RODRÍGUEZ, I. Y CHAVES, J. 2003. Variedades de vid. Registro de variedades comerciales. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

- CRESPO, D. 2011. Influencia de la densidad de plantación y de las dosis de riego en la calidad del mosto y vino en la variedad tempranillo. Proyecto fin de carrera. Universidad de Valladolid.
- CUEVAS, E. 2001. Estudio de mecanismos de adaptación ecofisiológica de la vid (*Vitis vinifera* L., cv. Tempranillo) al déficit hídrico. Evaluación del consumo de agua y de las respuestas agronómicas en diferentes regímenes hídricos. Tesis doctoral. Departamento de Producción vegetal. Universidad Politécnica de Madrid.
- DIAGO, MP. 2010. Estudio y desarrollo del deshojado precoz como técnica para el control del rendimiento productivo de la vid (*Vitis vinifera* L). Efectos sobre el desarrollo vegetativo, los componentes de la producción, así como sobre la composición y la calidad de la uva y del vino. Tesis doctoral. Departamento de Agricultura y Alimentación. Universidad de La Rioja. p. 319.
- DOKOOZLIAN, N.K. Y KLIEWER, W.M. 1996. Influence of light on grape berry growth and composition varies during development. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, 121, 869-874.
- DURÁNTEZ, J.M. 2011. Aplicación e influencia de diferentes sistemas y dosis de riego en la calidad de mosto y vino de Cabernet Sauvignon. Proyecto fin de carrera. Universidad de Valladolid.
- GARCÍA, J.; XIRAU M.; AZORÍN R. 2000. Técnicas usuales de análisis en Enología. Panreac Química.
- GARCÍA-ESCUADERO, E.; LÓPEZ R.; SANTAMARÍA P. Y ZABALLA O. 1997. Ensayos de riego localizado en viñedos productivos de cv. Tempranillo. *Viticultura/Enología Profesional*, 50, 35-47.
- GARCÍA-ESCUADERO, E.; LÓPEZ R.; SANTAMARÍA P. Y ZABALLA O. 2000. Control de rendimiento en viñedos conducidos en régimen de riego localizado. *Viticultura/Enología Profesional*, 69,12-23.
- GINESTAR, C.; EASTHAM J.; GRAY S. Y ILAND P. 1998. Use of Sap-Flow Sensors to Schedule Vineyard Irrigation. I. Effects of Post-Veraison Water Deficits on Water Relations, Vine Growth, and Yield of Shiraz Grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 49 (4), 413-428.
- GUBLE, W.D., BETTIGA, L.J. Y HEIL D. 1991. Comparisons of hand and machine leaf removal for the control of Botrytis bunch rot. *American Journal of Enology and Viticulture* 42, 233-236.
- HASELGROVE, L., BOTTING, D., VAN HEESWIJCK R., HOJ, P.B., DRY, P.R., FORD, C. Y ILAND, P.G. 2000. Canopy microclimate and berry composition: the effect of bunch exposure on the phenolic composition of *Vitis vinifera* L. cv. Shiraz grape berries. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 6, 141- 149.
- HERRERA, M. 2013. Efecto del riego sobre la calidad del mosto y el vino de Tempranillo y Cabernet Sauvignon en la vendimia del 2011. Proyecto fin de carrera. Universidad de Valladolid.
- HIDALGO, J. 2010. Tratado de enología. Editorial Mundi-Prensa.
- HIDALGO, L. 1999. Tratado de viticultura general. Editorial Mundi-Prensa.
- INTRIERI, C., FILIPPETTI, I., ALLEGRO, G., CENTINARI, M. Y PONI S. 2008. Early defoliation (hand vs mechanical) for improved crop control and grape composition in Sangiovese (*Vitis vinifera* L.). *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 14, 25-32.
- LISSARRAGUE, J.R. 1986. Estudio de los efectos del riego en la producción, desarrollo vegetativo, calidad del mosto y nutrición mineral en la vid. Tesis Doctoral. Dpto. Producción Vegetal. Universidad Politécnica de Madrid.
- LISSARRAGUE, J.R. 1997. Necesidades de agua de la vid. Consecuencias del estrés hídrico y del riego del viñedo. *Agricultura* 785, 943-950.

