

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y DEL MEDIO NATURAL



### INFLUENCIA DEL GRADO DE INCLINACIÓN DE LAS ESPALDERAS DE LA VID SOBRE LA COMPOSICIÓN AROMÁTICA DE LOS VINOS DE BOBAL

**Máster Universitario en Enología**

**TRABAJO FINAL DE MÁSTER**

**ALUMNO:**

**D. Jorge Monfort Salvador**

**DIRECTORA ACADÉMICA:**

**D<sup>a</sup>. M<sup>a</sup> José García Esparza**

*Curso Académico: 2017 – 2018*

**Valencia, Julio de 2018**

**Título:**

INFLUENCIA DEL GRADO DE INCLINACIÓN DE LAS ESPALDERAS DE LA VID SOBRE LA COMPOSICIÓN AROMÁTICA DE LOS VINOS DE BOBAL

**Resumen:**

La vid es una planta sarmentosa y trepadora, por lo que conviene tutorar su desarrollo con el fin de evitar problemas en su desarrollo vegetativo, sanitarios, de accesibilidad y labores de poda, uso del agua, etc., que acaban por provocar una disminución de los rendimientos en su cultivo. Además, plantea ventajas relativas a la posibilidad de mecanización, mayor exposición a la aireación, vendimias más rápidas, incrementa la función clorofílica y permite mayor densidad de plantas en la misma superficie. Con la espaldera también es posible mejorar el rendimiento del viñedo y conseguir una mejor maduración de la uva, al poder gestionar directamente la insolación de los racimos

En este trabajo se ha estudiado el efecto que tiene sobre el desarrollo vegetativo de las plantas de Bobal la modificación del grado de inclinación de las espalderas con la finalidad de reducir la radiación interceptada por la cepa y, por tanto, modificar el proceso de maduración de la uva.

El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de la disposición de las espalderas en la maduración de un viñedo de la variedad Bobal, situado en la Denominación de Origen Utiel Requena, evaluando los cambios en el contenido de los compuestos volátiles en los vinos elaborados a partir de uvas procedentes de espaldera vertical, espaldera inclinada 30° Este y espaldera inclinada 30° Oeste. Para ello, con las uvas procedentes de los tratamientos realizados en campo, se han realizado microvinificaciones y se ha determinado la composición convencional y aromática de los vinos

**Palabras clave:** Vid, espaldera, aromas, vino.

Nombre del alumno: Jorge Monfort Salvador

Nombre del tutor: María José García Esparza

Valencia, Julio de 2018.

**Title:**

INFLUENCE OF GRAPEVINE TRELLIS INCLINATION ON AROMA COMPOSITION IN BOBAL WINES.

**Abstract:**

Vine is a climbing and sarmentous plant. That is why is convenient the staking of vineyards in order to avoid problems in processes such as :vegetative development, health care, pruning, water use and a big etc which may cause a big reduction in crops efficiency. Furthermore, staking may involve some profitable benefits like mechanization possibilities, a greatest aereation exposure, fastest harvests, growth of clorophyll roles and also allows a big density of plants in the same space. With trellis system is also possible to improve the vineyard performance and get a better grape maturation because of the highest hours of sunshine

In this project it has been studied the effect on vegetative development in bobal plants as well as the influence of grapevine trellis inclination with the main aim to decrease the sunshine radiation in the vineyards and change the mature process of the vine thus.

The aim of this project is the study of the inclination effect in trellis system in a bobal vineyard crop located in Denominación de Origen Utiel Requena and its consequences on the grapes maturation, evaluating its changes in volatile compounds of wines made from grapes of trellis vineyards within the next characteristics: 30º West inclination and 30º East inclination. Therefore it has been made micro wine elaborations and determined the main composition and aromatic composition of the wines.

**Key words:** Grapevine, trellis, wine, aromas.

Student's name: Jorge Monfort Salvador

Tutor's name: María José García Esparza

Valencia, July 2018.

**Títol:**

INFLUÈNCIA DEL GRAU DE INCLINACIÓ DE LES ESPATLLERES DE LA VID SOBRE LA COMPOSICIÓ AROMÀTICA DELS VINS DE BOBAL

**Resum:**

La vinya és una planta sarmentosa i enfiladissa, de manera que convé tutorar el seu desenvolupament per tal d'evitar problemes en el seu desenvolupament vegetatiu, sanitaris, d'accessibilitat i tasques de poda, ús de l'aigua, etc., que acaben per provocar una disminució dels rendiments en el seu cultiu. A més, planteja avantatges relatives a la possibilitat de mecanització, major exposició a la ventilació, veremes més ràpides, incrementa la funció clorofil·lica i permet major densitat de plantes en la mateixa superfície. Amb l'espatllera també és possible millorar el rendiment de la vinya i aconseguir una millor maduració del raïm, en poder gestionar directament la insolació dels raïms

En aquest treball s'ha estudiat l'efecte que té sobre el desenvolupament vegetatiu de les plantes de Bobal la modificació del grau d'inclinació de les espatlleres amb la finalitat de reduir la radiació interceptada per la soca i, per tant, modificar el procés de maduració del raïm.

L'objectiu d'aquest treball és estudiar l'efecte de la disposició de les espatlleres en la maduració d'una vinya de la varietat Bobal, situat a la Denominació d'Origen Utiel Requena, avaluant els canvis en el contingut dels compostos volàtils en els vins elaborats a partir de raïms procedents de espatllera vertical, espatllera inclinada 30 ° Est i espatllera inclinada 30 ° Oest. Per això, amb el raïm procedents dels tractaments realitzats en camp, s'han realitzat microvinificacions i s'ha determinat la composició convencional i aromàtica dels vins.

**Paraules clau:** Vinya, espatllera, vi, aromes.

Nom de l'alumne: Jorge Monfort Salvador

Nom del tutor: María José García Esparza

València, Juliol de 2018.

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>7</b>
<b>3. DATOS GENERALES.....</b>	<b>7</b>
3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA.....	7
3.2. CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS.....	8
3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	9
<b>4. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>10</b>
4.1. MATERIALES .....	10
4.2. ELABORACIÓN DEL VINO .....	11
4.3. MÉTODOS .....	11
4.3.1. <i>Parámetros convencionales del mosto/vino.....</i>	<i>11</i>
4.3.2. <i>Determinación de los compuestos aromáticos.....</i>	<i>12</i>
4.4. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO .....	12
4.5. CARACTERIZACIÓN AROMÁTICA DE LOS COMPUESTOS VOLÁTILES.....	12
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>13</b>
5.1. EFECTO DE LA INCLINACIÓN DE LAS ESPALDERAS SOBRE LOS PARÁMETROS BÁSICOS DEL MOSTO.....	13
5.2. EFECTO DE LA INCLINACIÓN DE LAS ESPALDERAS SOBRE LOS PARÁMETROS BÁSICOS DEL VINO.....	13
5.3. EFECTO DE LA INCLINACIÓN DE LAS ESPALDERAS EN LA COMPOSICIÓN AROMÁTICA DE LOS VINOS.....	14
5.4. VALOR OLFATIVO (OAV) DE LOS COMPUESTOS AROMÁTICOS.....	21
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>23</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>24</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 VIÑEDO EN ESPALDERA TRADICIONAL (FUENTE ASAJA) .....	4
FIGURA 2 BRAZO MÓVIL, INCLINACIÓN ESPALDERA (C.CATANIA, S.AAVAGNINA) .....	5
FIGURA 3 INCIDENCIA SOLAR EN ESPALDERA CON INCLINACIÓN 30º OESTE, INTRIGLILO, 2015 .....	6
FIGURA 4. SITUACIÓN PARCELA .....	8
FIGURA 5. RADIACIÓN-PRECIPITACIÓN REQUENA 2017.....	9
FIGURA 6. ESQUEMA TRATAMIENTOS .....	10
FIGURA 7. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (COMPONENTE 1 FRENTE A 2) REALIZADO SOBRE LOS COMPUESTOS VOLÁTILES IDENTIFICADOS. GRÁFICO DE PUNTUACIONES (SCORES).....	19
FIGURA 8. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (COMPONENTE 1 FRENTE A 2) REALIZADO SOBRE LOS COMPUESTOS VOLÁTILES IDENTIFICADOS. GRÁFICO DE CARGAS (LOADINGS).....	20

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. TRATAMIENTOS REALIZADOS EN EL VIÑEDO.....	10
TABLA 2. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LOS PARÁMETROS BÁSICOS DEL MOSTO. ....	13
TABLA 3. . EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LOS PARÁMETROS BÁSICOS DEL VINO. ....	14
TABLA 4 VALORES MEDIOS, DESVIACIÓN ESTÁNDAR Y ANOVA DE LOS COMPUESTOS AROMÁTICOS DE LOS VINOS OBTENIDOS CON DIFERENTES GRADOS DE INCLINACIÓN DE ESPALDERAS DE LA VID (MG/L).....	15
TABLA 5 . EFECTO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS EN LA CONCENTRACIÓN TOTAL DE LOS COMPUESTOS AROMÁTICOS AGRUPADOS POR FAMILIAS, ORDENADOS DE MAYOR A MENOR CONCENTRACIÓN.....	17
TABLA 6 OLOR DESCRIPTOR Y OAV PARA CADA TRATAMIENTO .....	22





## 1. Introducción

El aroma del vino se debe principalmente a una larga secuencia bioquímica, biológica y tecnológica así como al elevado número de constituyentes volátiles cuyas concentraciones varían desde nanogramos por litros a algunas centenas de micro gramos o miligramos.

Se distinguen varios grupos de aromas en el vino según su origen a lo largo de la cadena de elaboración:

- 1) Aromas varietales: Proviene de la propia uva y dependen esencialmente de la variedad de la uva en cuestión.
- 2) Aromas prefermentativos: Formados desde etapas que van desde la cosecha hasta el principio de fermentación alcohólica.
- 3) Aromas fermentativos: Formados gracias a la levadura durante la fermentación alcohólica y gracias a las bacterias en caso de fermentación maloláctica.
- 4) Aromas post-fermentativos: Tienen lugar una vez finalizadas las fermentaciones, en la vida del vino que se somete a conservación.

Las sustancias volátiles ligadas a la tipicidad aromática de la cepa que han sido descritas, pertenecen esencialmente a dos familias químicas: las pirazinas (características de la familia del Cabernet Sauvignon) y los terpenoles (característicos de los moscateles)( Flanzky, 2003)

*Las pirazinas*, dan una nota de verdor intensa, muy características de variedades como Cabernet Sauvignon.

