



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Grado en Enología

**ACLAREO DE RACIMOS Y RÉGIMEN
HÍDRICO: EFECTOS EN LA CALIDAD DEL
MOSTO Y DEL VINO DE LA VARIEDAD
VERDEJO**

Alumno: SAMUEL BENITO ACEBES

Tutor: ENCARNACIÓN FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ

**Cotutores: JOSÉ MANUEL RODRÍGUEZ NOGALES
JOSEFINA VILA CRESPO**

Junio 2014

	Página
1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	1
1.1. RÉGIMEN HÍDRICO	1
1.2. ACLAREO DE RACIMOS	2
1.3. LA VARIEDAD VERDEJO	3
2. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO	3
3. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1. MATERIAL VEGETAL Y TRATAMIENTOS	4
3.2. DESARROLLO DE LA VINIFICACIÓN	4
3.3. MÉTODOS ANALÍTICOS	5
3.4. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO	11
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
4.1. SEGUIMIENTO DE LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA	11
4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS	12
4.2.1. Codificación de resultados	12
4.2.2. Efecto sobre los parámetros básicos del mosto	12
4.2.3. Efecto sobre los parámetros del vino	15
5. CONCLUSIONES	20
6. BIBLIOGRAFÍA	21

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

1.1. RÉGIMEN HIDRICO

El agua es el principal componente de las plantas y participa, directa o indirectamente, en gran parte de los procesos fisiológicos (Sánchez-Díaz y Aguirreolea, 2000). 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 (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 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 agua 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 seco, 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, ET_o , 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, ET_c (Lissarrague, 1997).

$$ET_c = ET_o \cdot K_c$$

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 ET_o (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 producen 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.

1.2. ACLAREO DE RACIMOS.

El aclareo de racimos que habitualmente se utiliza para el control de la producción, se ha vuelto imprescindible ya que se ha conseguido que el viñedo sea mucho más productivo.

En países como España en el que se han conseguido normalmente rendimientos bajos, la producción escasa suele ir asociada a vino de calidad, y es de gran interés comprobar la relación entre el nivel de productividad, el desarrollo vegetativo y la calidad de la uva.

El aclareo de racimos puede ayudar al equilibrio de producción, además de mejorar la maduración de la uva en años con condiciones climáticas favorables (García-Escudero *et al.*, 1994). Pero hay que tener cuidado, ya que el aclareo puede provocar un aumento en la fertilidad si se hace de forma repetitiva (Carbonneau *et al.*,

1977). Otro problema del aclareo es la determinación del momento de la aplicación y la intensidad con la que se va a realizar (García-Escudero *et al.*, 1994). Generalmente la intensidad del aclareo varía entre el 25 y el 50%, siendo lo más frecuente el aclareo de un 30-35% de los racimos. La época más adecuada para la supresión de racimos es el envero, ya que es cuando mejor respuesta cuantitativa y cualitativa se obtiene (Bertamini *et al.*, 1991).

En cuanto al rendimiento de uva, como es normal, produce un efecto directo de reducción de la producción, que frecuentemente se ve compensado por el aumento del peso del racimo y la baya (Fregoni y Corazzina, 1984; Carbonneau *et al.*, 1977). Estos efectos pueden depender de la variedad (Bravdo, 1996). Menos de un 30% de niveles de aclareo no originan diferencias significativas en la producción final (Yuste *et al.*, 1997).

La supresión de racimos causa un adelanto en la maduración de la uva, así como una mejora cualitativa (Carbonneau *et al.*, 1977; Bertamini *et al.*, 1991; García-Escudero *et al.*, 2000).

Generalmente la disminución del rendimiento provoca un aumento del contenido de azúcares del mosto (Carbonneau *et al.*, 1977; Bravdo *et al.*, 1984; Murisier, 1996; García-Escudero *et al.*, 2000; Rubio, 2002).

En cuanto a la acidez total y el pH los resultados han sido muy variables en relación al aclareo de racimos. Se observaron reducciones de la acidez (Fregoni y Corazzina, 1984) y aumentos (Carbonneau *et al.*, 1977; Rubio, 2002). Con el pH ocurre lo mismo, ligeros aumentos (Cargnello *et al.*, 1994) incluso aumentos importantes (García de Luján, 1992; Rubio, 2002).

1.3. LA VARIEDAD VERDEJO.

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).

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

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 aclareo de racimos sobre la calidad del mosto y del vino en la variedad Verdejo en la vendimia 2013.

Para conseguir este objetivo en primer lugar se procede a la vinificación de las uvas procedentes de los diferentes tratamientos de riego y aclareo. Y posteriormente se hacen los análisis pertinentes en mosto y vino. Para ello se siguen los distintos puntos que se muestran a continuación:

- Análisis físico-químico del mosto de cada uno de los tratamientos.
- Control analítico (densidad y temperatura) durante la fermentación alcohólica.
- Análisis físico-químico del vino de cada uno de los tratamientos.
- Estudio estadístico de los datos obtenidos en los análisis del mosto y vino de los diferentes tratamientos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIAL VEGETAL Y TRATAMIENTOS

La parcela experimental en la que se han realizado los ensayos, se ubica en viñedos de la D.O. Rueda. Para realizar este ensayo, las cepas utilizadas son cepas de Verdejo sobre 110 R plantadas en 2004, conducidas en espaldera con poda corta sobre un cordón Royat bilateral. Las uvas han sido recogidas en la vendimia 2013.

