

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA  
AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL



## *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.*

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERIA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO  
RURAL

ALUMNO: ADRIÁN NIETO DOMÍNGUEZ

TUTORA: MARIA INMACULADA ALVAREZ CANO

*Curso Académico: 2014/2015*

VALENCIA, Junio de 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.

## RESUMEN

El diseño del trabajo consiste en actuar sobre el desarrollo vegetativo de las plantas de Bobal modificando el grado de inclinación de las espalderas para reducir la radiación interceptada por la cepa, realizando distintos tratamientos de poda de raíces tras el cuajado para modificar la fisiología de las cepas y disminuir su vigor vegetativo, y sometiendo a las plantas a diversos grados de estrés hídrico. A lo largo del periodo de madurez de las uvas sometidas a los distintos tratamientos, se realizarán muestreos de las parcelas para determinar la evolución de las uvas, analizándose los parámetros relacionados con la madurez tecnológica y polifenólica, con el objetivo de determinar el más idóneo para la calidad de la uva.

La vid es un cultivo en el que generalmente los aportes de agua se suministran de la lluvia y de lo almacenado en el suelo, pero actualmente se encuentran plantaciones bajo condiciones de riego, con distintas dosis de agua según cuál sea el tamaño y la concentración de sus componentes que se desea obtener en la vendimia. Ya que un riego tanto deficitario como óptimo en la vid aumenta el tamaño de la baya pero disminuye la concentración de algunos de los compuestos presentes en la uva. La espaldera en el cultivo de la vid es una práctica reciente en nuestros terrenos y aunque se atribuye una sola ventaja al cultivo, consistente en la posibilidad de su mecanización, presenta una serie de ventajas como facilitar los tratamientos sanitarios y su rendimiento, dar lugar a una mejor maduración de la uva al recibir directamente el racimo los rayos solares, etc. Y con la opción de inclinar la espaldera orientada a una dirección concreta se puede modificar el nivel de radiación interceptada por las plantas en el transcurso del día. Y por último la poda de raíces que está directamente relacionada con la absorción de agua y nutrientes. Por lo tanto al realizarlo después del cuajado mejora el balance hídrico de la vid en las épocas de mayor riesgo, al limitar el crecimiento vegetativo y ahorrar el agua extraída desde el suelo.

Este trabajo tiene como objetivo principal pretender ver como las prácticas de cultivo tienen influencia en el desarrollo y composición de la uva y como los cambios en el crecimiento de la vid, aunque sean en fases tempranas del desarrollo, tienen repercusiones directas en la producción y en la maduración de la uva.

Los tratamientos de riego realizados, el grado de inclinación de la espaldera y los tratamientos de poda de raíces no muestran interacción entre ellos, es decir, que no se encuentran diferencias significativas entre los tratamientos en las determinaciones de madurez polifenólica y tecnológica. Sin embargo los aportes de agua de riego tienen un efecto significativo en algunos aspectos que influyen en la calidad de la uva obtenida, tales como que a una mayor dosis de riego aumenta el tamaño de la baya pero disminuye la concentración en azúcares, entre otros aspectos obtenidos en el estudio. En cambio para el grado de inclinación de espaldera y los tratamientos de poda realizados las distintas determinaciones no tienen un efecto significativo.

**Palabras claves:** estrés hídrico, poda, espaldera, viña, Bobal, polifenoles.

ALUMNO: D. Adrián Nieto Domínguez

TUTORA: Prof. Dña. María Inmaculada Álvarez Cano

Valencia, Junio de 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.

## ABSTRACT

The design work is to act on the vegetative development of Bobal-plants changing the pitch of the trellis to reduce radiation intercepted by the strain, performing various treatments after root pruning fruit set to modify the physiology of strains and reduce vegetative vigor, and subjecting the plants to various degrees of water stress. Throughout the period of maturity of the grapes subjected to different treatments, sampling of the plots will be conducted to determine the evolution of the grapes, analyzing the parameters related to the technological and polyphenolic maturity, with the aim of determining the most appropriate treatment for grape quality.