*Los terpenoles* son sustancias aromáticas de origen varietal. La variedad moscatel es muy rica en estas sustancias. Los niveles de terpenoles aumentan a lo largo de la maduración de la baya pero disminuyen con la sobre maduración y también frente a ataques fúngicos como *Botrytis Cinerea*. *Los monoterpenoles* suelen formarse durante el envejecimiento del vino. *Los dioles o polioles terpénicos* que se transforman a monoterpenoles a pH ácido como los que poseen mostos y vinos, se localizan principalmente en el hollejo y la vinificación en tinto favorece su extracción.

*Los ácidos grasos* son precursores de sustancias como aldehídos y alcoholes de 6 átomos de carbono. Los ácidos grasos apenas existen en forma libre en la baya, se encuentran en forma esterificada y forman parte de distintas clases lipídicas. El hollejo y la pulpa contienen prácticamente la totalidad de los ácidos grasos pero el hollejo es 1,5 a 3 veces más rico que la pulpa. También posee 5 veces más glicolípidos el hollejo que la pulpa. Durante la maduración el contenido de ácidos grasos poliinsaturados se empobrece.

*Los carotenoides* son compuestos que tienen el mismo origen que los terpenoles pero con un grado de polimerización más elevado. Algunos derivados de carotenoides tienen importancia en el perfil aromático de los vinos como la  $\beta$ -ionona y  $\beta$ -damascenona.

*Los precursores glicosilados* se les conoce más por su papel en la expresión cuantitativa del color, gusto amargo o por la toxicidad. Sin embargo, pueden tener un papel importante en los aromas debido a que su parte aglicona es olorosa y puede ser liberada.

*Los compuestos fenólicos* a través de reacciones pueden llegar a dar compuestos como los fenoles volátiles que son olorosos. Puede dar aromas poco agradables como el olor de "farmacia" pero también a cuero, bosque y pimienta que se consideran aromas positivos.

El término aroma varietal no debe sin embargo dejar pensar que cada cepa posee compuestos volátiles específicos. De hecho, los mismos compuestos odoríferos y sus precursores se encuentran en los mostos y en los vinos de varias cepas de una misma familia, así como en otros frutos y plantas. La personalidad aromática, propia de cada uno de las cepas, radica en las infinitas combinaciones de las concentraciones de los diferentes compuestos en los vinos (*Riberau-Gayon et al., 2002*)

Desafortunadamente, los compuestos aromáticos suelen encontrarse en las uvas conjugados, no volátiles y solo pueden liberarse durante el estrujado, mediante la acción de levaduras, o durante el envejecimiento (Jackson, 2009).

Las formas libres y unidas de los terpenoles se acumulan en la baya a partir del envero, después en el curso de la maduración. Algunos autores señalan una acumulación continua (incluso en la sobremaduración) de los monoterpenos de la uva. Otros, y es la opinión más difundida, observan una disminución de los monoterpenos libres, antes de la acumulación completa de los azúcares en la baya. Es posible imaginar que la alimentación en agua de la viña influye también en la evolución de los aromas durante la maduración. (*Riberau-Gayon et al., 2002*)

Los niveles de terpenoles libres aumentan durante el desarrollo de la baya. Pero es necesario apuntar que en el estado precoz donde la baya está verde, los terpenoles libres existen solo en pequeña cantidad (30-90 mg/kg). Algunos no están presentes y aparecerán en cantidad apreciable a partir del envero (linalol). Las fracciones libres aumentan a lo largo de la maduración y más allá se atenúan o incluso disminuyen. Algunos compuestos como el linalol disminuyen durante el proceso de sobremaduración (Flanzy, 2003).

También se ha señalado que los derivados C 13-norisoprenoides tienen una evolución similar. Los carotenoides disminuyen a partir del envero. Esta disminución se debe a un incremento de los derivados C 13-norisoprenoides. Estas transformaciones se relacionan con el papel que desempeñan las enzimas de las uvas en la degradación de carotenoides.

La exposición de las uvas al sol, en el curso de la maduración, acelera los fenómenos de degradación de carotenoides y se acompaña de un aumento del contenido en derivados C 13 Norisoprenoides glicosilados. (*Riberau-Gayon et al., 2002*)

Tras la fermentación alcohólica y maloláctica del mosto, en el vino se encuentran muchos compuestos aromáticos como alcoholes, ácidos, aldehídos, cetonas, acetales, ésteres, lactonas, derivados de hidrocarburos...etc

Los ácidos volátiles suelen ir asociados a defectos olfativos, aunque el ácido acético en concentraciones bajas puede añadir complejidad al bouquet. Los ácidos normalmente no son volátiles, aunque el ácido láctico puede llegar a dar algo de aroma, pero no suele ser significativo sensorialmente. Los ácidos pueden indirectamente jugar un papel importante en el aroma debido a su participación en la formación de ésteres aromáticos. En efecto, los ácidos grasos son producidos en cantidades elevadas en los vinos, presentando un aroma fermentativo agradable, cuyos ésteres son los principales responsables (Etiévant, 1991).

Los alcoholes más abundantes en los vinos son: metanol, etanol, 1-propanol, 2-metilpropanol, 1-butanol, 2-metil-1-butanol, 3-metil-1-butanol, cis-3-hexanol, hexanol y 2-feniletanol. Las concentraciones de estos alcoholes dependen de diversos factores como la variedad de uva, operaciones prefermentativas y control de temperatura y fermentación.

Sin embargo, los alcoholes aromáticos más significativos son los alcoholes superiores. Éstos se encuentran químicamente relacionados con el etanol, pero poseen cadenas de tres a seis carbonos (Jackson, 2009).

El origen de los alcoholes superiores (más de dos átomos de carbono) en los vinos está ligado al metabolismo de los aminoácidos. La síntesis de los alcoholes superiores depende de la cepa de levadura y es función de las concentraciones de nitrógeno amínico y amoniacal. Para una cantidad fija de nitrógeno amoniacal, la concentración de alcoholes superiores aumenta al aumentar el contenido en azúcares (González et al., 2001). Se sabe que el contenido de alcoholes superiores en el vino es un condicionante de su calidad y depende de las técnicas de elaboración empleadas (Bertrand, 1968). Alcoholes como el 1-propanol, 2-metil-1-propanol, 2-metil-1-butanol y suelen poseer aromas característicos de fusel.

Los aldehídos son compuestos carbonílicos. El acetaldehído o etanal es el aldehído mayoritario en el vino, suelen constituir el 90% del contenido aldehídico del vino.

Las cetonas también son compuestos carbonílicos, aunque su importancia en la composición aromática es relativa. La gran mayoría de las cetonas se originan durante la fermentación, aunque no suelen tener efecto significativo sensorialmente. La excepción más importante es el diacetilo que en bajas concentraciones aporta un flavor a mantequilla, frutos secos o tostados. (Jackson, 2009).

Los ésteres más abundantes en el vino son: acetato de etilo, acetato de metilo, acetato de hexilo, octanoato de etilo, decanoato de etilo, succinato de dietilo, acetato de 2-feniletilo, acetato de isoamilo y laurato de etilo. Sus concentraciones suelen ser menores a 3 mg/L excepto para el acetato de etilo que puede llegar a 10 mg/L y el lactato de etilo cuya concentración puede llegar a 20 mg/L. Los ésteres resultan de la reacción de una función alcohol sobre una función ácida, con eliminación de una molécula de agua. Se trata de una reacción reversible, limitada por la reacción inversa de hidrólisis del éster (Riberau-Gayon et al., 2002)

Las lactonas son ésteres cíclicos que se forman a través de la esterificación interna entre grupos carbonilo e hidroxilo. Proceden de la uva y rara vez contribuyen al bouquet al estar en bajas concentraciones. Las lactonas más abundantes del vino son las  $\gamma$ -lactonas que se pueden

reagrupar en las  $\gamma$ -butirolactonas y las alquil-  $\gamma$ -lactonas (Flanzy, 2003). Todas estas lactonas tienen un aroma muy parecido que recuerdan al coco y al melocotón. Por lo general en muy pocos vinos estos compuestos se sitúan por encima del umbral, por lo que en la mayoría de los casos se comportan como contribuyentes minoritarios (Ferreira, 2000).

En el mundo de la viticultura existen un gran número de formaciones de conducciones del viñedo, sin embargo hay dos que resaltan al ser las más utilizadas bien por tradición como es el vaso o por practicidad a la hora de la mecanización como es la espaldera. El viñedo en espaldera mejora ostensiblemente las labores de mecanización (Ruiz, 2012). Las formas libres como el vaso no cuentan con una estructura permanente de conducción (alambres/tutores) como la forma dirigida, la espaldera.

La espaldera al mismo tiempo permite una mayor sanidad del racimo y de la viña en general, al estar a mayor altura la ventilación es mayor y aleja de la posibilidad de tener enfermedades fúngicas. Las ventajas de la conducción en espaldera son múltiples, como la posibilidad de vendimiar nocturnamente para evitar oxidaciones y mantener aromas, la posibilidad de injertar más plantas en el mismo terreno, una mejor movilidad de las máquinas entre calles, la mejor maduración de la uva al recibir mayor cantidad de rayos solares (Sánchez et al, 1999). Como inconvenientes se puede citar la inversión inicial por parte del agricultor, las labores previas como el despedregado y la compra de la planta, la cantidad de agua necesaria también es mayor que en viñedos en vaso (Ruiz, 2012)



**Figura 1 Viñedo en espaldera tradicional (Fuente Asaja)**

El componente aromático del vino se ve afectado por la mayor o menor radiación recibida por la cepa, así como otros parámetros básicos del vino y el mosto, como el pH o los °Brix. La exposición solar incrementa significativamente los grados Brix y el pH del mosto, el color del vino, fenoles y el contenido de taninos (Song et al., 2015)

La sombra del follaje es favorable para una acumulación más lenta del azúcar, que permite retrasar la cosecha y alcanzar una madurez más completa de los demás componentes de la baya (Muñoz et al., 2002).

Un aumento a la exposición solar del racimo aumenta el contenido de aromas terpénicos de las uvas y disminuye los niveles de metoxipirazinas (Carbonell and Martinez, 2013). En este estudio, los niveles en la concentración de  $\beta$ -Damascenona y del linalol no se veían influidos por la radiación solar. Sin embargo los niveles de nerol, geraniol y citronelol se vieron incrementados por un aumento de la radiación solar (Song et al., 2015). Otros estudios

demonstraron que el sombreado influye en los niveles de  $\beta$ -Damascenona y 1, 1,6-trimetil que se vieron reducidos por el sombreado en el racimo (Ristic et al., 2008).