Se propuso un diseño experimental con bloques al azar con cuatro repeticiones y parcela elemental de 27 cepas y con un marco de 2,80 m x 1,20 m. En la Tabla 1 se muestra la codificación de muestras en función de la dosis de riego y la aplicación del aclareo. El método de aplicación del aclareo consistió en cortar con tijera al inicio del envero un 33% de los racimos de cada cepa. La época de aplicación del riego fue entre el 11 de julio y el 10 de octubre del 2013, aplicándose en los tratamientos un 25% de la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o).

Tabla 1. Tratamientos experimentales de Verdejo.

Código muestra	Riego ¹	Aclareo ²
S00-T	No	No
S00-A	No	Sí
R25-T	Sí	No
R25-A	Sí	Sí

¹Riego del 25% de la ET_o

²Aclareo manual del 33% de racimos al inicio del envero

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-T1, S00-T2, S00-A1, S00-A2, R25-T1, R25-T2, R25-A1 y R25-A2).

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 de husillo.

Se encubaron los tratamientos por separado en depósitos de acero inoxidable y se realizaron los análisis físico-químicos del mosto: acidez total, pH, 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 SO₂ 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). La fermentación se controló a través de la temperatura y la densidad de cada depósito (apartado 4.1.), 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 SO₂ 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 SO₂ 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.



Fig 1. Diagrama de flujo del proceso de vinificación realizado

3.3. MÉTODOS ANALÍTICOS

Todos los análisis se realizaron por duplicado, utilizando, en aquellos en los que no se indica, los métodos oficiales de la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV, 2014).

- TEMPERATURA

El control de temperatura de los mostos y vinos es realizado 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 (i_1) y el del ángulo de refracción (i_2) 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 (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).

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 (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 oxidoreducción 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 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 Cu^{2+} que contiene tartrato para mantener el metal en solución. El Cu^{2+} es reducido a Cu^+ y el 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 41,92g de sulfato de cobre pentahidratado en agua destilada, añadir 10ml de ácido sulfúrico 1N y enrasar a 1L con agua destilada).
- Tiosulfato sódico 0,1 N.
- Ácido sulfúrico (H_2SO_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.

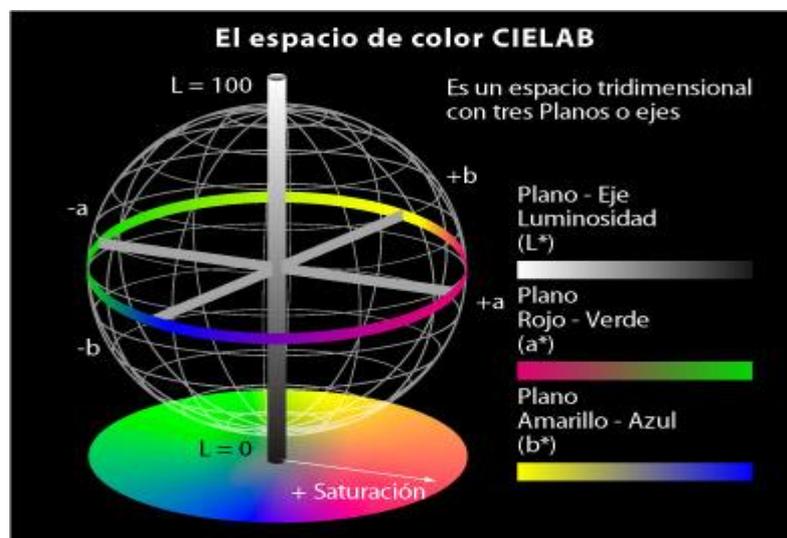


Fig 2. Espacio CIELAB

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 aclareo para los parámetros físico-químicos analizados. Se utilizó el test de Tukey para realizar los diferentes conjuntos homogéneos. Además con los datos analíticos de los vinos se realizó un análisis de componentes principales (ACP). Se usó el programa estadístico IBM SPSS Statistics versión 19.

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 S00T, ya que las demás vinificaciones siguieron el mismo patrón.

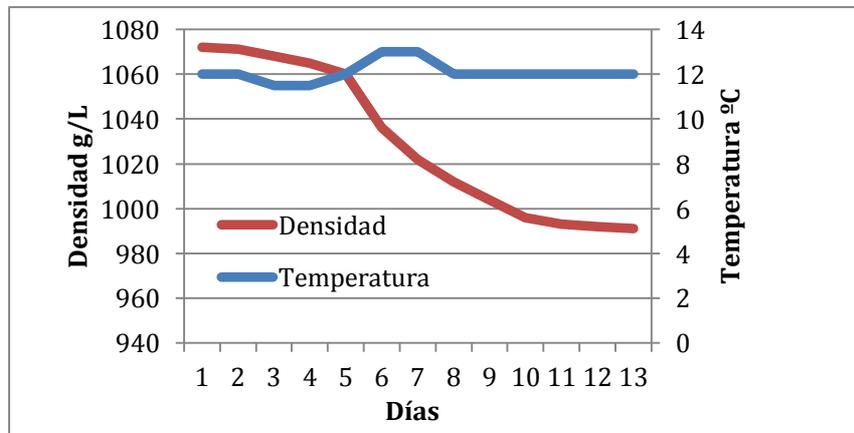


Fig 3. Seguimiento de la densidad y temperatura en S00T1

Como se puede observar la densidad sufre una bajada diaria, produciéndose los cambios más pronunciados entre el quinto y el décimo 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 13.

