



---

**Universidad de Valladolid**  
**Campus de Palencia**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

**Grado en Enología**

**EFFECTO DE LA GESTIÓN HÍDRICA Y  
AGRONÓMICA SOBRE LA CALIDAD  
DEL MOSTO Y VINO DE LA VARIEDAD  
VERDEJO**

**Alumno: VÍCTOR GONZÁLEZ CELADA**

**Tutor: ENCARNACIÓN FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ**

**Cotutores: JOSÉ MANUEL RODRÍGUEZ NOGALES**

**JOSEFINA VILA CRESPO**

**Junio 2016**

	<b>Página</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES</b>	<b>1</b>
<b>1.1. DESHOJADO PRECOZ</b>	<b>1</b>
<b>1.2. GESTIÓN HÍDRICA</b>	<b>3</b>
<b>1.3. LA VARIEDAD VERDEJO</b>	<b>5</b>
<b>2. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO</b>	<b>5</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>5</b>
<b>3.1. MATERIAL VEGETAL Y TRATAMIENTOS</b>	<b>5</b>
<b>3.2. DESARROLLO DE LA VINIFICACIÓN</b>	<b>6</b>
<b>3.3. MÉTODOS ANALÍTICOS</b>	<b>7</b>
<b>3.4 ANÁLISIS SENSORIAL</b>	<b>13</b>
<b>3.5. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO</b>	<b>14</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>14</b>
<b>4.1. SEGUIMIENTO DE LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA</b>	<b>14</b>
<b>4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS</b>	<b>15</b>
<b>4.2.1. Recogida de muestras</b>	<b>15</b>
<b>4.2.2. Efecto sobre los parámetros básicos del mosto</b>	<b>15</b>
<b>4.2.3. Efecto sobre los parámetros del vino</b>	<b>19</b>
<b>4.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL</b>	<b>23</b>
<b>5. CONCLUSIONES</b>	<b>24</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>24</b>

## RESUMEN

En la aplicación de riego, observamos como el pH, la acidez total, grado alcohólico y el extracto seco han aumentado significativamente. En la volátil encontramos valores similares, no significativos, ya que la volátil es determinante del proceso de fermentación. Los azúcares en el riego se ven disminuidos frente al seco. En las familias fenólicas vemos una disminución en los valores, salvo en los flavonoles. Deducimos que el mero hecho de regar afecta considerablemente a los parámetros enológicos estudiados, independientemente de la dosis de riego aplicada.

En la aplicación de deshojado podemos apreciar una disminución del pH, provocada por una disminución de potasio, asimismo la acidez aumenta en concordancia con su bajada de pH, ligero aumento de la acidez volátil aunque no concluyente, ya que lo determinante es el proceso de fermentación. El grado alcohólico volumétrico se ve incrementado con el riego y combinado con el deshojado, igualmente que el extracto. Las familias fenólicas aumentan sus valores aunque en diferente medida dependiendo de la especie fenólica concreta de la que se trate como en el pardeamiento donde encontramos que el valor más elevado lo obtenemos en el seco, con el deshojado (S0D). En cuanto al color, la luminosidad ( $L^*$ ) disminuye con el deshojado afectando el deshojado en un decremento de la luminosidad ( $L^*$ ). En el balance rojo/verde encontramos con una disminución de la intensidad del verde, que aumenta con el riego moderado. En el balance amarillo/ azul vemos un aumento en la intensidad amarilla. Podemos deducir que el deshojado influye en el aumento y descenso de los compuestos estudiados arriba y que junto al riego, mejora notablemente los parámetros estudiados.

Podemos afirmar que tanto la aplicación de riego, como de deshojado, cambia el perfil de los vinos, pudiendo jugar con estas prácticas, para poder obtener unos vinos finales, diferentes y de este modo poder competir con los demás vinos.

## 1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

### 1.1. 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

iración y exposición de los frutos) y c) incrementar la eficacia de los tratamientos fitosanitarios (Gubler *et al.* 1991).

Tardáguila *et al.* (2008b) 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.

El deshojado precoz tiene como objetivo principal la regulación de la producción de uva y se fundamenta en la relación funcional existente entre el rendimiento productivo y la disponibilidad de azúcares en el momento de pre-floración (Coombe, 1959; Coombe, 1962; Caspari y Lang, 1996). Esto demuestra que durante el período anterior y posterior a la floración, las hojas basales adultas de los pámpanos, representan la principal fuente de nutrientes para garantizar el cuajado (Quinlan y Weaver, 1970). Sin embargo, la eliminación de hojas de forma temprana también causa un efecto en el microclima de las hojas y los frutos, con las implicaciones que dicho efecto puede tener en la calidad de la uva producida.

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* 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 2003; Poni y

Giachino, 2000); 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.

Aparte de los aspectos y resultados mencionados, otras dos ventajas fundamentales que podrían derivarse de la aplicación de esta práctica vitícola son la ausencia de necesidad de realización de desnietado (supresión de los nietos o brotes laterales de los pámpanos, situados alrededor de los racimos), así como 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).

## 1.2. GESTIÓN HÍDRICA

El agua es una parte esencial en todas las reacciones químicas de las plantas y es fundamental para la turgencia de los tejidos. Si se produce una deshidratación por debajo de los niveles críticos, la planta sufriría cambios irreversibles y como consecuencia la muerte.

El potencial hídrico de la hoja ( $\Psi$ ) 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 del potencial varían dentro de la planta, con valores más altos en la raíz y más bajos en la hoja.

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). Esta pérdida se produce a través de los estomas cuando éstos 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. Otro factor que influye en el estado hídrico es el sistema radicular, ya que por él se produce la absorción de agua.

La vid tiene unas necesidades de aguas relativamente bajas, solo comparables con las del olivo, estimándose que necesita unos 300 litros de agua para formar un kilogramo de materia seca. Además la vid 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,  $E_{To}$ , correspondiente a una cubierta de gramíneas de 8-10 cm que crece sin limitaciones, al que se aplica un coeficiente de cultivo,  $K_c$ , que pondera al anterior parámetro, obteniéndose la evapotranspiración del viñedo,  $E_{Tc}$  (Lissarrague, 1997).

$$E_{Tc} = E_{To} \cdot K_c$$

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  $E_{To}$  (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, 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) También se comprobó que el consumo de agua aumenta cuando la acumulación de materia seca es mayor (Alburquerque, 1993).

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, podemos obtener diferencias en la composición del mosto y del vino.

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) y en otros estudios con tratamientos sometidos a cierto estrés tras el envero se vieron efectos contrarios (Williams y Matthews, 1990; López, 1994; Ginestar *et al.*, 1998).

La acidez total aumenta con el riego moderado (Durántez, 2011), ya que el riego favorece la síntesis de ácido málico. Sin embargo en otros estudios no se encontraron diferencias (Ginestar *et al.*, 1998; Crespo, 2011). En cuanto al pH también hubo diferencias con autores que no encontraron diferencias (Williams y Grimes, 1987; Crespo, 2011), autores que observaron un incremento (Sipiora y Gutiérrez, 1995) y

autores que observaron una disminución (Lissarrague, 1986; Bartolomé, 1993; Yuste, 1995; Durántez, 2011).

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.

### 1.3. LA VARIEDAD VERDEJO

Es una planta poco vigorosa, de fertilidad baja, con racimos pequeños y producción media. Adaptada a terrenos poco fértiles, pero muy sensible al oídio.