Algunas prácticas vitícolas como la conducción o el deshojado persiguen conseguir una modificación en la intensidad de la luz recibida por las bayas, debido al importante efecto en el metabolismo secundario que la luz tiene en estas (Carbonell y Martínez, 2013).

No obstante la incidencia solar puede ser contradictoria. En climas calurosos la incidencia de la luz solar sobre los racimos, puede afectar a los atributos sensoriales, debido a una excesiva degradación de ácidos orgánicos y precursores aromáticos causando efectos negativos sobre la calidad del vino (Moreno et al, 2015).

La exposición a la luz debería incrementar potencialmente los terpenos volátiles o disminuir los niveles de metoxipirazina. También ha sido constatado mediante paneles de cata que valoraron mejor los vinos que procedentes de cepas con mayor exposición al sol (González et al., 2001.)

La sombra, natural o artificial, tempranamente siempre reduce los niveles de azúcar y usualmente incrementa la acidez, algo que se puede interpretar como retrasos en la maduración (Kliewer, 1973). Esto es probablemente más consecuencia del sombreado en las hojas que en las bayas (Crippen, 1986).

La inclinación de las espalderas se realiza con el fin de orientar la masa foliar para captar más o menos radiación solar, hecho que influye principalmente en los compuestos polifenólicos finales de la baya. Este sistema permite la cosecha mecánica con una mejor insolación y también permite manejar la masa verde al dejar una mayor cantidad de brotes que tendrán menos vigor, obteniéndose de esta forma una mayor producción y vinos con mejores características sensoriales (Del Monte et al., 2001). A una escala temporal diaria el nivel de fotosíntesis y transpiración no solo es función del nivel de radiación sino del momento del día en el que este se alcanza. En un viñedo con orientación N-S se puede modificar esta incidencia a través de la inclinación de la vegetación (Buesa et al., 2003).

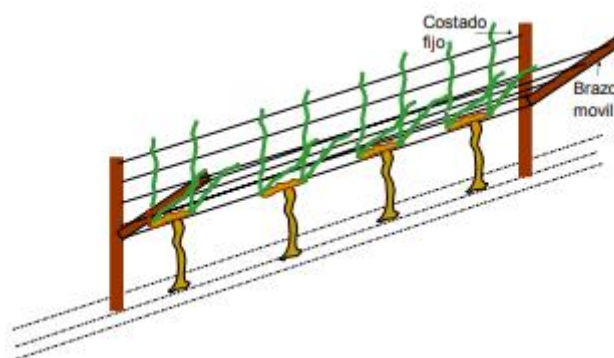


Figura 2 Brazo móvil, inclinación espaldera (C.Catania, S.Aavagnina)

La figura 2 muestra el brazo móvil donde se sitúa la masa foliar para inclinación de 30° este y oeste. El sistema de conducción “brazo móvil” da vinos con mejores notas frutales ,menor

oxidación, mejor color, mejor aroma, concentración y riqueza tánica ( Catania and Avagnina, 2007).

En viñedos plantados Norte-Sur inclinar la espaldera 30° hacia el Oeste para reducir la radiación interceptada por las cepas a primeras horas de la tarde cuando la demanda evaporativa es mayor, no permite reducir el consumo de agua diario. Sin embargo la inclinación de las cepas hacia el Oeste permitió en algunos años incrementar la productividad del viñedo, seguramente debido a la mayor cantidad de radiación interceptada por las cepas a primera hora de la mañana, cuando la capacidad fotosintética de las vides es mayor que por la tarde (Buesa et al., 2003.) Esto se puede ver mejor en la figura 3 donde se sitúa la orientación 30° Oeste a la izquierda.

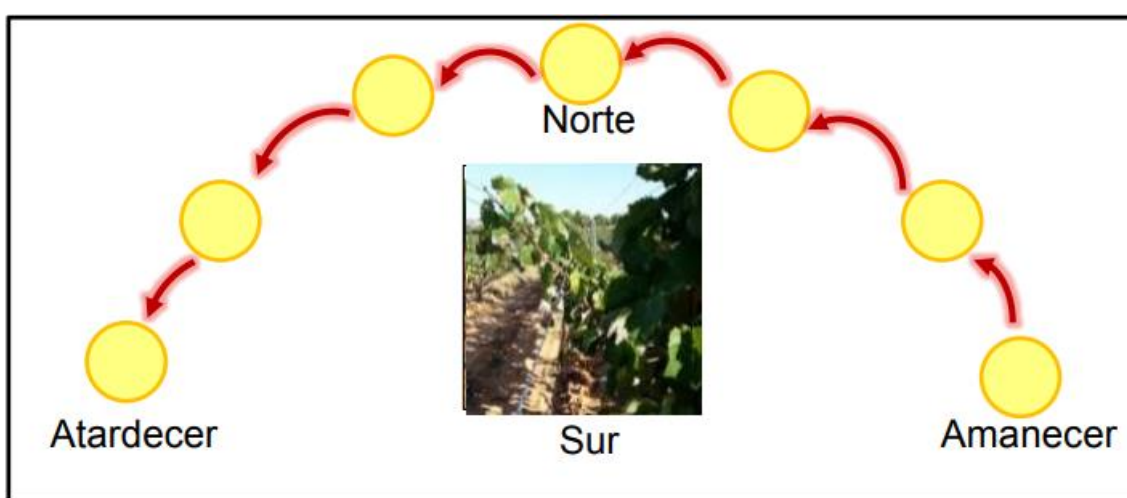


Figura 3 Incidencia solar en espaldera con inclinación 30° Oeste, Intrigliolo, 2015

La inclinación de la espaldera permitirá un aumento del nivel de radiación solar incidente que provoca un aumento de la concentración de compuestos C6, alcoholes superiores, ésteres etílicos y acetatos, ácidos grasos y volátiles y  $\alpha$ -terpineol, en los mostos y vinos elaborados con bayas procedentes de los racimos de estas espalderas (Moreno et al., 2015).

El aumento de fenoles (mg/g) y producción (kg/ha) también se ve aumentado en la inclinación 30°Oeste, donde es esperable reducir el consumo hídrico en las horas más calurosas de la tarde, disminuyendo la cantidad de luz que interceptan las cepas orientándolas hacia el sol de la tarde (Intrigliolo, 2015).

Sin embargo, la radiación a pesar de ser determinante, no es el único factor que será decisivo en la composición aromática del vino. La maduración de la uva es muy importante, una alta exposición solar de los racimos desarrollará mejores aromas y polifenoles, sin embargo la acumulación de azúcar puede verse afectada por una relación de hoja: fruta y justificar así un aclareo de racimos para asegurar una completa madurez (Muñoz et al., 2002).

Otros estudios relacionados con el tema señalan que la conducción en Lyra abierta, la cual tiene cierta similitud con la inclinación 30º debido a su inclinación, dio buenos resultados con la obtención de vinos con una alta intensidad aromática de marcados caracteres florales, así como un mayor volumen y persistencia en boca. Estos resultados pueden explicarse por la mayor intensidad lumínica recibida y por la relación follaje/carga (Disegna, 2001)

Este trabajo se ha centrado en la determinación de las principales diferencias aromáticas que existen entre espalderas dependiendo principalmente de su grado de inclinación, ya sea espaldera tradicional, espaldera con una inclinación de 30º hacia el este o espaldera con inclinación de 30º hacia el oeste.

El estudio se enmarca en el proyecto financiado por Mineco-FEDER Sostgrape AGL2014-54201-C4-4-R. Un trabajo similar se realizó con uvas de la vendimia del 2017 (Lerma, 2107). Es por ello, que es de interés comparar los resultados obtenidos en añadas distintas para poder obtener las conclusiones, ya que los resultados pueden variar debido a las diferencias principalmente climatológicas de la añada.

## **2. Objetivos**

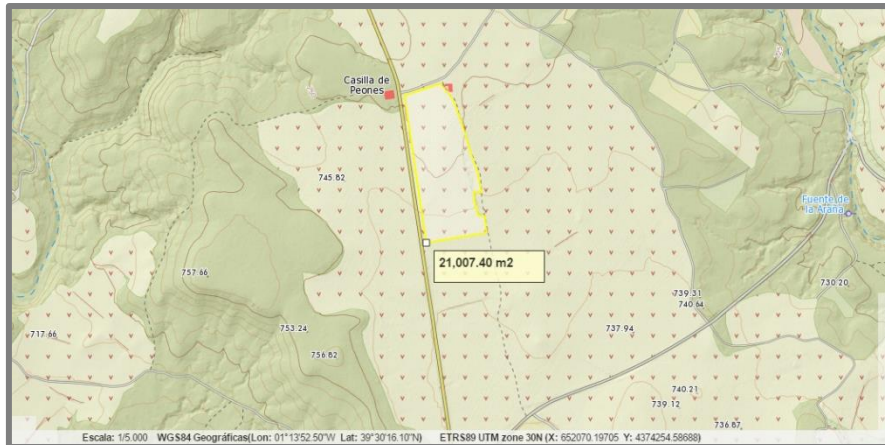
La inclinación de la cepa influye principalmente en la radiación captada. El objetivo general de este trabajo es estudiar el efecto de la disposición de las espalderas en la maduración de un viñedo de la variedad Bobal, situado en la Denominación de Origen Requena.

Así, el objetivo específico es evaluar los cambios en el contenido de compuestos volátiles en los vinos elaborados a partir de uvas procedentes de espaldera vertical, espaldera inclinada 30º Este y espaldera inclinada 30º Oeste. Con este trabajo se pretende determinar cuál es la

## **3. Datos Generales**

### **3.1. Características de la parcela**

Para elaborar el vino se vendimiaron uvas de cepas de la variedad Bobal de una parcela ubicada en el término municipal de Requena (coordenadas 39° 30' 16" N, 1° 13' 52" W) a una altura media de 750 m, ocupando una extensión de 2,1 ha.



**Figura 4. Situación Parcela**

La parcela pertenece a la Fundación Lucio Gil Fagoaga y está amparada bajo la Denominación de Origen Utiel- Requena con unos viñedos de 8 años de antigüedad que se distribuyen en hileras en formación de espaldera orientadas en dirección norte/sur con un marco de plantación de 2,45m x 2,45 m.