The vine is a crop in which contributions generally supplied water from rain and stored it on the floor, but plantations are currently under irrigation, with water according to different doses of the size and the concentration of the components to be obtained in the harvest. Somewhat deficient since optimal irrigation as vine increases berry size but decreases the concentration of some of the compounds present in grapes. The trellis in the cultivation of the vine is a recent practice in our land and although one advantage is attributed to the cultivation, namely the possibility of mechanization, has a number of advantages to facilitate medical treatment and performance, lead to better ripening of the grapes to receive direct sunlight cluster, etc. And with the option to tilt the trellis oriented to a specific address you can change the level of radiation intercepted by the plants during the day. Finally root pruning that is directly related to the absorption of water and nutrients. So to do it after the curd improves the water balance of the vine in periods of increased risk by limiting the vegetative growth and save the water extracted from the ground.

This work's main objective is trying to see how cultural practices influence the development and composition of grapes and how changes in vine growth, whether at an early stage of development, have a direct impact on production and maturation of the grapes.

Irrigation treatments made the pitch of the trellis and root pruning treatments show no interactions between them, i.e., no significant differences between treatments are polyphenolic determinations and technological maturity. However the contributions of irrigation water have a significant effect on some aspects that influence the quality of the grapes obtained, such as that a higher dose of irrigation increases berry size but decreases the concentration of sugars, among other things obtained in the study. In contrast to the pitch of trellis and pruning treatments made individual determinations have no significant effect.

**Keywords:** water stress, pruning, trellis, vineyard, Bobal, polyphenols.

STUDENT: D. Adrián Nieto Domínguez

TUTOR: Dña. María Inmaculada Álvarez Cano

Valencia, June 2015

## AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi agradecimiento a Inmaculada Álvarez por el diseño experimental de los ensayos, la metodología empleada, el apoyo y la enseñanza recibida en el laboratorio y sobre todo por su dedicación y empeño en el estudio. Gracias por todo lo que me has enseñado y me enseñaras acerca del cultivo de la vid.

A los compañeros del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) por enseñarme sus instalaciones y llevarme con ellos a realizar prácticas de campo y determinaciones en laboratorio. Gracias también por aportarme los datos que he necesitado a lo largo del estudio.

A todos los compañeros del grado de Ingeniería Agroalimentaria que me han acompañado en estos cortos pero intensos 4 años en la Universidad, tanto a los que conocí al principio como a los que me han ido acompañando a lo largo de esta etapa de mi vida, pero en especial agradecer a 4 compañeros que con el paso del tiempo se convirtieron en grandes amigos, Nicolás, Sergio, José Carlos y Luis, gracias por estar siempre dispuestos a echar una mano, aquí me tenéis para lo que queráis.

A mis amigos y a Paloma a los que he robado tanto tiempo a lo largo de estos 4 años.

A toda mi familia por el apoyo que me han dado y por animarme hasta el final, son lo mejor que tengo, sin ellos no habría llegado hasta aquí. En especial a mis abuelos, por tantos años de vendimia junto a ellos, sin vosotros esto jamás hubiese comenzado. Gracias.