4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS

4.2.1 Codificación de los resultados

Las muestras del mosto se recogieron después del prensado. Las muestras de vino se recogieron después de realizar el trasiego de la estabilización por frío. Los resultados obtenidos se recopilaron (Tabla 2 y Tabla 3) para realizar el análisis de varianza (ANOVA) en el que se comprobó si existían o no diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos ($p < 0,05$). Posteriormente con el test de Tukey se realizaron los diferentes subconjuntos homogéneos, definidos con letras (a, b, c y d).

Entre los parámetros sometidos a estudio, no se incluirán resultados que hayan sido modificados como son el sulfuroso libre y total.

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

	S00T	S00A	R25T	R25A
Grado Brix	17,0 ± 0,0 a	19,1 ± 0,1 c	17,0 ± 0,1 a	17,7 ± 0,1 b
GAP (% Vol)	9,4 ± 0,0 a	10,8 ± 0,1 c	9,4 ± 0,1 a	9,9 ± 0,1 b
NFA (mg/L)	206 ± 0 a	200 ± 9 a	193 ± 18 a	212 ± 9 a
IPT	5,2 ± 0,4 a	5,7 ± 0,1 a	5,0 ± 0,2 a	5,0 ± 0,1 a
Ác. Hidroxicinámicos	1,95 ± 0,07 ab	2,15 ± 0,07 b	1,70 ± 0,14 a	1,73 ± 0,04 a
Flavonoles	0,61 ± 0,05 a	0,68 ± 0,06 a	0,50 ± 0,04 a	0,50 ± 0,03 a

Pardeamiento	0,23 ± 0,02 c	0,18 ± 0,01 bc	0,12 ± 0,01 a	0,14 ± 0,01 ab
L*	96,50 ± 0,00 b	96,05 ± 0,07 a	97,65 ± 0,07 d	97,25 ± 0,07 c
C*	6,72 ± 0,22 a	7,63 ± 0,22 a	5,96 ± 0,66 a	6,25 ± 0,82 a
h*	100,8 ± 3,5 a	98,9 ± 0,9 a	100,0 ± 5,4 a	98,6 ± 7,0 a
a*	-1,27 ± 0,45 a	-1,18 ± 0,15 a	-1,06 ± 0,66 a	-0,98 ± 0,88 a
b*	6,59 ± 0,14 a	7,53 ± 0,20 a	5,85 ± 0,57 a	6,15 ± 0,69 a

Valores con letras diferentes en la misma fila muestran diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$)

A continuación se hablará de los resultados en los que se han encontrado diferencias estadísticamente significativas (grado Brix, GAP, ácidos hidroxicinámicos, pardeamiento y luminosidad).

Los tratamientos a los que se les aplicó riego obtuvieron un menor grado Brix, echo que no concuerda con diferentes autores (Yuste, 1995; Durántez, 2011; Herrera 2013) en los que el riego aumenta la acumulación de azúcares. Esto puede deberse a que el riego produjera la dilución de los azúcares en vez de su acumulación, ya que no se favoreció el desarrollo vegetativo y el estado hídrico, sin optimizarse la acción de la fotosíntesis. En cuanto al aclareo de racimos también se produjeron diferencias, siendo mayor el grado Brix cuando se realiza aclareo de racimos por acumulación de azúcares lo mismo que observó Rubio (2002) un aumento en la acumulación de azúcares de los mostos procedentes de cepas aclareadas. Este efecto puede ser resultado de la autorregulación de la carga de la planta. Se observaron también diferencias en la interacción de los tratamientos debido a que los efectos se multiplicaron, obteniendo el valor más alto en el mosto procedente de cepas sin riego y con aclareo, S00A (Fig 4). Para el grado alcohólico probable de los mostos sucede lo mismo que en el grado Brix, ya que el grado alcohólico se obtuvo a partir del grado Brix (Fig 5).

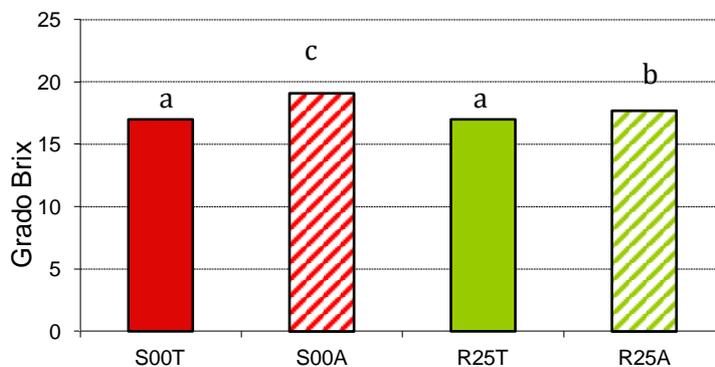


Fig 4. Grado Brix de los mostos

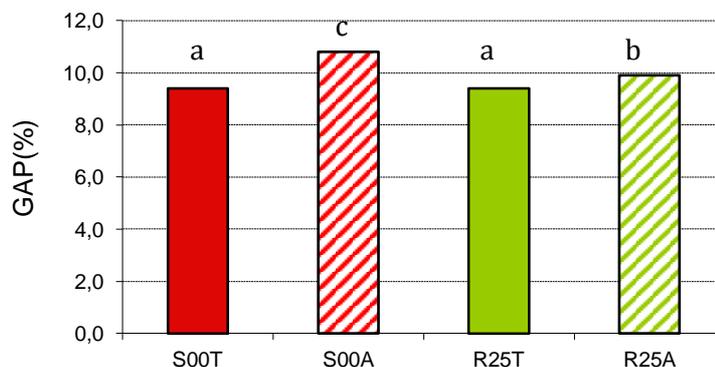


Fig 5. GAP de los mostos

Dentro de la familia de los polifenoles, para los ácidos hidroxicinámicos se observa un descenso en el tratamiento con riego (Fig 6), lo que va en concordancia con lo observado en el índice de polifenoles totales, aunque en este último parámetro no se observan diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos. Este efecto del riego se ve reafirmado en varios estudios (Crespo, 2011; Durántez, 2011; Mínguez, 2011).