El suelo de la parcela es de textura franca, con una composición de arena, limo y arcilla equilibrada con un pH de 8,2 que favorece la absorción de fosfatos, potasio, calcio y magnesio de las vides existentes. Con un valor del 0,9%, se considera pobre en materia orgánica y, por el contrario, muestra altos valores, del 12,4%, de caliza activa. Los niveles de Fósforo, Magnesio y Potasio, bajos en los dos primeros y medio para el último de éstos, proporcionan unas condiciones idóneas para el cultivo de la vid.

### 3.2. Condiciones climatológicas

Respecto a la climatología de la zona se trata de un clima continental pero con rasgos mediterráneos por su proximidad al mar. Según el IVIA (Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias) el resumen de la añada 2017 fue la siguiente:

- La precipitación total fue de 321,8 mm
- Las horas frío totales fueron 1732
- La temperatura media fue de 14,92°C
- La temperatura mínima se registró en el mes de Enero con -6°C
- La temperatura máxima se registró en Julio con 42,29°C

En la figura 5 se compara la precipitación total por mes con la radiación recibida, se puede observar que fue un año de sequía más acusada en comparación con otros años donde la precipitación se estabiliza entorno a los 400-450 mm anuales, siendo destacable el mes de Julio donde se registraron apenas 2 mm.



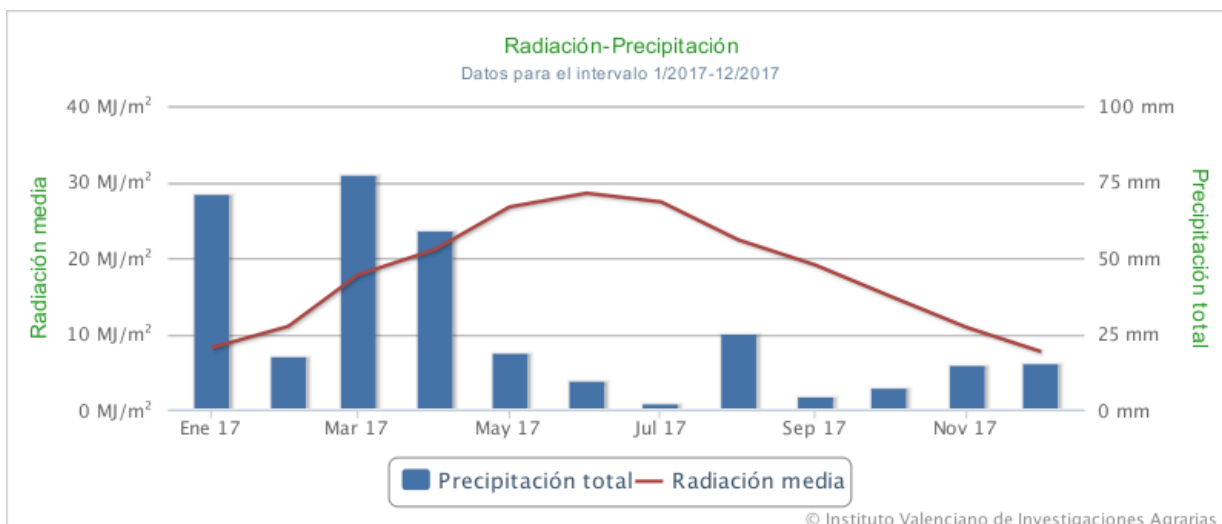


Figura 5. Radiación-Precipitación Requena 2017

Teniendo en cuenta estos datos, el riego de apoyo fue necesario debido a la acusada sequía que sufrió el término municipal de Requena y en general todo el territorio español en el año 2017. El riego de apoyo se aplicó a razón de 1258 m<sup>3</sup>/ha, aproximadamente unos 80 m<sup>3</sup>/ha más que el año pasado en la misma parcela.

### 3.3. Diseño Experimental

El diseño experimental parte de la definición de los tratamientos a realizar sobre las vides, cuyas bayas se utilizarán para la elaboración de los vinos a analizar

**Tratamiento 4 (T4):** Espaldera vertical tradicional

**Tratamiento 5 (T5):** Espaldera con inclinación 30° Este, con insolación durante la tarde

**Tratamiento 6 (T6)** Espaldera con inclinación 30° Oeste, con insolación durante la mañana

La disposición de las parcelas se realizó de forma aleatoria de forma que no hubiera ningún otro factor que influyera en los parámetros finales más que el tratamiento en sí. Cada tratamiento se divide a su vez en 4 subparcelas de las cuales se dividen en otras 3 subparcelas, obteniendo por tratamiento 12 subparcelas=muestras por tratamiento. En total se obtienen 36 muestras sumando todas las muestras teniendo en cuenta que hay 3 tratamientos. Por cada unidad experimental hay 5 filas con 9 cepas por fila, es decir 45 cepas por muestra, de las cuales solo 21 cepas serán participativas en el estudio. En la figura 6 se muestra un esquema de la distribución en la parcela y en la Tabla 1 un resumen de los tratamientos realizados.

<b>T4</b> VERTICAL	<b>T6</b> 30° OESTE	<b>T5</b> 30° ESTE
<b>T6</b> 30° OESTE	<b>T5</b> 30° ESTE	<b>T4</b> VERTICAL
<b>T5</b> 30° ESTE	<b>T4</b> VERTICAL	<b>T6</b> 30° OESTE
<b>T6</b> 30° OESTE	<b>T5</b> 30° ESTE	<b>T4</b> VERTICAL

Figura 6. Esquema tratamientos

Tabla 1. Tratamientos realizados en el viñedo

TRATAMIENTO	SUBPARCELA
ESPALDERA VERTICAL (T4)	T4 1
	T4 2
	T4 3
	T4 4
ESPALDERA 30º ESTE (T5)	T5 1
	T5 2
	T5 3
	T5 4
ESPALDERA 30º OESTE (T6)	T6 1
	T6 2
	T6 3
	T6 4

## 4. Materiales y métodos

### 4.1. Materiales

Las uvas empleadas en este proyecto son de la variedad Bobal, la vendimia tuvo lugar el día 25/09/17. Se vendimió inicialmente 250 bayas de cada unidad experimental para realizar la analítica, esto se realizó 3 veces por tratamiento. La toma de muestras se realizó de modo que esta fuera lo más representativa posible, por ello las bayas se tomaron de distintas partes del racimo como: zona soleada, zona de umbría, zona superior media y central. Con las muestras obtenidas se obtuvo el mosto en el que se determinaron los parámetros básicos como pH, acidez Total y grados Brix.

## 4.2. Elaboración del vino

De cada tratamiento (T4 T5 y T6) existen 4 subtratamientos que se corresponden con distintas zonas de la parcela según la característica de su espaldera (vertical, 30 ° Este, 30° Oeste). Y de cada uno de estos subtratamientos existen 3 muestras, cada muestra se vinificó por separado. Se separaron 3 lotes de 1,8 kg correspondientes a cada una de las 12 parcelas establecidas.

Por cada lote=muestra , se realizaron todas las operaciones para llevar a cabo la vinificación. Las uvas se despalillaron y se estrujaron a razón de dos minutos por muestra. Tras estrujar, la pasta obtenida se introdujo en recipientes de 2 litros donde se añadió metabisulfito potásico a dosis de 10 g/hL .

Tras preparar correctamente las levaduras *Saccharomyces cerevisiae* a una temperatura próxima de 26 °C se llevó a cabo la inoculación de estas por separado en cada muestra. La dosis que se utilizó de levaduras fue de 20 g/hL. La fermentación alcohólica se controló mediante densidad hasta acabar próxima a 992-994. Esta fermentación duró aproximadamente unos 10 días, dependiendo de cada muestra. Posteriormente se procedió a prensar con una prensa vertical manual durante un minuto.

Tras dar por finalizada la fermentación alcohólica se realizó la inoculación de bacterias lácticas *Oenococcus Oeni* las cuales se encargaron de llevar a cabo la Fermentación maloláctica mediante la cual se produjo la transformación del ácido málico en láctico. Al igual que la fermentación alcohólica, el seguimiento de la fermentación maloláctica se realizó mediante cromatografía en papel. Una vez acabada esta, se procedió al embotellado en botellas de cristal, añadiendo anhídrido sulfuroso a dosis de 50 mg/L.

## 4.3. Métodos

### 4.3.1. Parámetros convencionales del mosto/vino

Los parámetros básicos del mosto/vino que se determinaron fueron los siguientes:

**pH:** Se utilizó pH-metro Crison 507

**°Brix:** Mediante refractómetro se determinaron los sólidos solubles totales.

**Acidez Total:** La acidez total se obtuvo mediante una valoración con NaOH 0,1N hasta llegar a pH 7 con la ayuda del pH- metro anteriormente nombrado. La acidez total se mide en g/Lde ácido tartárico.

**Acidez Volátil:** La acidez volátil se determinó con el método Mathieu (Blouin, 1992), destilando el vino y posteriormente valorando con NaOH y fenoltaleina hasta viraje. La acidez volátil se define como el conjunto de ácidos de la serie acética presentes en el vino.

**Grado Alcohólico:** Se determinó con el método aerométrico .

#### 4.3.2. Determinación de los compuestos aromáticos

La determinación de los compuestos volátiles de las muestras de vino se llevó a cabo siguiendo la metodología propuesta por Ortega et al., (2001) y las modificaciones especificadas realizadas por Hernández-Orte et al., (2014). Se ha utilizado un Cromatógrafo de gas HP-6890, dotado de detector de ionización de llama y columna capilar HP-INNOWax (Crosslinked Polyethylene Glycol), de 60 m de longitud, 0,25 mm de diámetro interno y H<sub>2</sub> como gas portador. Condiciones de trabajo: temperatura del inyector y detector de 270°C, relación Split de 1:25. Flujo de hidrogeno de 40 mL/min y el flujo de aire de 450 mL/min. Todas las determinaciones se realizaron por duplicado.

#### 4.4. Tratamiento estadístico

El tratamiento estadístico se ha realizado con los paquetes de Statgraphics Plus 5.1. realizándose diferentes análisis de la varianza (ANOVA), para estudiar la existencia de diferencias significativas entre los distintos tratamientos estudiados, espaldera vertical, espaldera inclinada 30° Este y espaldera inclinada 30° Oeste, para los parámetros relacionados con la madurez tecnológica y polifenólica de las uvas, y para los distintos compuestos presentes en los vinos. Se establecen intervalos de comparación de medias, LSD ("Least Significant Difference"), con niveles de significación del 95% ( $p < 0,05$ ).