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, 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. OBJETIVOS

El objetivo principal del estudio es comprobar la incidencia del riego y del deshojado precoz sobre la calidad del mosto y del vino en la variedad Verdejo en la vendimia 2015. Para conseguir este objetivo en primer lugar se procede a la vinificación de las uvas procedentes de los diferentes tratamientos de riego y deshojado. Y posteriormente se hacen los análisis físico-químicos en mosto y vino, así como el análisis sensorial de los vinos elaborados.

## 3. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 MATERIAL VEGETAL Y TRATAMIENTOS

Los ensayos se han realizado en una parcela experimental de *Vitis vinifera* cv. Verdejo, sobre 110 R, plantada en 2006. Pertenece a las bodegas del Grupo Yllera S.L. y está ubicada en Medina del Campo (Valladolid), dentro de la D.O. Rueda. El viñedo está conducido en espaldera, con poda en cordón Royat bilateral y marco de plantación de 2,6 x 1,25 m. El diseño experimental es en bloques al azar con 4 repeticiones y parcela elemental de 20 cepas de control.

Los tratamientos de gestión hídrica serán: 1) S0: secano (0% ETo); 2) R1: riego al 30% ETo a partir del estado de inicio de envero hasta final de maduración; 3) R2: riego al 30% ETo a partir del estado de tamaño guisante hasta final de maduración.

En la misma parcela experimental, se realizará un tratamiento adicional de deshojado precoz en la zona basal y de racimos, que se aplicará en floración, frente al tratamiento genérico planteado como testigo.

Tabla 1. Tratamientos experimentales de Verdejo

	Código muestra	Riego 1	Riego 2	Deshojado
1	S0T	No	No	No
2	S0D	No	No	Sí
3	R1T	Sí	No	No
4	R1D	Sí	No	Sí
5	R2T	No	Sí	No
6	R2D	No	Sí	Sí

### 3.2. DESARROLLO DE LA VINIFICACIÓN

Una vez recibida la uva procedente de los viñedos experimentales en la bodega experimental de la ETSIIAA de Palencia (UVa), se procedió a su vinificación siguiendo el diagrama de flujo de vinificación en blanco (Fig. 1). Se procede a dividir en dos cada lote de tratamiento para realizar las vinificaciones por duplicado (S00-T1T2, S00-T3T4, S00-D1D2, S00-D3D4, R1-T1T2, R1-T3T4, R1-D1D2, R1-D3D4, R2-T1T2, R2-T3T4, R2-D1D2 y R2-D3D4).

El despalillado y estrujado de la vendimia se realizó en una despalilladora de paletas y una estrujadora de rodillos de perfiles conjugados o estriados. Después se realizó el prensado en una prensa neumática.

Se encubaron los tratamientos por separado en depósitos de acero inoxidable y se realizaron los análisis físico-químicos del mosto: grado Brix, nitrógeno fácilmente asimilable, índice de polifenoles totales (IPT), familias fenólicas y color. Tras el encubado se sulfitó el mosto a 50 mg/L de SO<sub>2</sub> total, para el posterior desfangado estático por frío a 8 °C durante 24 horas.

Después de realizar un trasiego para eliminar los fangos se sembró el mosto con levaduras neutras comerciales. La cepa utilizada fue *Saccharomyces cerevisiae* LALVIN EC 1118 (Lallemand, Quebec, Canadá). Utilizando la dosis mayor recomendada 30 g/Hl.

La fermentación se controló a través de la temperatura y la densidad de cada depósito, diariamente también se realizó un bazuqueo, para facilitar la fermentación. Cuando las densidades se estabilizaron sobre 0,990-0,995 se realizaron los análisis de



azúcares reductores y cuando estos fueron menores de 3 g/L se dio por terminada la fermentación.

Se trasegó el vino a nuevos depósitos y se añadió sulfuroso hasta conseguir llegar a 30 mg/L de SO<sub>2</sub> libre. Posteriormente se realizó una estabilización tartárica por frío en la cámara de refrigeración, una semana más tarde se volvió a trasegar para eliminar los tartratos precipitados y se comprobó el sulfitado, corrigiendo aquellos vinos por debajo de 30 mg/L de SO<sub>2</sub> libre.

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



Figura1. Diagrama de flujo del proceso de vinificación realizado.

### 3.3. MÉTODOS ANALÍTICOS

A continuación se relacionan los métodos analíticos empleados, teniendo en cuenta que, salvo indicación de lo contrario, las técnicas utilizadas son las establecidas por la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV, 2014). En el

caso de los análisis físico-químicos correspondientes al mosto se realizarán por duplicado y por triplicado en el vino final.

#### - 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). Materiales 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.

Materiales 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.

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

Materiales y reactivos:

- pHmetro.
- Vaso de precipitados (100 mL).
- Pipeta (25 mL).
- Tampón solución pH 4,00; 7,00 y 9,00.
- Agua destilada (H<sub>2</sub>O).

#### - 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).

Materiales 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 (H<sub>2</sub>O).
- 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.

- SO<sub>2</sub> LIBRE Y TOTAL

Fundamento:

La determinación del dióxido de azufre se basa en una valoración de oxidoreducción con I<sub>2</sub> 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.
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 16%.
- I<sub>2</sub> 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/cm<sup>2</sup>  $\approx$  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 Rebeleim, 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  $\text{Cu}^{2+}$  que contiene tartrato para mantener el metal en solución. El  $\text{Cu}^{2+}$  es reducido a  $\text{Cu}^{+}$  y el  $\text{Cu}^{2+}$  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 ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 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 CIELAB 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.

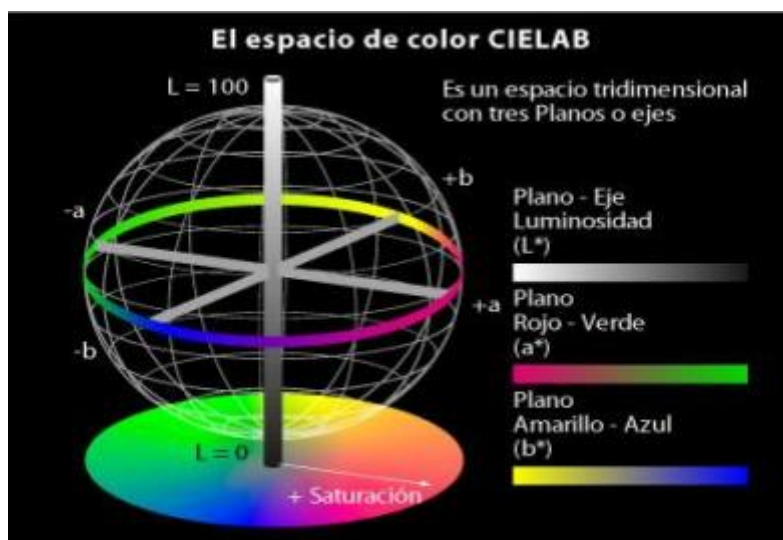


Figura 2. Espacio CIELAB

### 3.4. ANÁLISIS SENSORIAL

Para la realización del análisis sensorial se utilizó el método Napping®, para ello se contó con un panel de 22 consumidores no entrenados de diversas edades,

pero con un cierto grado de experiencia en la cata de vinos. La sesión se realizó en la sala de catas de la ETSIIAA del Campus de Palencia, acondicionada para este tipo de prácticas con cabinas individuales y aisladas entre sí, para prevenir posibles errores de sugestión. Cada una de las cabinas disponía de un foco de luz y una pila con agua corriente, además de ser blanca para así evitar modificaciones en el color de los vinos a catar.