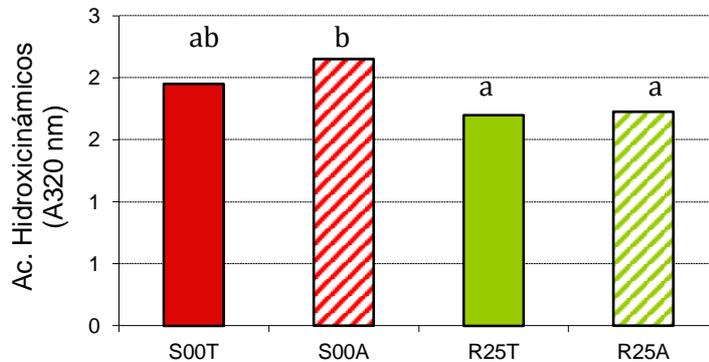


Fig 6. Contenido mosto ác. Hidroxicinámicos

En el análisis del pardeamiento se apreciaron diferencias significativas en la aplicación de riego, disminuyendo este con el riego, tal y como observó Cantalapiedra (2013) en la vendimia 2012 (Fig 7).

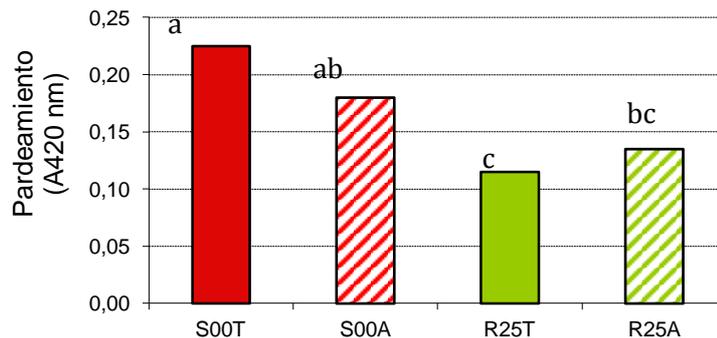


Fig 7. Pardeamiento del mosto

En cuanto al parámetro de luminosidad los efectos del riego y del aclareo generaron diferencias significativas. El riego produjo un aumento de la luminosidad, el aclareo provocó el efecto contrario, disminuyó la luminosidad, igualmente observado por Cantalapiedra (2013) en la vendimia 2012, esto puede deberse a que se produjo en los tratamientos de riego y no aclareo una dilución de componentes haciendo que la luminosidad aumente (Fig 8).

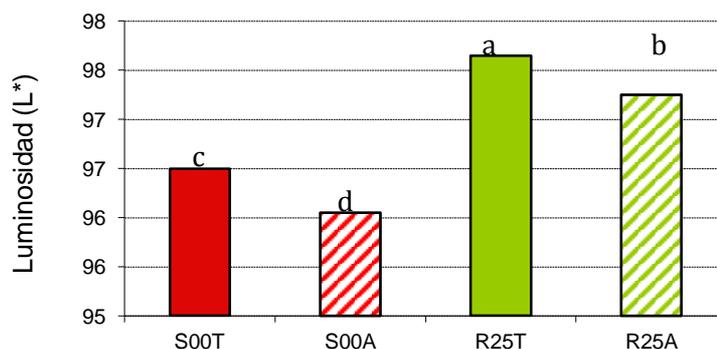


Fig 8. Componente luminosidad de los mostos

4.2.3. Efecto sobre los parámetros del vino

En la Tabla 3 se muestran los valores medios y la desviación típica de los análisis de las muestras de vino.

Tabla 3. Resultados analíticos del vino

	S00T	S00A	R25T	R25A
pH	2,99 ± 0,02 ab	3,05 ± 0,01 b	2,94 ± 0,04 a	2,93 ± 0,06 a
Acidez total (g/L TH2)	5,0 ± 0,0 a	4,8 ± 0,1 a	5,3 ± 0,1 b	5,4 ± 0,2 b
Azúcares reductores (g/L)	1,0 ± 0,1 a	2,0 ± 0,2 b	1,0 ± 0,2 a	1,1 ± 0,3 a
Grado alcohólico (%)	9,9 ± 0,0 a	11,6 ± 0,1 c	10,4 ± 0,5 b	10,5 ± 0,1 b
Acidez volátil (g/L)	0,07 ± 0,01 a	0,19 ± 0,03 c	0,12 ± 0,01 b	0,13 ± 0,01 b
Extracto seco (g/L)	15,7 ± 0,2 a	22,3 ± 1,1 c	17,3 ± 1,5 b	17,7 ± 0,3 b
IPT	4,5 ± 0,3 b	4,6 ± 0,1 b	4,0 ± 0,2 a	3,8 ± 0,1 a
Ác. Hidroxicinámicos	1,60 ± 0,00 b	1,70 ± 0,00 c	1,40 ± 0,00 a	1,38 ± 0,05 a
Flavonoles	0,47 ± 0,02 a	0,53 ± 0,03 b	0,51 ± 0,02 ab	0,49 ± 0,02 ab
Pardeamiento	0,11 ± 0,02 a	0,10 ± 0,01 a	0,11 ± 0,01 a	0,09 ± 0,02 a
L*	98,10 ± 0,08 a	97,85 ± 0,10 a	98,10 ± 0,29 a	98,00 ± 0,12 a
C*	4,92 ± 0,36 a	5,49 ± 0,70 b	5,37 ± 0,27 ab	5,45 ± 0,41 ab
h*	107,4 ± 0,7 b	103,9 ± 3,1 ab	105,2 ± 1,6 ab	101,9 ± 0,6 a
a*	-1,47 ± 0,12 a	-1,46 ± 0,48 a	-1,41 ± 0,21 a	-1,12 ± 0,11 a
b*	4,70 ± 0,35 a	5,80 ± 0,64 b	5,18 ± 0,23 ab	5,33 ± 0,40 ab