## ÍNDICE

---

<b>1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Antecedentes</b>	<b>1</b>
1.1.1 Antecedentes del cultivo de la vid en España y la Comunidad Valenciana	1
1.1.2 Antecedentes del cultivo de la vid en Requena	1
<b>1.2 Los compuestos polifenólicos</b>	<b>2</b>
<b>1.3 La Vid y su cultivo</b>	<b>3</b>
1.3.1 El ciclo anual de la vid	3
1.3.2 La Variedad Bobal	5
1.3.3 Influencia de la climatología	5
1.3.4 Influencia de las prácticas culturales	6
1.3.4.1 La poda de raíces	6
1.3.4.2 Inclinación de la espaldera	7
<b>1.4 Influencia del riego en la Vid</b>	<b>7</b>
1.4.1 El riego deficitario en el viñedo	8
<b>1.5 Objetivos del ensayo</b>	<b>9</b>
<b>2. MATERIALES Y METODOS</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Materia prima</b>	<b>10</b>
<b>2.2 Diseño experimental</b>	<b>10</b>
2.2.1 Tratamientos de Riego	11
2.2.2 Instalación de Riego	11
2.2.3 Operación de poda de raíces	12
2.2.4 Orientación de la espaldera	12
<b>2.3 Planificación del muestreo</b>	<b>13</b>
<b>2.4 Producción en vendimia</b>	<b>13</b>
<b>2.5 Determinación de la madurez de la uva</b>	<b>13</b>
2.5.1 Determinación de la madurez tecnológica	14
2.5.2 Determinación de la madurez polifenólica	14
2.5.2.1 Intensidad Colorante	15
2.5.2.2 Índice de polifenoles totales	15

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.

2.5.2.3 Antocianos Totales y Polifenoles Totales	16
2.5.2.4 Taninos condensados totales	16
2.5.2.5 Extractibilidad de los Antocianos	17
2.5.2.6 Madurez de las Pepitas (MP)	17
2.5.2.7 Índice de GELATINA	17
2.5.2.8 Índice de DMACH	18
2.5.2.9 Índice de PVPP	18
<b>2.6 Potencial hídrico del tallo</b>	<b>18</b>
<b>2.7 Parámetros medidos en la vendimia</b>	<b>19</b>
2.7.1 Rendimiento y número de racimos	19
2.7.2 Peso de los racimos	19
<b>2.8 Tratamiento Estadístico</b>	<b>19</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>20</b>
<b>3.1 Efecto de los distintos tratamientos en los parámetros tecnológicos de las uvas tintas de la variedad Bobal</b>	<b>20</b>
3.1.1 Efecto del riego	20
3.1.1.1 Evolución de peso de la baya	20
3.1.1.2 Evolución del grado Brix	21
3.1.1.3 Evolución del pH	22
3.1.1.4 Evolución de la acidez total	22
3.1.1.5 Evolución del ácido tartárico y del ácido málico	23
3.1.2 Efecto de la poda de raíces	23
3.1.2.1 Evolución del peso de la baya	23
3.1.2.2 Evolución del grado Brix	24
3.1.2.3 Evolución del pH	24
3.1.2.4 Evolución de la acidez total	25
3.1.2.5 Evolución del ácido tartárico y del ácido málico	25
3.1.3 Efecto de la disposición de la espaldera	25
3.1.3.1 Evolución del peso de la baya	26
3.1.3.2 Evolución del grado Brix	26

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.

3.1.3.3 Evolución del pH	26
3.1.3.4 Evolución de la acidez total	27
3.1.3.5 Evolución del ácido tartárico y del ácido málico	27
<b>3.2 Efecto de los distintos tratamientos en la madurez polifenólica de las uvas de Bobal</b>	<b>27</b>
3.2.1 Efecto del riego	27
3.2.1.1 Evolución de la Intensidad Colorante	28
3.2.1.2 Evolución de la concentración de antocianos	29
3.2.1.3 Evolución de la concentración de polifenoles	30
3.2.1.4 Evolución de la concentración de Taninos	31
3.2.1.5 Índices de DMACH, PVPP y gelatina	31
3.2.2 Efecto del tipo de poda	32
3.2.2.1 Evolución de la Intensidad Colorante	32
3.2.2.2 Evolución de la concentración de antocianos	33
3.2.2.3 Evolución de la concentración de polifenoles	33
3.2.2.4 Evolución de la concentración de taninos	34
3.2.2.5 Índices de DMACH, PVPP y gelatina	35
3.2.3 Efecto de la disposición del viñedo	35
3.2.3.1 Evolución de la Intensidad Colorante	35
3.2.3.2 Evolución de la concentración de antocianos	36
3.2.3.3 Evolución de la concentración de polifenoles	37
3.2.3.4 Evolución de la concentración de taninos	37
3.2.3.5 Índice de DMACH, PVPP y gelatina	38
<b>3.3 Efecto de los distintos tratamientos en los parámetros agronómicos medidos en la vendimia</b>	<b>39</b>
3.3.1 Efecto del riego	39
3.3.1.1 Evolución del rendimiento, el número de racimos y el peso del racimo	39

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.