La ficha de cata utilizada fue un mantel de 40x60 cm, en donde los catadores tenían que colocar las muestras de vino más cercanas o más alejadas según sus propios criterios. Para evitar posibles errores de sugestión, las muestras de vino se presentaron en orden aleatorio y codificado con un número de tres cifras elegido al azar. Las copas utilizadas fueron los denominados catavinos, que es la copa estándar utilizada internacionalmente para la cata de vinos. Las instrucciones que se dieron a los catadores fueron las siguientes:

“Los vinos han de ser posicionados en el mantel según tu criterio propio. Los vinos más semejantes deben estar posicionados más cerca, siendo mayor la distancia cuanto mayores diferencias se aprecien. Se debe intentar utilizar la mayor parte del mantel. Una vez determinadas las posiciones de cada vino, se debe escribir debajo de cada copa, sobre el mantel, el código del vino correspondiente.”

Además se pidió a los catadores que una vez colocadas las muestras en el mantel realizaran una breve descripción de cada vino.

### **3.4. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO**

Una vez recopilados todos los datos obtenidos de los análisis del mosto y del vino, se procedió a la realización de un estudio estadístico mediante análisis de varianza (ANOVA), con la intención de comprobar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos de riego y deshojado para los parámetros físico-químicos analizados. Se usó el programa estadístico IBM SPSS Statistics versión 22. Para el análisis de los datos del Napping®, se realizó un análisis factorial múltiple (AFM) utilizando el programa R2.15.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. SEGUIMIENTO DE LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA**

Para el seguimiento de la fermentación alcohólica se midió temperatura y densidad. En cuanto a la temperatura se intentó que no subiera de 18,5 °C, para evitar perder aromas varietales. Cuando la densidad se estabilizó sobre 993 g/L se procedió a realizar los análisis de azúcares reductores y cuando estos dieron menos de 3 g/L se dio por terminada la fermentación.

A continuación, en la Figura 3 se presenta el seguimiento de la temperatura y de la densidad en una de las repeticiones del tratamiento R2D, ya que las demás vinificaciones siguieron el mismo patrón.



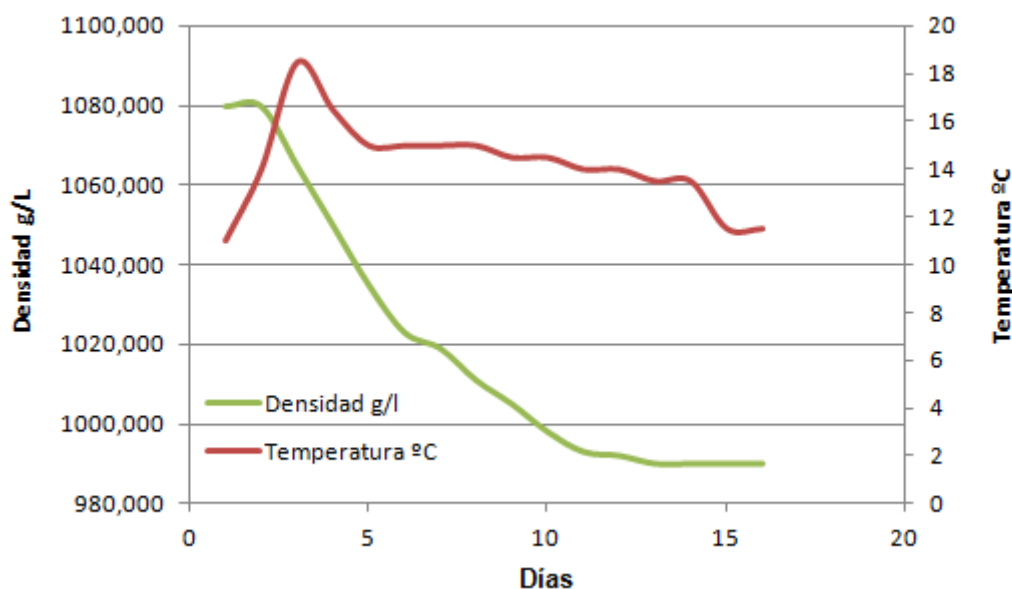


Figura 3. Seguimiento de la densidad y temperatura en la muestra R2-D3D4

Como se puede observar la densidad sufre una bajada diaria, produciéndose los cambios más pronunciados entre el segundo y el séptimo 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 el día 14. La temperatura alcanzó casi los 19°C puntualmente el día 3 coincidiendo con la fermentación tumultuosa y luego manteniéndose estable entre los 15°C.

## 4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS

### 4.2.1. Recogida de muestras

A la hora de llevar a cabo los análisis es importante definir el punto del proceso en el que se toman las muestras: las de mosto se recogieron inmediatamente tras el prensado y el desfangado estático en frío; por su parte, al vino se le aplican varias operaciones tras la fermentación: trasiego, sulfitado, estabilización por frío, un nuevo trasiego, corrección de sulfuroso, y embotellado, de forma que es tras el embotellado cuando se tomaron las muestras de vino a analizar. Tras la recogida de muestras se procedió de manera inmediata a la aplicación de los métodos analíticos y posteriores al tratamiento estadístico de los datos.

### 4.2.2. Efecto sobre los parámetros básicos del mosto

En la Tabla 2 se muestran los valores medios y la desviación típica de los análisis de las muestras de mosto.

Tabla 2. Resultados analíticos del mosto

	S0T	S0D	R1T	R1D	R2T	R2D
GAP	9,9 ± 1,3	9,7 ± 0,2	8,8 ± 1,4	8,5 ± 0,3	6,9 ± 0,5	8,3 ± 0,1
NFA (mg/L)	204,4 ± 5,6	182,0 ± 10,7	196 ± 6,5	193,2 ± 14,1	196 ± 14,5	198,8 ± 14,1
Ác. Hidroxicinámicos	2,8 ± 0,2	2,6 ± 0,1	2,6 ± 0,2	2,4 ± 0,2	2,4 ± 0,1	2,5 ± 0,1
Flavonoles	0,9 ± 0,1	0,7 ± 0,1	0,8 ± 0,1	0,7 ± 0,1	0,7 ± 0,1	0,8 ± 0,0
Pardeamiento	0,4 ± 0,1	0,5 ± 0,2	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,1	0,4 ± 0,0
IPT	5,2 ± 0,3	4,6 ± 0,2	4,7 ± 0,5	4,2 ± 0,1	4,1 ± 0,2	4,5 ± 0,2
L*	89,6 ± 0,5	90,4 ± 2,1	89,1 ± 0,9	90,5 ± 0,3	87,6 ± 1,4	87,2 ± 1,0
C*	14,0 ± 0,9	12,7 ± 1,0	13,2 ± 1,7	12,0 ± 0,7	10,9 ± 0,3	15,5 ± 1,6
h*	94,1 ± 0,1	93,9 ± 1,7	93,1 ± 0,7	94,1 ± 1,1	92,2 ± 1,3	95,9 ± 9,8
a*	-1,0 ± 0,0	-0,8 ± 0,3	-0,7 ± 0,1	-0,8 ± 0,2	-0,4 ± 0,3	-1,7 ± 3,0
b*	14,0 ± 0,9	12,7 ± 1,1	13,2 ± 1,7	12,0 ± 0,7	10,9 ± 0,3	15,2 ± 1,0

En la tabla 3 aparecen recogidos los resultados del ANOVA de dos factores con interacción (Riego\*Deshojado) para cada una de las variables analizadas del mosto.