El análisis de Componentes Principales (PCA) se realizó con el programa Simca-P de Umetrics

#### 4.5. Caracterización aromática de los compuestos volátiles

Para distinguir entre aromas activos e inactivos se define el parámetro «valor de actividad aromática» (OAV), que mide la actividad aromática de un compuesto en una matriz determinada.

El valor de la actividad aromática (OAV) se calcula como cociente entre la concentración detectada y su umbral de percepción. Los compuestos aromáticamente activos serán aquellos que tengan un valor de aroma superior a 1.

## 5. Resultados

### 5.1. Efecto de la inclinación de las espalderas sobre los parámetros básicos del mosto.

En la Tabla 2 se recoge la media y desviación típica de las muestras junto con el resumen estadístico (ANOVA) de los datos obtenidos en la determinación de los parámetros básicos del mosto.

Tabla 2. Efecto de los tratamientos sobre los parámetros básicos del mosto.

PARÁMETRO	T4 ESPALDERA $\bar{X} \pm S$	T5 ESTE $\bar{X} \pm S$	T6 OESTE $\bar{X} \pm S$	Valor-P
pH	3,41±0,07 AB	3,45±0,07 B	3,39±0,06 A	0,07
°Brix	21,27±1,68 B	19,45±1,60 A	19,80±1,18 A	0,01
Acidez Total (g/L ácido tartárico)	6,57±0,52 B	6,16±0,40 A	6,64 ± 0,37 B	0,03

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas al 95%

Según se puede observar en la Tabla 2 los diferentes tratamientos aplicados no influyen significativamente en el pH del mosto, sin embargo sí que afectan a la acidez total del mosto que disminuye con la inclinación de la espaldera 30° Este (T5) y también influye significativamente en el grado Brix que es mayor en la espaldera vertical (T4). Esto se puede justificar quizá por una mayor incidencia solar, siendo la acidez uno de los parámetros que más se ven afectados por la inclinación de las cepas, además el pH también es mayor en T5 con inclinación Este como se observa en la Tabla 2.

### 5.2. Efecto de la inclinación de las espalderas sobre los parámetros básicos del vino.

En la Tabla 3 se pueden observar los resultados del ANOVA realizado para los parámetros de los análisis básicos de los vinos: acidez volátil, grado alcohólico, pH y acidez total.

Como se aprecia en la Tabla 3, la inclinación de la espaldera solo afecta significativamente al grado alcohólico, siendo los vinos procedentes del T4 (espaldera vertical) los que presentan el valor más alto. Este resultado era esperado ya que los mostos procedentes de este tratamiento presentaban mayor ° Brix como muestra la Tabla 2.

En cuanto al pH y acidez total de los vinos, aunque no se han encontrado diferencias significativas entre tratamientos, las distintas inclinaciones de las espalderas contribuyen a un mayor consumo de ácidos en la baya y por tanto a vinos con menor acidez y mayor pH.

**Tabla 3. . Efecto de los tratamientos sobre los parámetros básicos del vino.**

PARÁMETRO	T4 ESPALDERA $\bar{X} \pm S$	T5 ESTE $\bar{X} \pm S$	T6 OESTE $\bar{X} \pm S$	Valor-P
Acidez Volátil (g/L ácido acético)	0,40 ± 0,02A	0,42±0,02A	0,39±0,02A	0,60
pH	3,84±0,06A	3,83±0,16A	3,79±0,05A	0,53
Grado Alcohólico	12,52±0,98B	11,45±0,95A	11,66±0,69A	0,01
Acidez Total (g/L ácido tartárico)	5,89±0,33A	5,63±0,48A	5,59±0,39A	0,11

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas al 95%

### 5.3. Efecto de la inclinación de las espalderas en la composición aromática de los vinos.

Los resultados del análisis ANOVA de los compuestos aromáticos con la diferente inclinación de las espalderas se muestran en la Tabla 4.

Se han cuantificado 35 compuestos volátiles en los vinos elaborados a partir de las uvas procedentes de espaldera vertical tradicional, espaldera inclinada 30º este y espaldera inclinada 30º oeste, para determinar si la disposición de las espalderas afecta a la concentración de los compuestos volátiles en el vino.

Como se aprecia en las Tabla 4, el grado de inclinación de la espaldera afecta significativamente a la concentración de 24 de los compuestos analizados.

En la familia de los aldehídos la espaldera vertical (T4) tiene un efecto significativo sobre la concentración de acetaldehído en el vino, que ha resultado superior que en el resto de tratamientos T5 y T6 con inclinación de la espaldera. El acetaldehído es un componente fundamental y es el aldehído mayoritario en el vino, aunque por encima del valor umbral es considerado un defecto olfativo, sin embargo forma parte de la composición del vino, de ahí la importancia del equilibrio (Chacón, 2012).

Los ésteres aportan características organolépticas importantes relacionadas con la aromaticidad del vino ya que algunos de estos compuestos poseen características frutales con gran impacto en los vinos jóvenes.

Tabla 4 Valores medios, desviación estándar y ANOVA de los compuestos aromáticos de los vinos obtenidos con diferentes grados de inclinación de espaldas de la vid (mg/L).

	T 4 (VERTICAL) $\bar{X} \pm S$	T 5 (30° ESTE) $\bar{X} \pm S$	T6 (30° OESTE) $\bar{X} \pm S$	P-VALOR
ACETALDEHIDO	0,562±0,16 B	0,353±0,14 A	0,332±0,16 A	0
BENZALDEHIDO	0,456±0,12 A	0,498±0,14 A	0,530±0,18 A	0,239
DIETILACETAL	0,034±0,12 A	0,076±0,22 A	0,064±0,13 A	0,657
<b>TOTAL ALDEHIDOS</b>	<b>1,053</b>	<b>0,928</b>	<b>0,927</b>	
ACETATO DE METILO	0,040±0,02 A	0,037±0,02 A	0,048±0,05 A	0,186
ACETATO DE ETILO	0,390±0,07 B	0,291±0,09 A	0,392±0,16 B	0,003
ACETATO DE ISOBUTILO	1,018±0,44 A	1,291±0,64 AB	1,536±0,66 B	0,012
ETILISOVALERIATO	0,296±0,21 A	0,466±0,19 B	0,396±0,25 AB	0,030
HEXANOATO DE ETILO	0,172±0,04 A	nd	0,259±0,15 B	0,007
ACETATO DE HEXILO	0,515±0,25 A	0,683±0,24B	0,856±0,14 C	0
LACTATO DE ETILO	1,879±1,10 A	3,388±6,62AB	7,918±15,56 B	0,092
OCTANOATO DE ETILO	0,480±0,16 A	0,657±0,16B	0,455±0,20 A	0,001
DECANOATO DE ETILO	0,852±0,11 A	0,769±0,22 A	0,800±0,13 A	0,208
SUCCINATO DIETILO	2,218±1,26 B	1,272±0,22 A	1,027±0,79 A	0
DIETIL GLUTARATO	0,709±0,13 B	0,519±0,18 A	0,451±0,15 A	0
2 FENIL ETIL ACETATO	0,025±0,01 A	0,025±0,01 A	0,106±0,16 B	0,003
<b>TOTAL ESTERES</b>	<b>8,598</b>	<b>9,403</b>	<b>14,250</b>	
1 PROPANOL	0,420±0,32 B	0,004±0,02 A	0,060±0,12 A	0
1 BUTANOL	0,542±0,09 B	0,342±0,10 A	0,486±0,20 B	0
ALCOHOL ISOAMILICO	240,179±62,96 B	178,901±27,75 A	219,075±21,39 B	0
CIS 3 HEXENOL	0,121±0,13 AB	0,100±0,05 A	0,178±0,11 B	0,028
1 HEPTANOL	0,066±0,20 A	0,039±0,12 A	0,081±0,16 A	0,680
2 3 BUTANODIOL	3,644±1,38 A	7,045±2,11 B	8,878±1,89 C	0
BENZYLALCOHOL	0,419±0,16 B	0,401±0,19 B	0,284±0,13 A	0,010
2 FENILETANOL	52,899±26,64 B	39,437±12,62A	29,555±15,42 A	0,001
<b>TOTAL ALCOHOLES</b>	<b>298,293</b>	<b>226,2737</b>	<b>258,600</b>	
ACIDO ISOBUTIRICO	0,248±0,03 B	0,172±0,01 A	0,318±0,19 C	0
ACIDO DECANOICO	0,298±0,09 B	0,138±0,03 A	0,273±0,08 B	0
ACIDO BUTIRICO	1,348±0,47 A	1,401±0,52 AB	1,639±0,45 B	0,090
ACIDO ISOPENTANOICO	0,244±0,06 A	0,360±0,18 B	0,321±0,15 AB	0,019
ACIDO HEXANOICO	0,314±0,07 A	0,356±0,09 AB	0,418±0,17 B	0,013
ACIDO 2 ETILHEXANOICO	nd	nd	nd	-
ACIDO OCTANOICO	1,189±0,35 B	0,670±0,19 A	0,590±0,14 A	0
<b>TOTAL ACIDOS</b>	<b>3,643</b>	<b>3,100</b>	<b>3,561</b>	
γ-BUTIROLACTONA	0,623±0,15 C	0,492±0,14 B	0,186±0,08 A	0
β-DAMASCENONA	0,318±0,08 C	0,269±0,09 B	0,183±0,07 A	0
α-IONONA	0,226±0,05 A	0,458±0,11 C	0,331±0,07 B	0
PANTOLACTONA	nd	nd	nd	-
DECALACTONA	nd	nd	nd	-
<b>TOTAL LACTONAS</b>	<b>1,167</b>	<b>1,219</b>	<b>0,7</b>	

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas al 95%. n.d (no detectado).

El acetato de etilo, formado por la reacción de deshidratación entre etanol y el ácido acético, es el éster más importante. En vinos sanos su concentración generalmente está por debajo de los 50 a 10 mg/L. En bajas concentraciones <50 mg/L tiende a aportar complejidad al vino. En altas concentraciones > 150 mg/L, el acetato de etilo genera un defecto olfativo similar a la acetona (Jackson, 2009)

En este caso el acetato de etilo disminuye significativamente en los vinos elaborados a partir de uvas del T5 con inclinación de la espaldera 30° este.