3.3.2 Efecto de la poda	39
3.3.2.1 Evolución del rendimiento, el número de racimos y el peso del racimo	39
3.3.3 Efecto de la espaldera	39
3.3.3.1 Evolución del rendimiento, el número de racimos y el peso del racimo	39
<b>4. CONCLUSIONES</b>	<b>40</b>
<b>5. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>41</b>
<b>6. ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

---

<b>Tabla 1.1.</b> Contenido medio de compuestos fenólicos en las bayas de las variedades de <i>Vitis vinifera</i> más cultivadas(según J.M. Souquet).	<b>2</b>
<b>Tabla 1.2.</b> Variables termométricas de la estación de Requena (1975-2005).	<b>5</b>
<b>Tabla 3.1</b> ANOVA de las interacciones entre los distintos tratamientos ensayados.	<b>20</b>
<b>Tabla 3.2.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del peso de la Uva en cada uno de los muestreos para los distintos tratamientos de riego aplicados.	<b>21</b>
<b>Tabla 3.3.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del grado Brix en cada uno de los muestreos para los distintos tratamientos de riego aplicados.	<b>21</b>
<b>Tabla 3.4.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del pH de la uva a lo largo de la maduración para los distintos tratamientos de riego aplicados.	<b>22</b>
<b>Tabla 3.5.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la acidez total de la uva a lo largo de la maduración para los distintos tratamientos de riego aplicados.	<b>22</b>
<b>Tabla 3.6.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de ácido tartárico y ácido málico para los distintos tratamientos de riego aplicados.	<b>23</b>
<b>Tabla 3.7.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del peso de la Uva a lo largo de la maduración para los tratamientos de poda empleados.	<b>24</b>
<b>Tabla 3.8.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del grado Brix a lo largo de la maduración de la uva para los tratamientos de poda empleados.	<b>24</b>
<b>Tabla 3.9.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del pH de las uvas a lo largo de la maduración para los tratamientos de poda empleados.	<b>24</b>
<b>Tabla 3.10.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la acidez total de la uva a lo largo de la maduración para los tratamientos de poda empleados.	<b>25</b>
<b>Tabla 3.11.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de ácido tartárico y ácido málico para los distintos tratamientos de poda empleados.	<b>25</b>
<b>Tabla 3.12.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del peso de la uva en cada uno de los muestreos en función de la orientación de la espaldera.	<b>26</b>
<b>Tabla 3.13.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del grado Brix a lo largo de la maduración en función de la orientación de la espaldera	<b>26</b>

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.