Tabla 3. Resultados del ANOVA para las variables físico-químicas del mosto

Variables	Factores		
	Riego	Deshojado	Riego*Deshojado
GAP	5,092 <sup>ns</sup>	0,278 <sup>ns</sup>	0,868 <sup>ns</sup>
NFA	0,175 <sup>ns</sup>	1,600 <sup>ns</sup>	1,675 <sup>ns</sup>
IPT	4,218 <sup>ns</sup>	1,355 <sup>ns</sup>	3,358 <sup>ns</sup>
Ac. Hidroxicinámicos	1,515 <sup>ns</sup>	0,866 <sup>ns</sup>	1,070 <sup>ns</sup>
Flavonoles	0,192 <sup>ns</sup>	2,653 <sup>ns</sup>	5,833 <sup>*</sup>
Pardeamiento	30,195 <sup>*</sup>	0,636 <sup>ns</sup>	7,649 <sup>*</sup>
L*	15,861 <sup>**</sup>	1,825 <sup>ns</sup>	1,498 <sup>ns</sup>
C*	1,091 <sup>ns</sup>	2,896 <sup>ns</sup>	21,017 <sup>**</sup>
h*	0,039 <sup>ns</sup>	0,944 <sup>ns</sup>	0,535 <sup>ns</sup>
a*	0,149 <sup>ns</sup>	0,895 <sup>ns</sup>	0,910 <sup>ns</sup>
b*	1,110 <sup>ns</sup>	2,410 <sup>ns</sup>	21,481 <sup>**</sup>

\* Significativo p<0,05, \*\*Significativo p<0,01, \*\*\* Significativo p<0,001, ns>0,05

En la tabla 3 se observa que para el mosto se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en la interacción (Riego x Deshojado) en los flavonoles, pardeamiento, croma (C\*) y en la coordenada cromática b\*.

Para la variable flavonoles, en la Figura 4 se observa que tanto las muestras de secano (S0) como las de riego al 30% Eto desde el inicio del envero hasta el final de la maduración (R1) siguen la misma tendencia, es decir, a las muestras a las que se les ha aplicado deshojado presentan valores inferiores para este parámetro. Sin embargo, para las muestras R2 (riego al 30% ETo a partir del estado de tamaño guisante hasta final de maduración) son las muestras con deshojado (R2D) las que poseen valores superiores. De todas las muestras es la S0T la que presenta un valor más elevado para los flavonoles (Tabla 2).

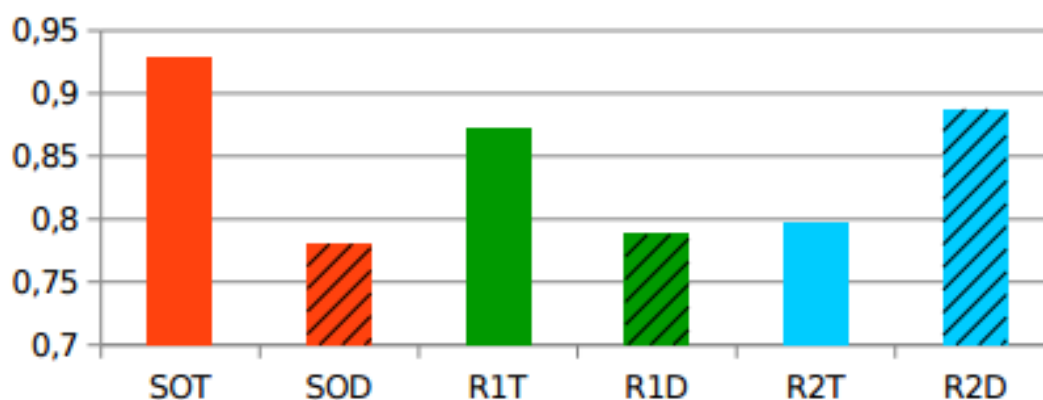


Figura 4. Diagrama con los valores medios de Flavonoles para cada tipo de tratamiento en mosto.

Para la variable pardeamiento se observa que son las muestras de secano (S0) y las R2 (riego al 30% ETo a partir del estado de tamaño guisante hasta final de maduración) las que siguen la misma tendencia observándose que el deshojado provoca en ambas un aumento de pardeamiento. En cambio en las muestras R1 (de riego al 30% Eto desde el inicio del envero hasta el final de la maduración) son las muestras testigo (R1T) las que presentan valores superiores para este parámetro (Fig. 5). De todas las muestras es la S0D la que presenta un valor más elevado para la variable pardeamiento (Tabla 2).

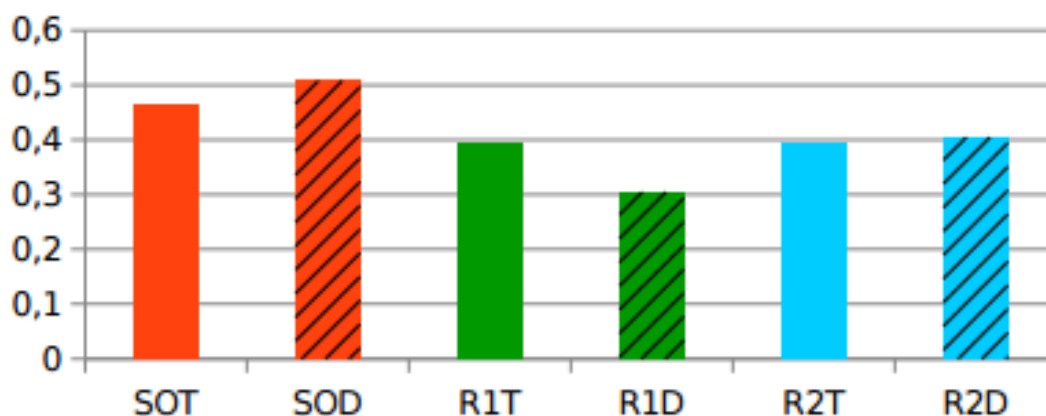


Figura 5. Diagrama con los valores medios de Pardeamiento para cada tipo de tratamiento en mosto.

Para la variable de saturación o croma ( $C^*$ ) en la Figura 6, se ha visto que las muestras siguen la misma tendencia que en los flavonoles, es decir, las muestras S0D y las R1D presentan valores inferiores para este parámetro si las comparamos con los respectivos testigos (S0T y R1T). Sin embargo, para las muestras R2 (riego al 30% ETo a partir del estado de tamaño guisante hasta final de maduración) son las muestras con deshojado (R2D) las que poseen valores superiores. De todas las muestras es la R2D la que presenta un valor más elevado para la saturación (Tabla 2).