Los vinos elaborados a partir de uvas procedentes de espaldera vertical presentan mayor concentración de succinato de dietilo y dietil glutarato. La inclinación de la espaldera 30 ° oeste aumenta significativamente la concentración en los vinos de hexanoato de etilo, acetato de hexilo, lactato de etilo, acetato de isobutilo y 2 feniletilacetato.

El lactato de etilo es conocido por dar aromas lácteos, aportando al vino volumen y redondez percibiendo en nariz toques lácteos o de café. El acetato de etilo y el lactato de etilo se le atribuyen papeles secundarios, aunque tienen ligeros efectos en el bouquet (Lage, et al., 1999).

En cuanto al octanoato de etilo y isovalerato de etilo, la inclinación de la espaldera 30 ° este tiene un efecto significativo sobre su concentración, que aumenta.

Dentro del grupo de los alcoholes se ha observado un efecto significativo de la inclinación de la espaldera (30° este o 30° oeste) sobre todos compuestos analizados excepto el 1-heptanol. De todos los alcoholes que hay en el vino, solo el 2 fenil etanol tiene un aroma agradable relacionado con el olor a rosa. En este estudio la espaldera con inclinación 30° este u oeste disminuye significativamente la concentración de este compuesto en los vinos.

La cantidad media en el vino de alcoholes es del orden de 400-500 mg/L que se corresponde con la cantidad óptima para el aroma. Cantidades más elevadas implican defectos en el aroma (Etievant, 1991 ). En este caso concreto ni si quiera llega al nivel de 300 mg/L en ninguno de los tratamientos, por lo que se descartan defectos ocasionados por los alcoholes superiores.

En lo que concierne a los ácidos los resultados difieren entre tratamientos. En los vinos procedentes de espaldera vertical (T4) aumenta significativamente la concentración de ácido octanoico. La espaldera con inclinación 30° (T5) este permite obtener vinos con menos ácido decanoico y más ácido isopentanoico. Los ácidos isobutírico, butírico y hexanoico aumentaron significativamente en los vinos procedentes de la espaldera con inclinación 30° oeste.

Por último, en el conjunto de las lactonas se han observado diferencias significativas entre los tratamientos realizados para la  $\gamma$ -butirolactona, la  $\beta$ -damascenona y la  $\alpha$  ionona. La  $\gamma$ -butirolactona y la  $\beta$ -damascenona disminuyen significativamente con las espalderas inclinadas, mientras que la  $\alpha$  ionona aumenta con la espaldera inclinada 30° este.

Los resultados obtenidos de  $\beta$ -Damascenona en los vinos, coincide con otros estudios donde señalan que la concentración de este compuesto en cepas que tienen un porcentaje de sombreado a lo largo del día produce menos cantidad de esta lactona (Ristic et al.,2008).



Estudios realizados por Vilanova et al. (2014) aseguran una mayor concentración de lactonas en condiciones más cercanas al secano. El tratamiento de secano produjo una mayor cantidad de lactonas. Esto podría tener relación con la mayor demanda evaporativa de agua en horas tempranas de la tarde cuando la radiación interceptada por el tratamiento 5 (inclinación de la espaldera 30ºeste) es mayor (Buesa et al. ,2003.)

Diferentes estudios han demostrado que la contribución al aroma es más por familias de odorantes que por compuestos individuales. El efecto de cada componente de una familia de aromas, es aditivo o sinérgico (Cacho, 2006), por ello, para analizar mejor el efecto de la inclinación de la espaldera, se ha realizado un estudio atendiendo a las diferentes familias de compuestos aromáticos

En la tabla 5 se puede ver el efecto de la inclinación de la espaldera por familias de compuestos aromáticos, ordenado de mayor a menor concentración.

**Tabla 5 . Efecto de los diferentes tratamientos en la concentración total de los compuestos aromáticos agrupados por familias, ordenados de mayor a menor concentración**

<b>ALDEHIDOS</b>	T4>T6>T5
<b>ESTERES</b>	T6>T5>T4
<b>ALCOHOLES</b>	T4>T6>T5
<b>ÁCIDOS</b>	T4>T6>T5
<b>LACTONAS</b>	T5>T4>T6

A resaltar de la tabla 7, es que el Tratamiento 4 con espaldera tradicional permite obtener vinos más ricos en ácidos, aldehídos y alcoholes en comparación con los otros dos tratamientos de espaldera inclinada. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Lerma (2017) donde los vinos procedentes de espaldera vertical contenían más ácidos, compuestos químicos con alto impacto aromático en vino.

Con el Tratamiento 5 espaldera inclinada 30º este, se obtienen vinos con más lactonas, este mismo resultado obtuvo Lerma (2017), estos compuestos se relacionan con aromas dulces .

El Tratamiento 6 espaldera 30º Oeste, da lugar a vinos más ricos en ésteres, de nuevo coincide los resultados de Lerma (2017). La inclinación de la espaldera 30º Oeste provoca un aumento de ésteres, responsables del aroma frutal del vino y de alcoholes, siendo los alcoholes superiores precursores de los ésteres de acetato.

También se ha encontrado similitud con los trabajos realizados por Moreno et al. (2015) respecto a la cantidad de esteres y lactonas que se encuentran en mayor cantidad en los vinos elaborados a partir de uvas procedentes de tratamientos con inclinación de espaldera.

Por otra parte los resultados obtenidos respecto a alcoholes y aldehídos no coinciden con los obtenidos por Lerma (2017). Los alcoholes aumentaron en el tratamiento 6 con inclinación de la espaldera 30ºOeste en dicho trabajo, mientras que en este estudio el aumento se produjo para el tratamiento 4 espaldera vertical, quedando en segunda posición el tratamiento 6. Los

aldehídos fueron mayoritarios en el tratamiento 5 30° Este en los estudios de Lerma y esto contrasta con los resultados obtenidos en el presente trabajo, que muestran que justamente el tratamiento 5 es el que menos aldehídos presenta, aunque la diferencia es mínima.

El análisis de los componentes principales (PCA) que se usa para explicar la variabilidad de datos con el fin de buscar relación entre compuestos y tratamientos se realizó mediante el programa Simca.

Las Figuras 7 y 8 muestran los gráficos del PCA obtenido: gráfico de las puntuaciones (scores) para los distintos tratamientos y el gráfico de cargas (loading) por densidad por componentes aromáticos. T (tratamiento 4 espaldera tradicional) E (tratamiento 5 30°Este) O (tratamiento 30 ° Oeste).

En el gráfico de puntuaciones (Figura 7) la PC1 que es la que mejor explica la varianza total, permite diferenciar los vinos obtenidos a partir de espaldera vertical (T) de los elaborados a partir de espaldera inclinada 30°. Observando el gráfico de loading, se aprecia que el T4 (espaldera tradicional) se relaciona con la mayor formación de 1-propanol, succinato de dietilo, 2 fenil-etanol, acetaldehído y alcohol isoamílico.

La PC2 separa claramente el vino procedente de espalderas con inclinación 30 ° este de las inclinadas 30° oeste (E y O). La inclinación de la espaldera 30°este se relaciona con los compuestos etil isovalerato, octanoato de etilo,  $\alpha$  ionona y ácido isopentanoico. La inclinación de la espaldera 30° oeste da lugar a vinos con mayor concentración de ésteres como el 2 fenil acetato, acetato de isobutilo, acetato de hexilo y lactato de etilo

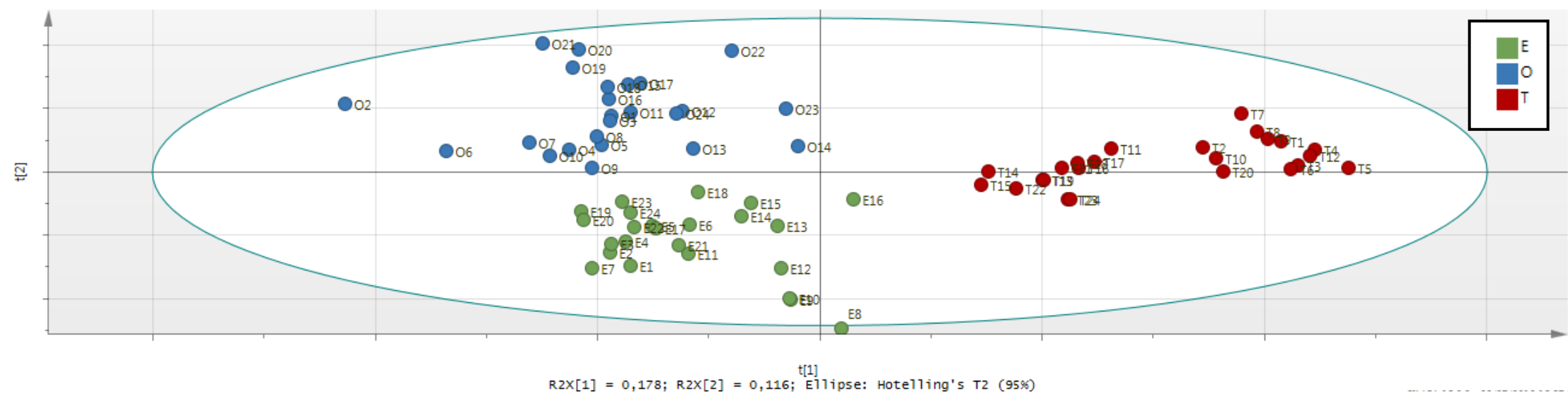


Figura 7. Análisis de Componentes Principales (Componente 1 frente a 2) realizado sobre los compuestos volátiles identificados. Gráfico de puntuaciones (scores). T (espaldera tradicional) E (inclinación 30°Este) O (inclinación 30° Oeste).