<b>Tabla 3.14.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del pH de las uvas a lo largo de la maduración en función de la orientación de la espaldera.	<b>26</b>
<b>Tabla 3.15.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la acidez total de la uva a lo largo de la maduración en función de la orientación de la espaldera.	<b>27</b>
<b>Tabla 3.16.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de ácido málico y ácido tartárico en las uvas en función de la orientación de la espaldera.	<b>27</b>
<b>Tabla 3.17.</b> ANOVA de las interacciones entre los distintos tratamientos ensayados.	<b>28</b>
<b>Tabla 3.18.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la Intensidad Colorante para los tratamientos de riego aplicados a lo largo de la maduración de la uva.	<b>28</b>
<b>Tabla 3.19.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de antocianos (mg/L) para los tratamientos de riego empleados.	<b>29</b>
<b>Tabla 3.20.</b> Extractibilidad de los antocianos en función de la dosis de riego empleada.	<b>29</b>
<b>Tabla 3.21.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de polifenoles para los tratamientos de riego aplicados a lo largo de la maduración (mg/L).	<b>30</b>
<b>Tabla 3.22.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Polifenoles Totales para los tratamientos de riego.	<b>30</b>
<b>Tabla 3.23.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de Taninos (mg/L) para los tratamientos de riego aplicados.	<b>31</b>
<b>Tabla 3.24.</b> Taninos de las pepitas en función de la dosis de riego empleada.	<b>31</b>
<b>Tabla 3.25.</b> Valor medio, desviación y ANOVA del Índice de DMACH, PVPP y gelatina según el riego.	<b>32</b>
<b>Tabla 3.26.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la Intensidad Colorante total y extraíble (mg/L) para los tratamientos de poda a lo largo de la maduración.	<b>32</b>
<b>Tabla 3.27.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del contenido en antocianos totales y extraíbles (mg/L) en función de la realización o no de poda de raíces.	<b>33</b>
<b>Tabla 3.28.</b> Extractibilidad de los antocianos en función de la poda.	<b>33</b>
<b>Tabla 3.29.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del contenido en polifenoles (mg/L) en función de la presencia o ausencia de la poda de raíces.	<b>34</b>
<b>Tabla 3.30.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Polifenoles Totales para los tratamientos de poda.	<b>34</b>

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.

<b>Tabla 3.31.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del contenido en taninos (mg/L) en función de la poda.	<b>34</b>
<b>Tabla 3.32.</b> Taninos de las pepitas en función de la poda aplicada.	<b>35</b>
<b>Tabla 3.33.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de DMACH, PVPP y gelatina totales y extraíbles en función de la realización o no de la poda de raíces.	<b>35</b>
<b>Tabla 3.34.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la Intensidad Colorante en función de la disposición de la espaldera.	<b>36</b>
<b>Tabla 3.35.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de antocianos (mg/L) en función de la disposición de la espaldera.	<b>36</b>
<b>Tabla 3.36.</b> Extractibilidad de los antocianos (mg/L) en función de la orientación de la espaldera.	<b>36</b>
<b>Tabla 3.37.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de polifenoles (mg/L) en función del tipo de espaldera.	<b>37</b>
<b>Tabla 3.38.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Polifenoles Totales para los tratamientos de disposición de espaldera.	<b>37</b>
<b>Tabla 3.39.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de Taninos (mg/L) en función de la disposición de la espaldera.	<b>37</b>
<b>Tabla 3.40.</b> Taninos de las pepitas en función de la poda aplicada.	<b>38</b>
<b>Tabla 3.41.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de DMACH, PVPP y Gelatina en función de la disposición de la espaldera.	<b>38</b>
<b>Tabla 3.42.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del nº de racimos, peso de la cepa y peso del racimo para los tratamientos de riego aplicados.	<b>39</b>
<b>Tabla 3.43.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del nº de racimos, peso de la cepa y peso del racimo en función de la poda.	<b>39</b>
<b>Tabla 3.44.</b> Valores medios, desviación estándar y ANOVA del nº de racimos, peso de la cepa y peso del racimo en función de la espaldera.	<b>40</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