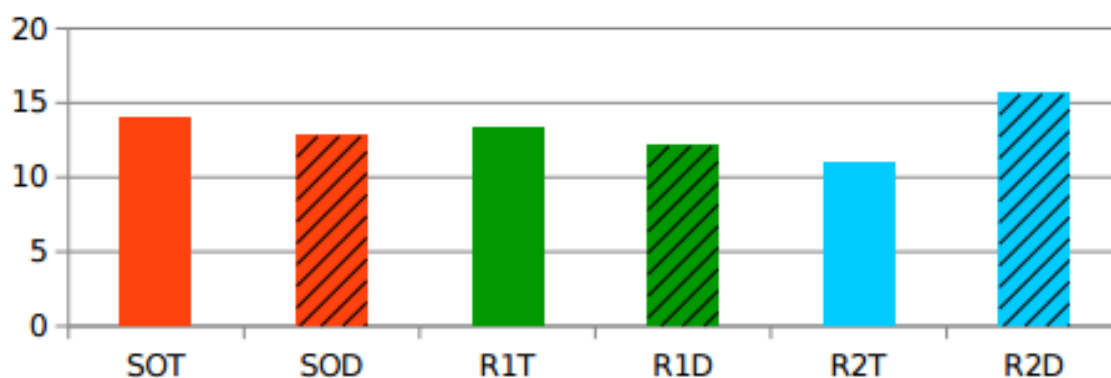


Figura 6. Diagrama con los valores medios de Saturación ( $C^*$ ) para cada tipo de tratamiento en mosto.

Para la coordenada  $b^*$  en la Figura 7 se observa que, al igual que en los flavonoles y en la saturación, que tanto las muestras (S0) como las (R1) siguen la misma tendencia, es decir, a las muestras a las que se les ha aplicado deshojado (S0D y R1D) presentan valores inferiores para este parámetro. Sin embargo, para las muestras R2 (riego al 30% ETo a partir del estado de tamaño guisante hasta final de maduración) son las muestras con deshojado (R2D) las que poseen valores superiores, siendo éstas también las que presentan de todas las muestras analizadas un mayor valor. En la Tabla 3 se observa que esta variable tiene signo positivo, lo que indica que en la relación amarillo/azul domina el color amarillo en todas las muestras de mosto.

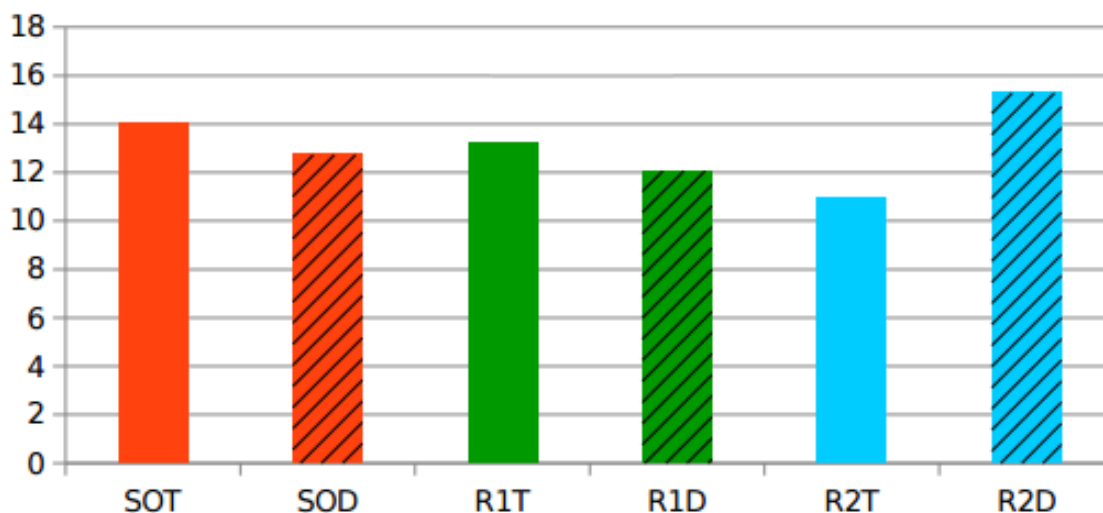


Figura 7. Diagrama con los valores medios de coordenada b\* para cada tipo de tratamiento en mosto.

#### 4.2.4. Efecto sobre los parámetros del vino

En la Tabla 4 se muestran los valores medios y la desviación típica de los análisis de las muestras del vino.

Tabla 4. Resultados analíticos del vino

	SOT	SOD	R1T	R1D	R2T	R2D
pH	3,0 ± 0,1	3,0 ± 0,1	3,0 ± 0,1	3,0 ± 0,1	3,0 ± 0,1	3,0 ± 0,0
Acidez total (g/L TH2)	4,60 ± 0,2	4,62 ± 0,1	4,68 ± 0,0	4,69 ± 0,1	4,75 ± 0,0	4,90 ± 0,1
Azúcares (g/L)	0,15 ± 0,3	0,11 ± 0,3	0,13 ± 0,1	0,10 ± 0,1	0,11 ± 0,1	0,10 ± 0,1
Grado alcohólico volumétrico (%)	11,05 ± 0,7	10,83 ± 0,4	11,49 ± 0,2	12,21 ± 0,3	11,59 ± 0,3	12,60 ± 0,2
Acidez volátil (g/L)	0,12 ± 0,0	0,17 ± 0,0	0,12 ± 0,1	0,17 ± 0,1	0,11 ± 0,0	0,11 ± 0,0
Ác. Hidroxicinámicos	0,22 ± 0,01	0,23 ± 0,01	0,23 ± 0,01	0,25 ± 0,02	0,24 ± 0,01	0,26 ± 0,01
Flavonoles	0,05 ± 0,0	0,06 ± 0,01	0,05 ± 0,0	0,06 ± 0,0	0,06	0,07 ± 0,01
Pardeamiento	0,01 ± 0,0	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,0	0,01 ± 0,0
IPT	0,42 ± 0,03	0,43 ± 0,02	0,44 ± 0,02	0,45 ± 0,03	0,43 ± 0,01	0,44 ± 0,01

**EFFECTO DE LA GESTIÓN HÍDRICA Y AGRONÓMICA SOBRE  
LA CALIDAD DEL MOSTO Y VINO DE LA VARIEDAD VERDEJO**

L*	98,13 ± 0,16	96,11 ± 1,54	97,66 ± 0,42	97,11 ± 0,65	96,20 ± 0,96	95,88 ± 0,64
C*	4,98 ± 0,81	6,96 ± 1,76	5,38 ± 0,95	5,44 ± 0,80	5,24 ± 0,57	5,81 ± 1,31
h*	103,02 ± 4,63	92,53 ± 13,58	107,60 ± 25,33	96,08 ± 5,40	102,50 ± 11,87	95,84 ± 2,82
a*	-1,11 ± 0,37	-0,48 ± 1,43	-1,62 ± 2,52	-0,62 ± 0,56	-1,06 ± 0,96	-0,62 ± 0,34
b*	4,84 ± 0,81	6,81 ± 1,80	4,58 ± 0,99	5,38 ± 0,76	5,04 ± 0,75	5,77 ± 1,3
Extracto seco (g/L)	28,48 ± 0,61	28,63 ± 0,47	28,43 ± 0,88	28,5 ± 0,25	28,55 ± 0,54	28,73 ± 0,65

En la tabla 5 aparecen recogidos los resultados del ANOVA de dos factores con interacción (Riego\*Deshojado) para cada una de las variables analizadas del vino.