Valores con letras diferentes en la misma fila muestran diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$)

En el caso del pH, se observan diferencias estadísticamente significativas en función del factor riego, disminuyendo el valor con el tratamiento. El tratamiento sin riego y con aclareo (S00A) es el que mayor pH tiene y el que menor valor de pH presenta es el tratamiento de riego y aclareo (R25A), representado en la Figura 9.

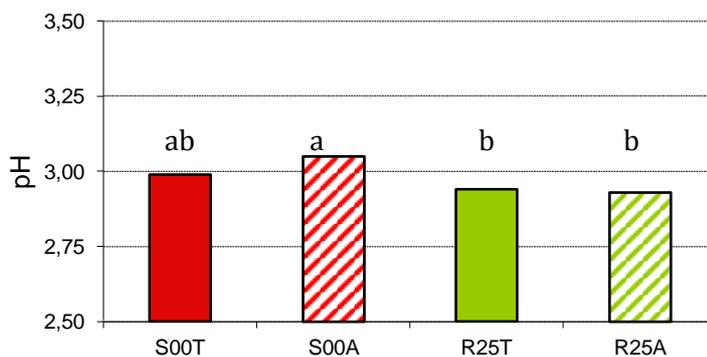


Fig. 9. Valores del pH en vino

Al igual que en el pH en el caso de la acidez total hay diferencias estadísticamente significativas en cuanto al factor riego, aumentando la acidez con el riego (Fig 10). La acidez más alta se observa en los tratamientos regados. La mayor acidez la presentan los vinos del tratamiento de riego y aclareo (R25A).

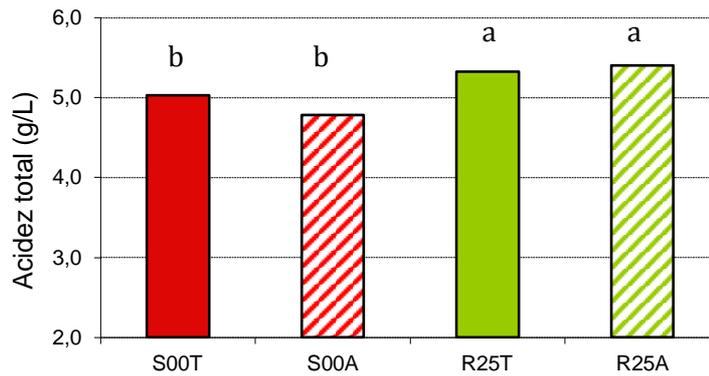


Fig 10. Contenido en acidez total en vino

En los azúcares reductores se puede observar como el riego disminuyó el contenido final en azúcares, al igual que el aclareo lo aumentó. El tratamiento de aclareo sin riego (S00A) presenta el valor más alto, mientras que el valor más bajo se produce en el tratamiento con riego y sin aclareo (R25T) (Fig 11). Aunque la concentración de azúcares reductores depende en mayor grado de las condiciones y evolución de la fermentación que de los tratamientos (Herrera, 2013).

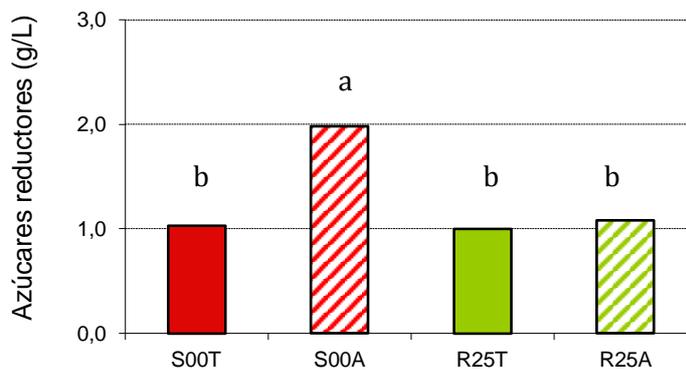


Fig 11. Contenido de azúcares reductores en vino

La influencia del riego y del aclareo sobre el grado alcohólico volumétrico (GAV) es estadísticamente significativa. El aclareo aumentó el grado alcohólico final de los vinos, en cuanto al riego se observó que su aplicación regulariza los resultados, ya que sin riego las diferencias entre el factor aclareo son mucho mayores (Fig 12).