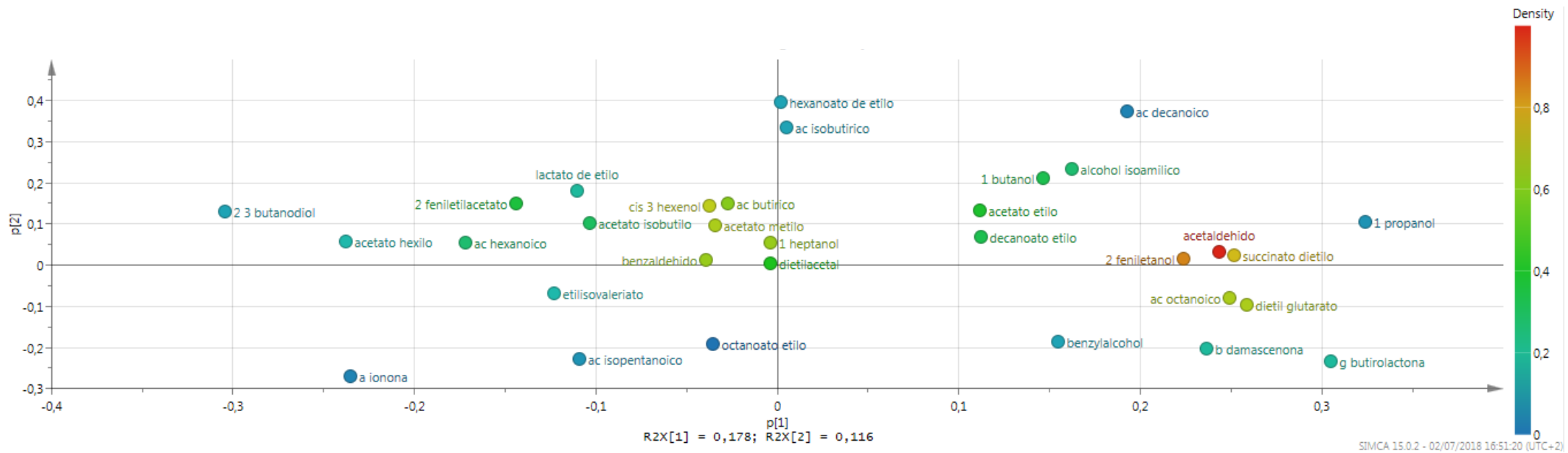


Figura 8. Análisis de Componentes Principales (Componente 1 frente a 2) realizado sobre los compuestos volátiles identificados. Gráfico de cargas (loadings).

## 5.4. Valor olfativo (OAV) de los compuestos aromáticos.

Para comprobar cómo contribuye un compuesto volátil al aroma de los vinos se determina el valor de la actividad olfativa (OAV). El OAV se calcula como el cociente de la concentración del compuesto respecto al umbral de percepción del mismo.

El OAV es el ratio resultante del cociente entre la concentración de un determinado compuesto aromático y su umbral de percepción olfativo, expresado en unidades olfativas aromáticas (UFA), que permite cuantificar el impacto sensorial de éste en la fase olfativa de la cata. Los compuestos cuyo cociente sea superior a 1, se consideran aromáticamente activos y, por tanto, con impacto sensorial, tanto mayor cuanto mayor sea el valor del cociente

En la Tabla 6 se muestran los valores de OAV de cada compuesto aromático presente en los vinos, para cada uno de los tratamientos aplicados, destacando aquellos cuyo valor es superior a la unidad.

Quince compuestos presentaron concentraciones más altas que sus umbrales de olor correspondientes, 12 de ellos en todos los tratamientos ensayados, salvo acetaldehído, diacetal y acetato de hexilo que solo presentaron actividad aromática en los vinos elaborados en algunos tratamientos pero no en todos.

En el grupo de los **aldehídos** el acetaldehído tiene impacto sensorial únicamente en tratamiento 4 (espaldera tradicional) mientras que el dietilacetal presenta OAV activo en los vinos procedentes de espaldera inclinadas. Estos compuestos en concentraciones bajas pueden dar aromas a manzanas, rosas, manteca..etc.

En el grupo de los **ésteres** el etilisovalerato, octanoato de etilo, decanoato de etilo todos ellos con aromas frutales y 2 fenil etil acetato con aroma floral y a miel, tienen actividad aromática en todos los tratamientos, mientras que el hexanoato de etilo solo presenta OAV superior a 1 en los tratamientos 4 (espaldera tradicional) y 6 (inclinación 30º oeste). El acetato de etilo dio por debajo del umbral de percepción en todos los tratamientos. Estos resultados coinciden con los de Lerma (2017).

En cuanto a los **alcoholes**, solo el alcohol isoamílico y el 2 feniletanol presentan valores OAV > 1, en todos los tratamientos. El 2-feniletanol está relacionado con aromas agradables sin embargo el alcohol isoamílico, está relacionado con aromas negativos.

Los **ácidos** con actividad aromática son butírico, isopentanoico, hexanoico y octanoico se con notas grasas y ásperas.

Las lactonas con OAV > 1 destacan por la aportación aromática de la  $\beta$ -damascenona, con notas a manzana asada y melocotón en lata y la  $\alpha$ -ionona, relacionada con la violeta y la frambuesa, confiriendo a los vinos aromas muy interesantes. (Lerma, 2017; Palacios et al., 2015).

**Tabla 6 Olor descriptor y OAV para cada tratamiento.** 1 Zeta et al 2001; 2 Gambetta et al 2014; 3 Guth, H. 1997; 4 Benito, P.2010; 5 Gómez García-Carpintero et al.2012;6 Fernández de Simón,B. et al.2008; 7 Francis, I.L and Newton, J.L.2005;8Peinado et al 2006; 9 Aznar, M. et al 2003; 10 Ferraira et al. 2000; 11 Culleré et al. 2008; 12 Gómez-Miguel, J et al.2007; 13 González Álvarez et al. 2001; 14 Capone et al 2013; 15 Siebert et al 2005; 16 Etiévant, P.X. 1995; 17 Leffingwell, J.L. 2001; 18 Perestrello, R etal. 2005; 19 Pérez-Olivero et al. 2014 . n.d (no detectado)

Grupo	Compuesto	Olor-Descriptor	Valor Umbral de percepción (µg/L)	Vertical T4 (µg/L)	OAV T4 (µg/L)	30°Este T5 (µg/L)	OAV T5 (µg/L)	30°Oeste T6 (µg/L)	OAV T6 (µg/L)
ALDEHIDOS	Acetaldehido	Manzana madura <sup>1</sup> Picante <sup>2</sup>	500 <sup>3</sup>	562,7	<b>1,12</b>	353,6	0,71	332,3	0,665
	Benzaldehido	Almendra amarga <sup>1</sup>	2000 <sup>5</sup>	456,1	0,228	498,2	0,25	530,6	0,265
	Dietilacetil	Mantequilla, Regaliz, Frutos secos <sup>4</sup>	50 <sup>3</sup>	34,4	0,68	76,3	<b>1,53</b>	64,1	<b>1,28</b>
ESTERES	Acetato de Metilo	Frutal <sup>7</sup>	470000 <sup>1</sup>	40,14	0,000085	37,5	0,000080	48,5	0,0001
	Acetato de Etilo	Piña, Barniz <sup>1</sup>	7500 <sup>1</sup>	390,12	0,05	291,1	0,039	392,3	0,052
	Acetato de Isobutilo	Frutal, platano <sup>8</sup>	1600 <sup>9</sup>	1018,4	0,63	1291,4	0,81	1536,3	0,96
	Etilisovaleriano	Frutal, <sup>7</sup> Limón, Anís <sup>10</sup>	3 <sup>10</sup>	296,01	<b>98,67</b>	466,6	<b>155,5</b>	396,3	<b>132,1</b>
	Hexanoato de Etilo	Frutal, Manzana Verde <sup>8</sup>	14 <sup>10</sup>	172,12	<b>12,29</b>	ND	--	259,9	<b>18,56</b>
	Acetato de Hexilo	Floral, Pera <sup>8</sup>	1500 <sup>11</sup>	515,80	0,34	683,0	0,45	856,7	0,57
	Lactato de Etilo	Fresa, láctico <sup>1</sup> Medicina <sup>8</sup>	150000 <sup>12</sup>	1879,83	0,012	3388,7	0,023	7918,1	0,052
	Octanoato de Etilo	Frutal, Piña, Jabonoso <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>	0,4808	<b>96,16</b>	657,0	<b>131,4</b>	455,4	<b>91,08</b>
	Decanoato de Etilo	Frutal, Uva <sup>8</sup>	200 <sup>8</sup>	0,85264	<b>4,26</b>	769,7	<b>3,85</b>	800,6	<b>4,003</b>
	Succinato de Etilo	Frutal, Melón <sup>13</sup>	200.000 <sup>13</sup>	2,21831	0,01	1272,8	0,0064	1027,8	0,0051
	Dietil Glutarato	Albaricoque, Chocolate, Tostado <sup>14</sup>	nd	709,03	--	519,9	---	451,4	---
	2 Fenil etil acetato	Floral, Miel <sup>15</sup>	20 <sup>3</sup>	25	<b>1,25</b>	25,6	<b>1,28</b>	106,5	<b>5,32</b>
ALCOHOLES	1 Propanol	Fruta madura, alcohol <sup>16</sup>	830 <sup>16</sup>	420,5	0,51	4,9	0,0059	60,4	0,072
	1 Butanol	Mantequilla <sup>4</sup> Medicinal, Alcohol <sup>1</sup>	150.000 <sup>11</sup>	542,07	0,0036	342,5	0,0028	486,9	0,0032
	Alcohol Isoamilico	Queso, alcohol, esmalte <sup>4</sup>	30.000 <sup>13</sup>	240170	<b>8,006</b>	178900	<b>5,96</b>	219070	<b>7,30</b>
	Cis 3 Hexenol	Herbaceo, Hierba cortada <sup>3</sup>	400 <sup>3</sup>	121,83	0,31	100,3	0,25	178,9	0,45
ALCOHOLES	1 Heptanol	Oleoso <sup>1</sup>	2 500 <sup>1</sup>	66,80	0,03	39,8	0,016	81,0	0,032
	2 3Butanodiol	Frutal <sup>8</sup>	150.000 <sup>8</sup>	3644,08	0,024	7045,9	0,05	8878,2	0,06
	Benzylalcohol	Frutal, dulce, cítrico <sup>13</sup>	200.000 <sup>13</sup>	419,35	0,0021	401,3	0,002	284,2	0,0014
ÁCIDOS	2 Feniletanol	Floral, rosa, polen <sup>11</sup>	14.000 <sup>11</sup>	52899,5	<b>3,78</b>	39437	<b>2,81</b>	29555	<b>2,11</b>
	Acido isobutirico	Queso graso rancio <sup>15</sup>	2300 <sup>16</sup>	248,69	0,108	172,8	0,075	318,9	0,14
	Acido decanoico	Cera, sebo, rancio, jabonoso <sup>15</sup>	1000 <sup>11</sup>	298,01	0,298	138,8	0,14	273,4	0,27
	Acido butirico	Queso rancio <sup>15</sup>	173 <sup>11</sup>	1348,75	<b>7,80</b>	1401,7	<b>8,10</b>	1639,4	<b>9,47</b>
	Acido isopentanoico	Dulce, ácido, rancio <sup>10</sup>	33 <sup>10</sup>	244,35	<b>7,40</b>	360,2	<b>10,92</b>	321,3	<b>9,73</b>
	Acido hexanoico	Queso, graso, aceite vegetal <sup>15</sup>	420 <sup>10</sup>	314,70	0,74	356,4	0,85	418,5	0,99
	Acido 2 etilhexanoico	Herbaceo, terroso <sup>17</sup>	nd	nd	----	nd	--	nd	--
LACTONAS	γ butirolactona	Dulce, tostado, caramelo <sup>10</sup>	35 <sup>10</sup>	623,65	<b>17,81</b>	492,8	<b>14,08</b>	186,1	<b>5,32</b>
	β damascenona	Manzana asada, melocotón <sup>11</sup>	0,05 <sup>11</sup>	318,53	<b>6370,6</b>	269,6	<b>5392</b>	183,0	<b>3660</b>
	α ionona	Violeta, frambuesa <sup>4</sup>	2,6 <sup>10</sup>	226,42	<b>87,08</b>	458,2	<b>176,23</b>	331,1	<b>127,34</b>
	Pantolactona	Licor ahumado <sup>1</sup>	500.000 <sup>1</sup>	nd	---	nd	---	nd	----
Decalactona	Frutal, albaricoque <sup>1</sup>	1000 <sup>1</sup>	nd	---	nd	---	nd	....	