Tabla 5. Resultados estadísticos del vino

Variables	Factores		
	Riego	Deshojado	Riego*Deshojado
pH	1,475 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	0,731 <sup>ns</sup>
AT	2,899 <sup>ns</sup>	0,583 <sup>ns</sup>	0,323 <sup>ns</sup>
AV	0,636 <sup>ns</sup>	1,458 <sup>ns</sup>	0,274 <sup>ns</sup>
GA	6,631*	3,345 <sup>ns</sup>	1,878 <sup>ns</sup>
Azúcares	0,167 <sup>ns</sup>	0,635 <sup>ns</sup>	0,035 <sup>ns</sup>
IPT	1,008 <sup>ns</sup>	1,007 <sup>ns</sup>	1,002 <sup>ns</sup>
Ac. Hidroxicinámicos	3,000 <sup>ns</sup>	6,250*	0,250 <sup>ns</sup>
Flavonoles	1,500 <sup>ns</sup>	18,000**	1,500 <sup>ns</sup>
Pardeamiento	1,000 <sup>ns</sup>	1,000 <sup>ns</sup>	1,000 <sup>ns</sup>
L*	3,222 <sup>ns</sup>	4,352 <sup>ns</sup>	1,336 <sup>ns</sup>
C*	0,459 <sup>ns</sup>	3,007 <sup>ns</sup>	1,330 <sup>ns</sup>
h*	0,327 <sup>ns</sup>	5,245 <sup>ns</sup>	0,126 <sup>ns</sup>
a*	0,233 <sup>ns</sup>	2,661 <sup>ns</sup>	0,155 <sup>ns</sup>
b*	0,879 <sup>ns</sup>	5,015 <sup>ns</sup>	0,608 <sup>ns</sup>
Extracto seco	0,673 <sup>ns</sup>	2,480 <sup>ns</sup>	0,992 <sup>ns</sup>

\* Significativo p<0,05, \*\*Significativo p<0,01, \*\*\* Significativo p<0,001, ns>0,05

Se observa que no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas para la interacción Riego\*Deshojado en ninguna de las variables

analizadas. Sin embargo sí se han encontrado diferencias estadísticamente significativas para los factores por separado en alguna de las variables analizadas. Para el factor riego se han encontrados diferencias estadísticamente significativas para el grado alcohólico probable (GA), y para el factor deshojado en los ácidos hidroxicinámicos y flavonoles.

Para la variable de grado alcohólico volumétrico (%) (GA) en la (Fig 8) se ve como con el riego, se consiguen unos valores mayores, Además se observa que dentro de las muestras con riego son las muestras a las que se les ha aplicado deshojado las que presentan valores superiores, R1D con un GA de 12,21% y R2D con un GA de 12,60% (Tabla 5). Resultados similares a los encontrados por Cantalapiedra (2013).

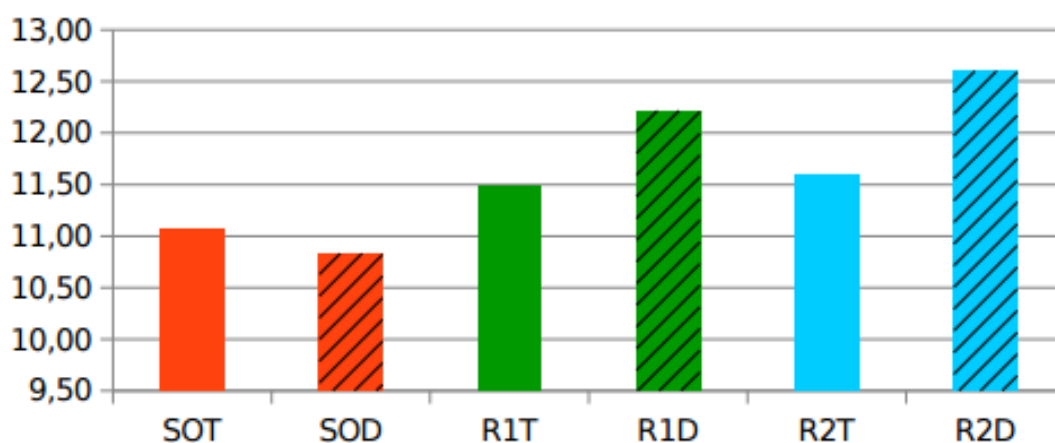


Figura 8. Diagrama con los valores medios de Grado alcohólico (%) para cada tipo de tratamiento en vino.

Para la variable del Ácidos Hidroxicinámicos en la Figura 9 se ve aquellas muestras a las que se ha aplicado deshojado presentan valores superiores, ya sean muestras de secano o de regadío, 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).

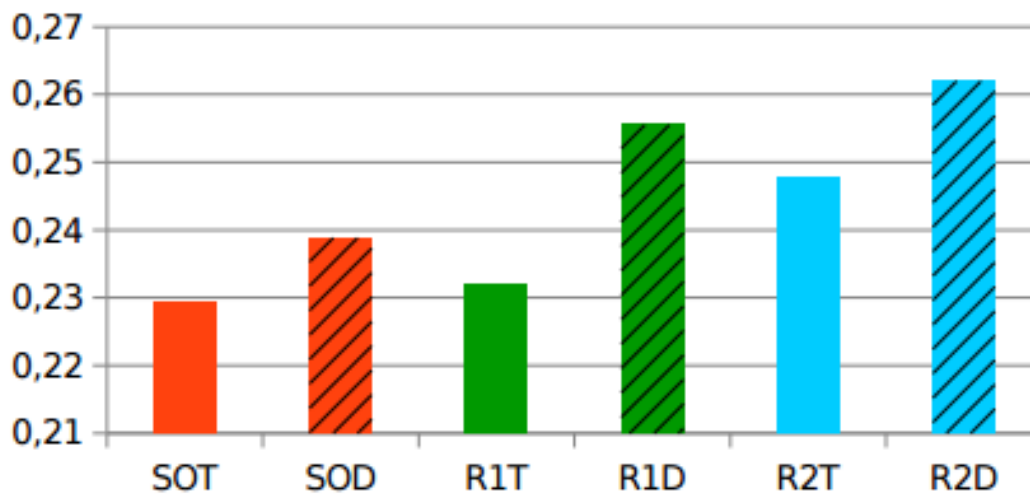


Figura 9. Diagrama con los valores medios del Índice de Ácidos Hidroxicinámicos para cada tipo de tratamiento en vino.

Para la variable de flavonoles en la Figura 10 se ha visto que sigue la misma tendencia que los ácidos hidroxicinámicos, siendo las muestras con deshojado las que presentan los valores más elevados, tanto en las muestras de secano como en las de regadío Intrieri *et al.* (2008).