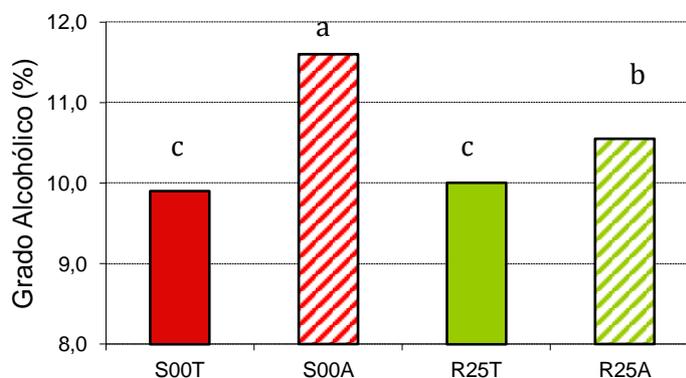


Fig 12. Grado alcohólico de los vinos

En lo que se refiere a la acidez volátil, el aclareo de racimos originó un aumento del mismo, siendo más acusado en los tratamientos sin riego, ya que el tratamiento sin riego y sin aclareo (S00T) es el que presenta menor valor de todos, y el

tratamiento sin riego y con aclareo (S00A) el que mayor acidez volátil evidencia, siendo tres veces mayor. En el caso de los tratamientos con riego este efecto se puede observar también, pero es menos acusado (Fig 13).

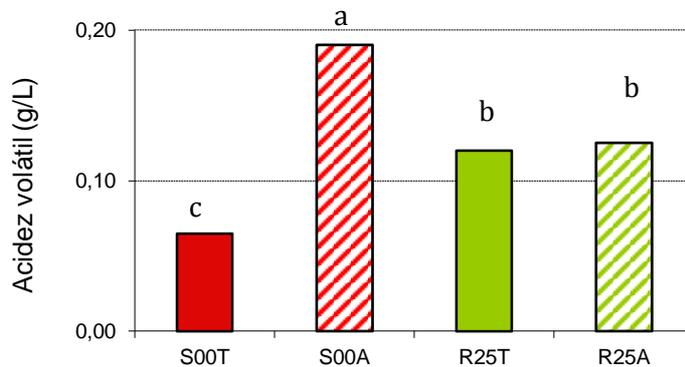


Fig 13. Contenido en acidez volátil de los vinos

Se observó una disminución del extracto seco con el riego, tal y como indicó Herrera (2013), pero contrariamente a Zamora (2003). En cuanto al aclareo se puede ver un aumento con su aplicación, aunque este efecto se observó con mayor claridad en los tratamientos sin riego, esto puede deberse a que la aplicación de riego regularice más las cosechas (Fig 14).

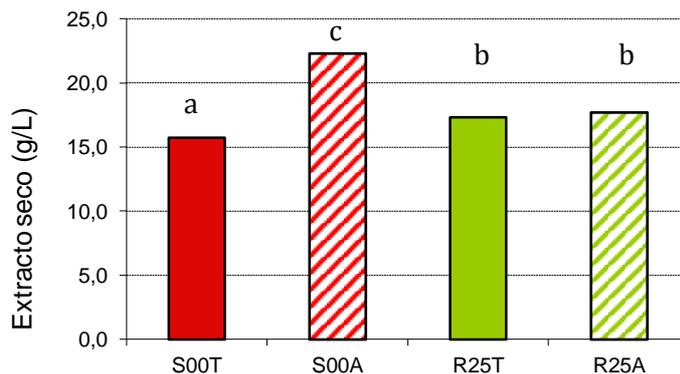


Fig 14. Extracto seco de los vinos

En relación al índice de polifenoles totales podemos observar una disminución del mismo en el tratamientos con riego (Fig 15), coincidiendo con otros autores (Mínguez, 2011; Herrera, 2013).