- LÓPEZ-MIRANDA, S., YUSTE, J., LISSARRAGUE, J.R. 2004. La poda del Verdejo: fundamentos y aplicaciones. Ed. Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. 123 p.
- MARTÍNEZ DE TODA, F. Y TARDÁGUILA, J. 2003. Meccanizzazione e fabbisogni di manodopera dei diversi sistemi di allevamento. En "Forme di allevamento della vite e modalità di distribuzione dei fitofarmaci" pp. 143-158. Ed. Balsari P., Scienza A. Bayer CropScience. Milan (Italia).
- MÍNGUEZ, J. 2011. Efecto de distintas estrategias de riego sobre la calidad del mosto y del vino de Tempranillo y Cabernet Sauvignon. Proyecto fin de carrera. Universidad de Valladolid.
- MURISIER F. 1996. Optimisation du rapport feuille-fruit de la vigne pour favoriser la qualité du raisin et l'accumulation des glucides de réserve. Relation entre le rendement et la chlorose. Thèse. Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich.
- MORRIS, J.R., MAIN, G.L., OSWALD, O.L. 2004. Flower cluster and shoot thinning for crop control in French-american hybrid grapes. *American Journal of Enology and Viticulture* 55, 423-426.
- MORRISON, J.C. Y NOBLE, A.C. 1990. The effects of leaf and cluster shading on the composition of Cabernet Sauvignon grapes and on fruit and wine sensory properties. *American Journal of Enology and Viticulture*, 41, 193- 200.
- MYERS, J.K., WOLPERT, J-A., HOWEL, G.S. 2008. Effect of shoot number on the leaf area and crop weight relationship of young Sangiovese grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 59, 422-424.
- OIV. 2014. Compendium of International Methods of Analysis of Wines and Musts.
- PERCIVAL, D.C., FISHER, K.H. Y SULLIVAN, J.A. 1994. Use of fruit zone leaf removal with *Vitis vinifera* L. cv. Riesling grapevines. II. Effect on fruit composition, yield, and occurrence of bunch rot (*Botrytis cinerea* Pers.: Fr.). *American Journal of Enology and Viticulture*, 45, 133- 139.
- PETRIE, P.R., TROUGHT, M.C.T., HOWELL, G.S. 2000. Growth and dry matter partitioning of Pinot Noir (*Vitis Vinifera* L.) in relation to crop load. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 6, 40-45.
- PETRIE, P.R., TROUGHT, M.C.T., HOWELL, G.S., BUCHAN, G.D. 2003. The effects of leaf removal and canopy height on whole-vine gas exchange and fruit development of *Vitis vinifera* L. Sauvignon blanc. *Functional Plant Biology*, 30, 711-717.
- PONI, S. Y GIANCHINO, E. 2000. Growth, photosynthesis and cropping of potted grapevines (*Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon) in relation to shoot trimming. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 3, 216- 226.
- PONI, S., BERNIZZONI, F., BIOLA, G. Y CENNI, A. 2005. Effects of early leaf removal on cluster morphology, shoot efficiency and grape quality in two *Vitis vinifera* cultivars. *Acta Horticulturae*, 689, 217- 225.
- PONI, S., CASALINI, L., BERNIZZONI, F., CIVARDI, S. Y INTRIERI, C. 2006. Effects of early defoliation on shoot photosynthesis, yield components, and grape quality. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57, 397- 407.
- PONI, S., BERNIZZONI, F. Y CIVARDI, S. 2008. The effect of early leaf removal on whole- canopy gas exchange and vine performance of *Vitis vinifera* L. "Sangiovese". *Vitis*, 47, 1- 6.
- PONI, S., BERNIZZONI, F., CIVARDI, S., LIBELLI, N. 2009. Effects of pre-boom leaf removal on growth of berry tissues and must composition in two red *Vitis vinifera* L. cultivars. *American Journal of Grape and Wine Research*, 15, 185-193.
- REYNOLDS, A.G., MOLEK, T. DE SAVIGNY, C. 2005. Timing of shoot thinning in *Vitis vinifera*: Impacts on yield and fruit composition variables. *American Journal of Enology and Viticulture*, 56, 343-356.

- SÁNCHEZ-DÍAZ, M. y AGUIRREOLEA J. 2000. Movimientos estomáticos y transpiración. En: Fundamentos de fisiología vegetal. Editorial J. Azcon-Bieto y M. Talón.
- STAFF, S.L., PERCIVAL, D.C., SULLIVAN, J.A Y FISHER, K.H. 1997. Fruit zone leaf removal influences vegetative, yield, disease, fruit composition, and wine sensory attributes of *Vitis vinifera* L. "Optima" and "Cabernet franc". *Canadian Journal of Plant Science*, 77, 149- 153.
- TARDÁGUILA, J., DIAGO, M.P., MARTÍNEZ DE TODA, F., PONI, S. Y VILANOVA, M. 2008. Effects of timing of leaf removal on yield, berry maturity, wine composition and sensory properties of cv. Grenache grown under non irrigated conditions. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 42, 221- 229.
- VALDÉS, E.; RUBIO J. A.; YUSTE J.; URIARTE D.; MORENO D. y PRIETO M. 2006. Estudio de diferentes estrategias de riego deficitario. *Viticultura/Enología*. Nº 106, 17-26.
- WILLIAMS, L.E. Y GRIMES D.W. 1987. Modelling vine growth-development of data set for a water balance subroutine. In: Terry Lee (ed.) *Proceedings of the Sixth Australian Wine Industry Technical Conference*. 14-17 July 1986. Adelaide, South Australia, 169-174.
- YUSTE, J. 1995. Comportamiento fisiológico y agronómico de la vid (*Vitis vinifera* L.) en diferentes sistemas de conducción en secano y regadío. Tesis Doctoral, Dpto. Producción vegetal: Fitotecnia. Universidad Politécnica de Madrid.
- YUSTE, J. 2002. El manejo en verde del sistema de conducción orientado a la obtención de uva de calidad. *Tecnología del Vino*. 8: 25-30.
- YUSTE, J. 2005. Operaciones en verde para mejorar la calidad de la uva. *Vida Rural*. 207, 52-56.