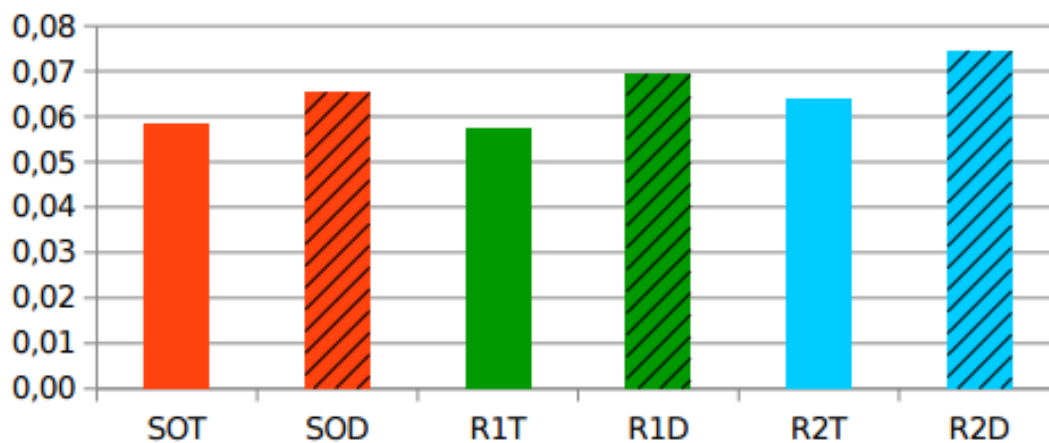


Figura 10. Diagrama con los valores medios de Flavonoles para cada tipo de tratamiento en vino.



### 4.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL

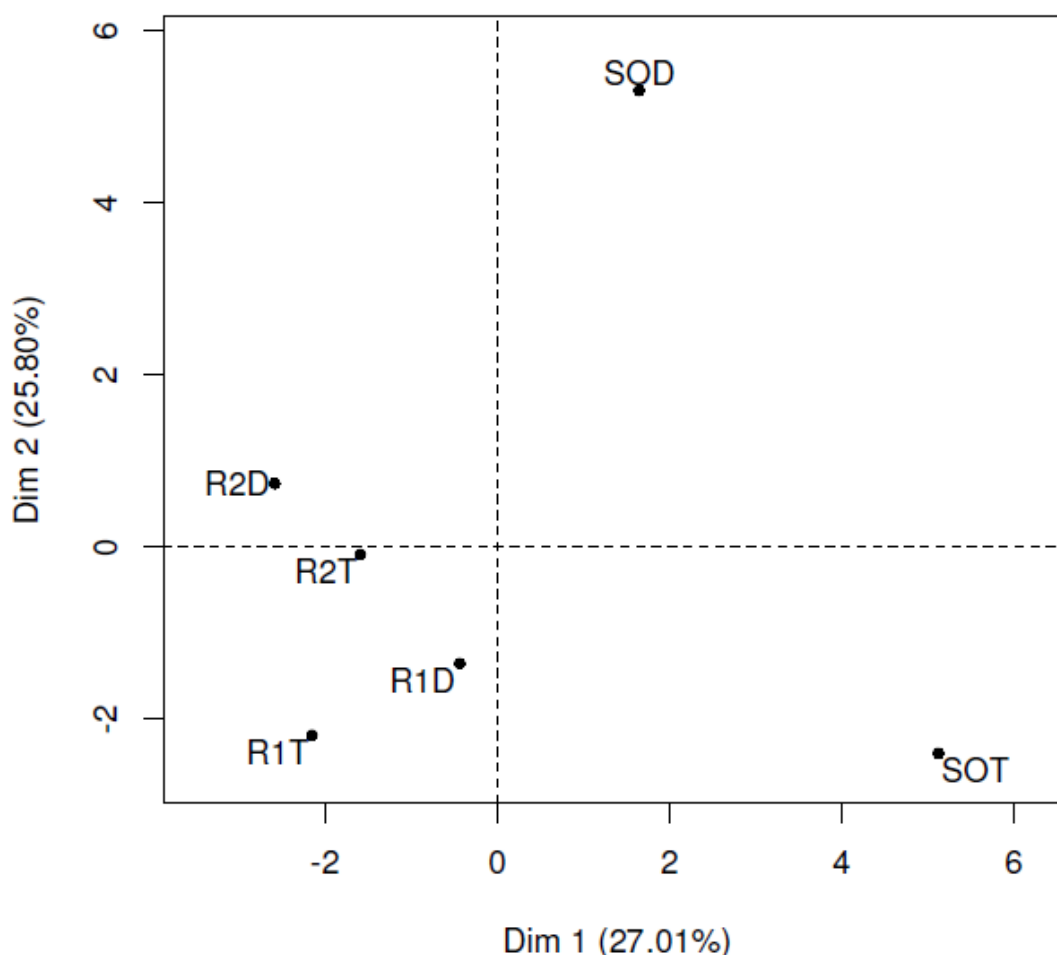


Figura 11. Representación de las muestras de vino en las primeras dimensiones de AFM.

En la Figura 11 se representa mediante un análisis factorial múltiple (AFM) las dos primeras dimensiones de los datos obtenidos con el método Napping®. Se observa que las dos primeras dimensiones explican el 52,81% de la variabilidad total de los datos (Dim1 27,01% y la Dim2 25,80%)

Se puede ver claramente que las muestras S0T y S0D, es decir, secano testigo y deshojado, se diferencian entre sí y que son muy diferentes a las muestras regadas (R1 y R2). Por otra parte se observa un subconjunto formado por las muestras R1T y R1D, y otro subconjunto formado por las muestras R2T y R2D.

En cuanto a las características sensoriales los catadores han descrito las muestras de la siguiente manera:

- Vino S0T se caracteriza por ser ácido, con aroma a piña y a melocotón.

- Vino S0D como dulce, amargo y con aroma a anís.
- Vinos R1Ty R1D con aromas a frutos secos, a levadura y especiados.
- Y finalmente los vinos R2T y R2D con aromas a manzana, hinojo y hierba.

## 5. CONCLUSIONES

Las conclusiones finales a la que se ha llegado son:

Tanto la aplicación de riego como de deshojado, han modificado la composición de los mostos, en el sentido de aumentar la concentración de las variables: pardeamiento, saturación (C\*) y coordenada b\* mientras que observamos un descenso en los flavonoles.

Las características analíticas de los vinos elaborados, responden a un perfil semejante a lo establecido por el mosto salvo en los flavonoles, destacando su aumento además de en las variables: grado alcohólico y ac. Hidroxicinámicos.

De los ensayos y observaciones realizados, se deduce que el mero hecho de deshojar o regar afecta considerablemente a los parámetros enológicos estudiados, independientemente de la dosis de riego aplicada, afirmando que tanto la aplicación de riego, como de deshojado, cambia el perfil de los vinos, pudiendo jugar con estas prácticas, para poder obtener unos vinos finales diferentes y de este modo poder competir con los demás vinos del mercado.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- AERNY, J. 1996. Composés azotés des moûts et des vins. *Revue Suisse Viticulture Arboriculture Horticulture* 28 (3), 161–165.
- ALBURQUERQUE, M. 1993. Réponses des cépages de *Vitis vinifera* L. aux variations de renvironnement: effets de la contrainte hydrique sur la photosynthèse, la photorespiration et la teneur en acide abscisique des feuilles. Thèse Université de Bordeaux E.
- ANDRÉS-LACUEVA, C; LAMUELA-RAVENTÓS, RM.; BUXADERAS, S.; DE LA TORRE-BORONAT, MC. 1997. Influence of variety and ageing on foaming properties of cava. *J Agric Food Chem* 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.
- BERTAMINI, M.; IACONO, F. y SCIENZA, A. 1991. Manipolazione dei rapporti sink-source mediante il diradamento dei grappoli e riflessi sulla qualità (cv. Cabernet S.). *Vignevini* 18 (10), 41-47.