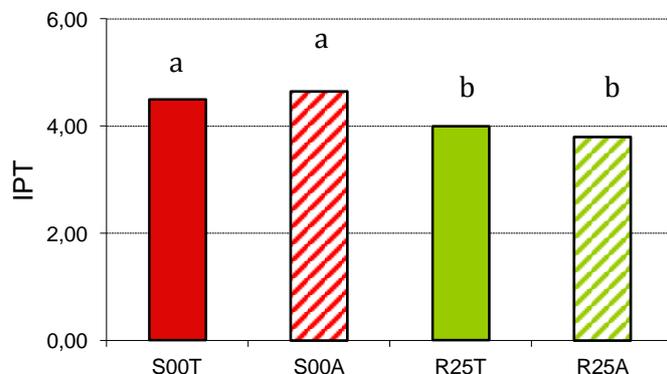


Fig 15. IPT en vino

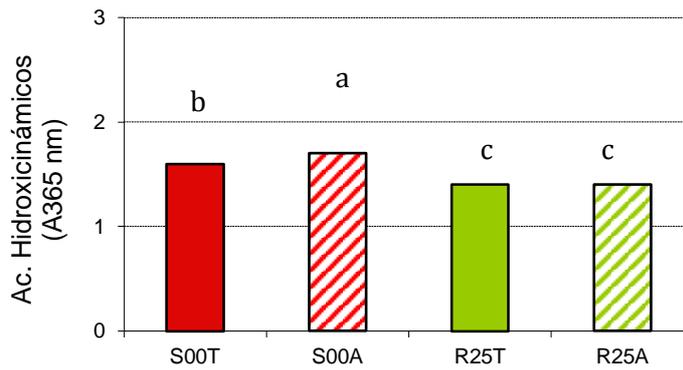


Fig 16. Contenido en ácidos hidroxicinámicos de los vinos

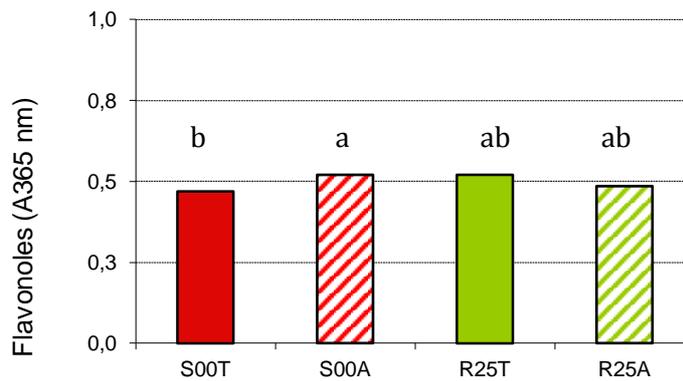


Fig 17. Contenido en flavonoles de los vinos

En cuanto a los ácidos hidroxicinámicos se observó una disminución en relación al riego y un aumento con la aplicación del aclareo (Fig 16).

Los flavonoles se vieron influidos por el aclareo de racimos en los tratamientos sin riego, viéndose una tendencia a aumentar con la aplicación del aclareo, al igual que expone Fanzone *et al.* (2011). En cuanto a los vinos producidos con las uvas procedentes de los tratamientos de riego se observó una regularidad en el contenido de flavonoles, esto puede deberse a que el riego produzca una uniformidad en la producción de flavonoles (Fig 17).

En relación con la tonalidad de los vinos la aplicación tanto de riego como de aclareo de racimos, produjo una disminución en el valor del mismo (Fig 18).

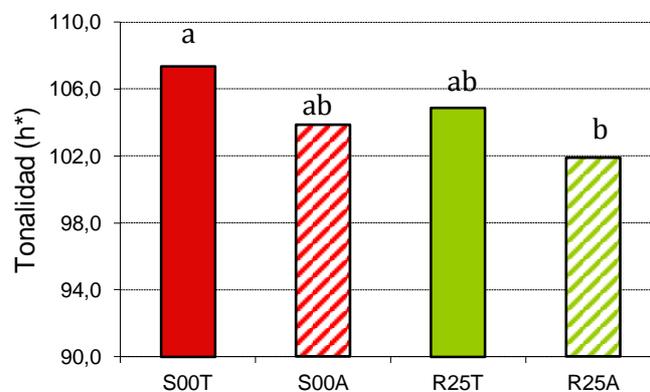


Fig 18. Tonalidad de los vinos

Los tratamientos con aclareo de racimos aumentaron la proporción de azul/amarillo, lo que se traduce en una disminución del color amarillo en los vinos que tuvieron el aclareo de racimos (Fig 19).

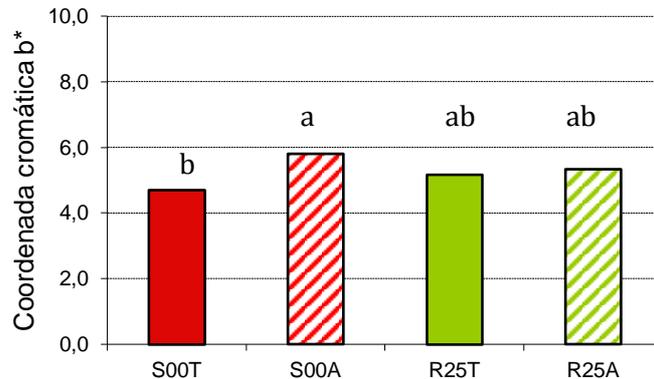


Fig 19. Coordenada cromática b* en vinos

Por último, se realizó un análisis de componentes principales (ACP) para averiguar el efecto de los diferentes tratamientos sobre las características analíticas de los vinos. En la figura 20 se representa el diagrama de dispersión de las muestras de vino y de las variables físico-químicas en las dos primeras componentes principales. Se observa que estas dos primeras componentes explican el 93,01% de la varianza total. La primera componente principal (CP1) explica el 57,28% de la variabilidad de los datos y está correlacionada de manera positiva con el pH, los azúcares reductores, el grado alcohólico, la acidez volátil, el extracto seco, los IPT (A280), los ácidos hidroxicinámicos (A320), los flavonoles (A365), el croma (C*) y la coordenada cromática b*. Además está correlacionada negativamente con la acidez total, el pardeamiento, la luminosidad (L*), la tonalidad (h*) y la coordenada cromática a*. Por otra parte, la segunda componente (CP2) explica el 35,73% de la varianza y está correlacionada positivamente con el pH, los azúcares reductores, los IPT (A280), los ácidos hidroxicinámicos (A320), el pardeamiento, la luminosidad (L*) y la tonalidad (h*). Y de manera negativa con la acidez total, el grado alcohólico, la acidez volátil, el extracto seco, los flavonoles (A365), el croma (C*) y las coordenadas cromáticas a* y b*.

En la figura 20 se puede observar como la utilización de los distintos tratamientos en la elaboración de los vinos tiene un efecto significativo, ya que el eje X define las elaboraciones con uvas que no han sido regadas y las elaboraciones con las uvas en regadío. Los vinos elaborados con uvas de secano y sin aclareo (S00T) de racimos presentan mayor tonalidad (h*). Los vinos elaborados también con uvas sin riego, pero con aclareo de racimos (S00A) se caracterizaron por poseer mayor cantidad de pH, IPT, ác. Hidroxicinámicos, extracto seco, azúcares reductores, grado alcohólico, acidez volátil y mayor contenido en la coordenada cromática b*. Por otra parte los vinos elaborados con uvas regadas, se encuentran más concentrados en el área inferior del gráfico, evidenciando lo anteriormente citado de que el riego regulariza los resultados. Los tratamientos R25T y R25A presentan valores muy parecidos en los parámetros físico-químicos, caracterizándose por tener la mayor acidez, siendo mayor en el vino que ha sufrido el aclareo de racimos (R25A).