## 6. Conclusiones

La modificación del grado de inclinación de las espalderas con la finalidad de reducir la radiación interceptada por la cepa y, por tanto, modificar el proceso de maduración de la uva afecta a la composición de las uvas y de los vinos con ellas elaborados.

La madurez de la uva experimentó algunas diferencias con las espalderas inclinadas (este y oeste) obteniendo mostos con menor acidez total y  $^{\circ}$  Brix y vinos con un grado alcohólico menor que con la espaldera vertical tradicional.

A tenor de los resultados obtenidos, el Tratamiento 4 con espaldera tradicional permite obtener vinos más ricos en ácidos, aldehídos y alcoholes en comparación con los tratamientos de espaldera inclinada. Con el Tratamiento 5 espaldera inclinada  $30^{\circ}$  este, se obtienen vinos con más lactonas, compuestos que se relacionan con aromas dulces. El Tratamiento 6 espaldera inclinada  $30^{\circ}$  Oeste, da lugar a vinos más ricos en ésteres responsables del aroma frutal de los vinos.

El PCA ha permitido diferenciar los vinos procedentes de espaldera vertical tradicional y los de espaldera inclinada. Así mismo también ha permitido diferenciar entre espaldera inclinada  $30^{\circ}$ este y  $30^{\circ}$  oeste atendiendo a la composición volátil de los vinos.

Como conclusión final, se puede decir que en las condiciones de nuestro cultivo para la variedad Bobal en la añada estudiada, la inclinación de las espalderas resulta favorable para la calidad aromática de los vinos, debido a que estos vinos presentan una mayor cantidad de ésteres y lactonas que pueden hacer que estos tratamientos resulten interesantes. Sin embargo sería necesario saber qué propiedades queremos potenciar en las uvas y finalmente en el vino que se va a elaborar, ya que inclinar las espalderas dificulta la mecanización, la aplicación de los tratamientos sanitarios, la vendimia mecanizada, etc

## 7. Bibliografía

- ALEJANDRE M.M.L.2002. Viticultura Enología y Cata. 84,184.
- ANDRADES M, GONZÁLEZ M, 1995. Influencia climática en la maduración de la uva:Estudio de cultivares de La Rioja y Madrid. 1-24
- BELANCIC A, AGOSIN E, 2005. Aromas varietales: Influencia de ciertas prácticas vitícolas y enológicas. 13-21
- BERTRAND A. 1968. Utilisation de la chromatographie en phase gazeuse pour le dosage constituants volatils du vin. Abstract
- BUESA I, GACCAVELLO G. MERLI M.C,PUERTO H, RUIZ-CANLES A. MOLINA J.M, INTRIGLIOLO D.S. 2013. Efectos de la orientación de las filas y de la espaldera de los viñedos sobre la eficiencia en el uso del agua y la calidad de la uva Bobal
- CACHO J.2012. Conocimientos actuales sobre la hidrólisis de los compuestos glicosídicos del vino 63-65
- CARBONELL P, MARTÍNEZ J.M, 2013. Estructura y composición de la uva y su contribución al vino. Revista Bioquímica del vino.
- CATANIA C., AVIGNA.S 2007. Factores agroclimáticos y características sensoriales .7-10
- CHACÓN J.H.M.2012. Moléculas que originan los sabores y aromas en la leche, los quesos y los vinos 55-60
- CONDE GONZÁLEZ J.E, RODRÍGUEZ DELGAGO M.A, RODRÍGUEZ J, CABRERA H, PÉREZ J.P,2002. Determinación de volátiles mayoritarios en vinos tintos de las Islas Canarias. 4-10
- DISEGNA E, RODRIGUEZ P, MARTÍN M, FERRERÍ J. 2001. Incidencia de distintos sistemas de conducción en la fertilidad de yemas, producción y calidad de vinos del cv “Moscatel de Hamburgo” 5-13
- DEL MONTE R, 2001. A new Grapevien trellis system mobile arm Y as an alternative to improve the vertical shhot positioned system in the region of Luján de Cuyo, Mendoza, Argentine
- ETIEVANT, P.X. 1991. Volatile compounds of food and beverages. Maarse, H. (ed). Dekker, New York. pp. 483-546.
- FERREIRA, V., LOPEZ, R., Y CACHO, J. F. 2000. Quantitative determination of the odorants of young red wines from different grape varieties. Journal of the Science of Food and Agriculture, 80, 1659-1667.
- FLANZY C, 2003. Enología fundamentos científicos y tecnológicos.137-155
- GONZÁLEZ L, POMAR M, GARCÍA M, SAVOIE J.L. 2001. Efecto de la altura y la conducción de la viña en la evolución de la cepa Listán Negro durante la maduración. 2-5



- GONZÁLEZ E, BRITO J, FARIÑAS J, 2001. Influencia de la orientación del sistema de conducción delviñedo en la riqueza de azúcares de la variedad “listánnegro” en la comarca de tacoronte- acentejo de la isla de tenerife. 2-10
- HERNÁNDEZ RUIZ M, 2001. Las variedades de vid y la calidad de los vinos
- HIDALGO, J. 2011. Tratado de Enología. Volumen I y II. Editorial Mundi-Prensa.
- INTRIGLIOLO D. Los retos de la viticultura de clima cálido del sureste de España. Riego y otras prácticas de cultivo
- JACKSON S.R 2009 Análisis sensorial de vinos.51-60
- LAGE M.A, SIMAL J, SALGAGO G.1999.Contribución a la tipificación de vinos gallegos. Ribeiro, Valdeorras y Albariño. 3-6
- LERMA, C 2017. Efecto de la modificación del grado de inclinación de las espalderas de la vid sobre la composición polifenólica y aromática de los vinos
- MADRID J, MADRID A. MORENO G.2003. Análisis de vinos mostos y alcoholes. 122, 125,180.
- MORENO, D.; VILANOVA, M.; URIARTE, D.; GAMERO, E.; FRUTOS, S.; TALAVERANO, M.I.; HENAR, M.; VALDÉS, M.E. 2015. Incidencia de la elevación de la altura de vegetación sobre la calidad de vinos CV. Doña Blanca. Enología 2015
- MORENO M, BUESA I, PUERTO H, MIRAS-AVALOS J.M, INTRIGLIOLO D. 2016. Efecto de la inclinación de la espaldera en la eficiencia del consumo de agua en la vid. 243-248
- MORENO VIGARA J.J, PEINADO AMORES R.A,2010.Química enológica. 62
- MUÑOZ R, PÉREZ J, PSZCZOLKOWSKI, BORDEU E. 2002. Influencia del nivel de carga y microclima sobre la composición y calidad de bayas, mosto y vino de cabernet-sauvignon. 119-123
- NIETO A. 2015. Estudio del proceso de maduración de la uva Bobal procedente de tratamientos de poda de raíces, variaciones en la inclinación de las espalderas y estrés hídrico
- OBSERVATORIO ESPAÑOL DEL MERCADO DEL VINO 2016. Superficie del viñedo en 2016
- OIV, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA VIÑA Y EL VINO. 2017. Aspectos de la coyuntura mundial 1-5
- ORIA I, 2016. Estudio preliminar de la composición volátil y sensorial de las variedades blancas autorizadas en la DOCa Rioja. 3-40
- OUGH C.S 1996. Tratado básico de enología.213-222
- PALACIOS A, ZALDIVAR E, CARRILLO D, FERNÁNDEZ I. 2015.Relación entre la composición química, la cata descriptiva de expertos y las preferencias de consumidores de vino D.O.C Rioja 2-16

PICORNELL, M.R. Y MELERO, J.M. 2012. Historia de cultivo de la vid y el vino; su expresión en la Biblia. Revista de la Facultad de Educación de Albacete.

REGLAMENTO (CEE) n° 2676/90 de la Comisión de 17 de septiembre de 1990 por el que se determinan los métodos de análisis comunitarios aplicables en el sector del vino.

RIEGOS IVIA <http://riegos.ivia.es/datos-meteorologicos> (Consultado en día 19/06/18)

RIBÉRAU-GAYON P, GLORIES Y, MAUJEAN A, DUBOURDIEU D, 2002. Tratado de Enología, Química del vino, Estabilización y tratamientos. 259-278

RISTIC R, DOWNEY M, ILAND P, BINDON K, LEIGH F. 2008. Exclusion of sunlight from Shiraz grapes alters wine colour, tannin and sensory properties. Abstract.

ROMERO M.P, CASP A, CARRASCO J.M, 1986. Determinación de compuestos volátiles del vino 6-8

RUIZ A, 2012. El viñedo en espaldera: Nueva realidad en los paisajes vitivinícolas de Castilla la Mancha. 1-22

RUIZ HERNÁNDEZ, M. 2004. Tratado de vinificación en tinto. 25-31

SÁNCHEZ RODRÍGUEZ et al. 1999: «Cultivo de la vid en espaldera»

SONG J., SMART R, WANG H, DAMBERGS B, SPARROW A, QIAN M, 2015. Effect of grape bunch sunlight exposure and UV radiation on phenolics and volatile composition of *Vitis vinifera* L. cv. Pinot noir wine. Abstract