- BRAVDO, B. 1996. Effect of water regime on productivity and quality of fruit and wine. *Acta Horticulturae* 427, 15-26.
- BRAVDO, B.; HEPNER Y.; LOINGER C.; COHÉN S. y TABACMAN H. 1984. Effect of crop level on growth, yield and wine quality of a high yielding Carignane vineyard. *American Journal of Enology and Viticulture* 35 (4), 247-252.
- CABELLO, F; ORTIZ, JM; MUÑOZ, G; RODRÍGUEZ, I; BENITO, A; RUBIO, C; GARCÍA, S Y SÁIZ R. Variedades de vid en España. Editorial agrícola.
- 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.
- CANTALAPIEDRA, M. 2013. Efecto del riego y aclareo sobre la calidad del mosto y vino de la variedad Verdejo. Proyecto fin de Carrera. Universidad de Valladolid.
- CARBONNEAU A.; LECLAIR P.H.; DUMARTIN P.; CORDEAU J. y ROUSSEL C. 1977. Etude de l'influence chez la vigne du rapport "partie végétative/partie productrice" sur la production et la qualité des raisins. *Connaissance de la Vigne et du Vin* 11, (2), 105-130.
- CARGNELLO, G. 1994. Researches on the influence of the manipulation of canopy, of production and of grapes ripening on instrumental and sensory quality, on "economic quality" and on "quality economy" of production, in "new" models of integrated viticulture. *ISHS Acta Horticulturae* 526: V International Symposium on Grapevine Physiology.
- CASSASA, F. y SARI S. 2006. Aplicación del Sistema Cie-Lab a los vinos tintos. Correlación con algunos parámetros tradicionales. *Revista Enología* N° III, 1-15.
- CHOMÉ, PM; 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.
- COOMBE, B.G. 1959. Fruit-set development in seeded grape varieties as affected by defoliation, topping, girdling, and other treatments. *American Journal of Enology and Viticulture* 10, 85-100.
- COOMBE, B.G. 1962. The effect of removing leaves, flowers and shoot tips on fruit-set in *Vitis vinifera* L. *Journal of Horticultural Science* 37, 1-15.
- 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.

- DE LA HERA ORTS, M. L.; MARTÍNEZ-CUTILLAS A.; LÓPEZ-ROCA J. M. y GÓMEZ-PLAZA E. 2005 Effect of moderate irrigation on grape composition during ripening. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia.
- 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.
- FANZONE, M.; ZAMORA, F.; JOFRÉ, V.; ASSOFF, M. Y PEÑA-NEIRA, A. 2011. Phenolic Composition of Malbec Grape Skins and Seeds from Valle de Uco (Mendoza, Argentina) during Ripening. Effect of Cluster Thinning. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2011, 59, 6120–6136.
- FREGONI, M. y CORAZZINA E. 1984. Osservazioni triennali sul diradamento dei grappoli di Garganega nel Soave. *Vignevini*, 7-8,11-14.
- GARCÍA, J.; XIRAU M.; AZORÍN R. 2000. Técnicas usuales de análisis en Enología. *Panreac Química*. - GARCÍA DE LUJÁN, A. 1992. Ensayo de aclareo de racimos en la zona de Jerez. *Vitivinicultura*, 6, 44-46.
- 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.
- GARCÍA-ESCUADERO, E.; MARTÍNEZ F.; LISSARRAGUE J.R. y SOTES V. 1994. Influencia del momento de aplicación del riego sobre la producción y la calidad del mosto. *Vitivinicultura*, 1 -2, 49-54.
- 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.
- GUBLER, W.D., BETTIGA, L.J. Y HELI 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.
- 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.
- LOPEZ, C. 1994. Influencia del sistema de conducción en microclima cubierto, vigor y productividad de la vid (*Vitis vinifera* L.). Tesis doctoral. Universidad Técnica de Lisboa.
- 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.
- 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.
- OIV. 2014. Compendium of International Methods of Analysis of Wines and Musts.
- PÉREZ-BARTOLOMÉ, M<sup>a</sup> A. 2002. Densidad de plantación y riego: aspectos ecofisiológicos, agronómicos y calidad de la uva en cv. Tempranillo. Tesis doctoral. Universidad politécnica de Madrid.
- 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. Y CLINGELEFFER, P.R. 2006. Crop thinning (hand versus mechanical), grape maturity and anthocyanin concentration: outcomes from irrigated Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) in a warm climate. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 12, 21-29.
- 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., 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., 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.
- QUILAN, J.D. Y WEAVER, J.R. (1970). Modification of pattern of photosynthate movement within and between shoots of *Vitis vinifera* L. *Plant Physiol.* 46, 527-530.
- RUBIO, J.A. 2002. Riego y aclareo de racimos: Efecto en la actividad fisiológica, en el control de rendimiento y en la calidad de la uva del cv. Tempranillo (*Vitis vinifera* L.) Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid.
- SÁNCHEZ-DÍAZ, M. y AGUIRREOLEA J. 2000. Movimientos estomáticos y transpiración. En: *Fundamentos de fisiología vegetal*. Editorial J. Azcon-Bieto y M. Talón.
- SIPIORA M. y GUTIERREZ M.J., 1995. Respuesta a la sequía de viñas de "Riesling" y "Cabernet sauvignon" sobre portainjertos SO4. *Viticultura enología profesional*, ISSN 1131-5679, N° 38, 1995 , págs. 27-34.
- 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.
- TARDAÁGUILA, J. 2009. La cepa y sus formas. Técnicas de manejo de viñedo. En: *La Rioja, sus viñas y su vino*. Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Gobierno de La Rioja. 1ª Ed. Logroño, La Rioja. pp. 99-109.
- TARDÁGUILA, J., PETRIE, P.P., PONI, S., DIAGO, M.P. Y MARTÍNEZ DE TODA, F. 2008a. Effects of mechanical thinning on yield and fruit composition of Tempranillo and Grenache grapes trained to a vertical shoot-positioned canopy. *American Journal of Enology and Viticulture* 59, 412-417.

- TARDÁGUILA, J., DIAGO, M.P., MARTÍNEZ DE TODA, F., PONI, S. Y VILANOVA, M. 2008b. 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.
- WILLIAMS, L.E. y MATTHEWS M.A. 1990. Grapevine. In: *Irrigation of agricultural crops*, Agronomy Monograph nº 30. Editores: B.A. Stewart y D.R. Nielsen, Madison, Wisconsin (USA), 1019-1055.
- WOLPERT J.A.; HOWELL G.S. y MANSFIELD T.K. 1983. Sampling Vidal blanc grapes. I. Effect of training system, pruning severity, shoot exposure, shoot origin, and cluster thinning on cluster weight and fruit quality. *American Journal of Enology and Viticulture* 34 (2), 72-76.
- YUSTE J.; RUBIO J.A.; BAEZA P. y LISSARRAGUE J.R. 1997. Aclareo de racimos y régimen hídrico: efectos en la producción, el desarrollo vegetativo y la calidad del mosto de la variedad Tempranillo conducida en vaso. *Viticultura enología profesional*. 51, 28-35.
- 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.
- ZAMORA, F. 2003. Elaboración y crianza del vino tinto: aspectos científicos y prácticos. AMV ediciones.