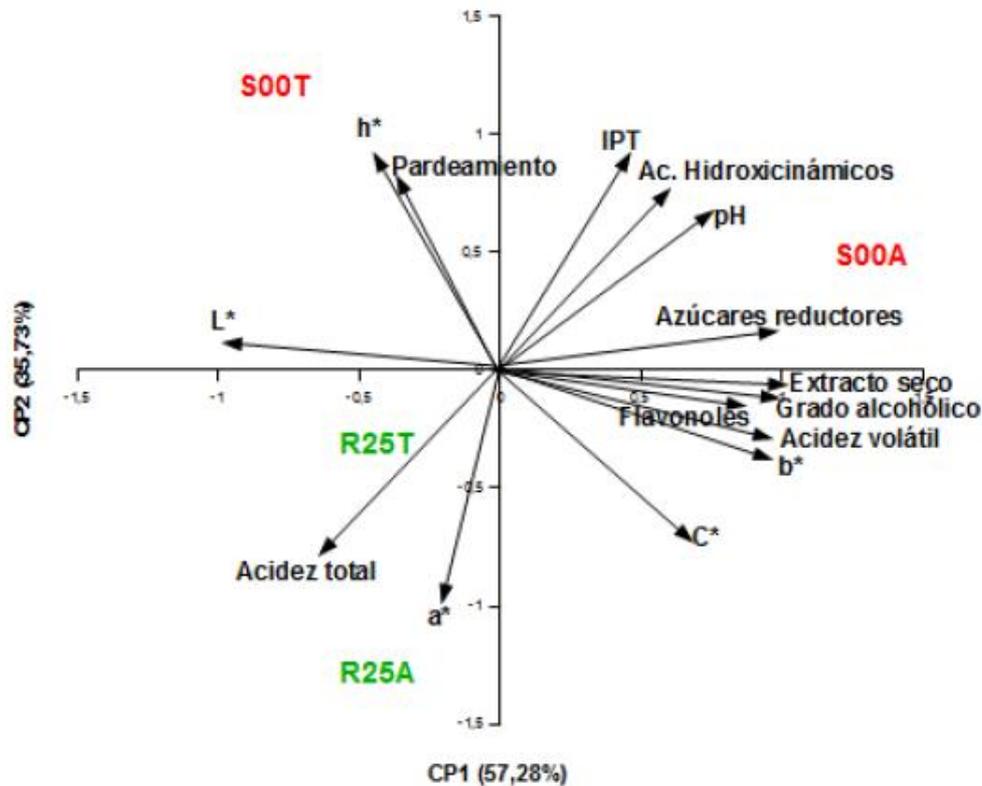


Fig 20. Análisis de componentes principales (ACP) en vinos

5. CONCLUSIONES

Se llegaron a las siguientes conclusiones, después de realizar todos los análisis y comprobar la influencia del riego y del aclareo en la calidad del mosto y del vino de la variedad Verdejo:

El aclareo de racimos en los vinos aumenta el valor del pH y disminuye el de la acidez total. El grado alcohólico volumétrico se ve aumentado. También, el aclareo de racimos conlleva un aumento de los valores de las familias fenólicas y una disminución del pardeamiento. En la luminosidad y en el color amarillo de los vinos se puede observar una disminución en los resultados. Estas diferencias entre tratamientos se ven disminuidas con la aplicación de riego.

La aplicación de riego supone una disminución del pH y un aumento de la acidez total. Los valores de las familias fenólicas se ven disminuidos con el riego, al igual que ocurre con el pardeamiento de los vinos. En cuanto a la tonalidad se produce una disminución en los tratamientos regados. En definitiva, se puede concluir que el riego produce una regularidad en los resultados.

Se puede afirmar que la aplicación de riego y aclareo de racimos cambia el perfil de los vinos, por lo que se puede jugar con estas prácticas para obtener los vinos finales que se pretendan producir.

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.
- 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.; 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.
- BRAVDO, B. 1996. Effect of water regime on productivity and quality of fruit and wine. *Acta Horticulturae* 427, 15-26.
- CABELLO, F; ORTIZ, JM; MUÑOZ, G; RODRÍGUEZ, I; BENITO, A; RUBIO, C; GARCÍA, S Y SÁIZ R. Variedades de vid en España. Editorial agrícola.
- 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* Nº 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.

- 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.

- 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.; 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.

- 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.

- 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.

- 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.

- OIV. 2014. Compendium of International Methods of Analysis of Wines and Musts.

- PÉREZ-BARTOLOMÉ, M^a A. 2002. Densidad de plantación y riego: aspectos ecofisiológicos, agronómicos y calidad de la uva en cv. Tempranillo. Tesis doctoral. Universidad politécnica de Madrid.

- 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^o 38, 1995 , págs. 27-34.

- VALDÉS, E.; RUBIO J. A.; YUSTE J.; URIARTE D.; MORENO D. y PRIETO M. 2006. Estudio de diferentes estrategias de riego deficitario. Viticultura/Enología. N^o 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 n^o 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. 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.; 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.

- ZAMORA, F. 2003. Elaboración y crianza del vino tinto: aspectos científicos y prácticos. AMV ediciones.