<b>Figura 1.1.</b> Cepa de viña variedad Bobal.	<b>1</b>
<b>Figura 1.2.</b> Esquema de la anatomía de una baya incluyendo los distintos componentes químicos de la uva. Adaptada a partir de Coombe et al., (1987).	<b>3</b>
<b>Figura 1.3.</b> Ciclo vegetativo anual de la Vid. (Hidalgo, 2011)	<b>4</b>
<b>Figura 2.1.</b> Situación de la parcela de variedad Bobal objeto del estudio.	<b>10</b>
<b>Figura 2.2.</b> Esquema del diseño experimental.	<b>11</b>
<b>Figura 2.3.</b> Emplazamiento de las tuberías donde se disponen los goteros en tres líneas consecutivas, y el panel donde se encuentran los contadores en los cuales se hizo la lectura de las dosis aplicadas, respectivamente.	<b>12</b>
<b>Figura 2.4.</b> Emplazamiento de las tuberías donde se disponen los goteros en tres líneas consecutivas, y el panel donde se encuentran los contadores en los cuales se hizo la lectura de las dosis aplicadas, respectivamente.	<b>12</b>
<b>Figura 2.5.</b> Realización de la poda de raíces llevada a cabo cuando las bayas estaban en tamaño guisante.	<b>12</b>
<b>Figura 2.6.</b> Realización de la poda de raíces llevada a cabo cuando las bayas estaban en tamaño guisante.	<b>12</b>
<b>Figura 2.7.</b> Detalle del nuevo sistema de conducción puesto a punto mediante el cual es posible mantener las espalderas inclinadas unos 30º hacia el oeste. El sistema permite la mecanización del viñedo y la recolección automática ya que los postes inclinados son móviles y pueden doblarse.	<b>13</b>
<b>Figura 2.8.</b> Detalle del nuevo sistema de conducción puesto a punto mediante el cual es posible mantener las espalderas inclinadas unos 30º hacia el oeste. El sistema permite la mecanización del viñedo y la recolección automática ya que los postes inclinados son móviles y pueden doblarse.	<b>13</b>
<b>Figura 2.9.</b> Laboratorio de la Universidad Politécnica de Valencia donde se realizó las mediciones de los parámetros de madurez, las trituraciones de los granos de uva con sus correspondientes soluciones en la Termomix y el filtrado en un embudo con lana de vidrio.	<b>14</b>

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.

**Figura 2.10.**Laboratorio de la Universidad Politécnica de Valencia donde se realizó las mediciones de los parámetros de madurez, las trituraciones de los granos de uva con sus correspondientes soluciones en la Termomix y el filtrado en un embudo con lana de vidrio. **14**

**Figura 2.11.**Laboratorio de la Universidad Politécnica de Valencia donde se realizó las mediciones de los parámetros de madurez, las trituraciones de los granos de uva con sus correspondientes soluciones en la Termomix y el filtrado en un embudo con lana de vidrio. **14**

## 1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO

---

### 1.1 Antecedentes

#### 1.1.1 Antecedentes del cultivo de la vid en España y la Comunidad Valenciana.

En España, el cultivo de la vid comenzó con *Vitis vinifera sylvestris* en la época íbera y celta, y en las épocas fenicias y griegas aumentó su importancia gracias al comercio mediterráneo. Los egipcios conocían la vid, pero fueron los griegos y romanos quienes desarrollaron en mayor medida la viticultura y expandieron el cultivo de la vid por toda la Europa romanizada.

En 2013 la superficie vitícola mundial se mantuvo estable respecto a 2012, estimándose el total mundial en 7.436.000 ha. Según datos de la Oficina Internacional de la Viña y el Vino (OIV), España, con 1,023 millones de hectáreas destinadas al cultivo de la vid en 2013 (97,4% destinadas a vinificación, un 2% a uva de mesa, un 0,3 % a la elaboración de pasas y un 0,3 % restante a viveros), sigue siendo, con diferencia, el país con mayor extensión de viñedo de la Unión Europea y del mundo. Sin embargo, las estimaciones oficiales del MAGRAMA, más recientes, apuntan a que esta superficie ha bajado hasta las 950.541 has en 2014. En todo caso, representa casi el 30% de la superficie total de la UE y un 13,4 % del total mundial (Observatorio Español del Mercado del Vino, 2014).

En España solamente el 19,18 % del total de la superficie de viñedo está en regadío (212.676 hectáreas), porcentaje que va aumentando año tras año. En la Comunidad Valenciana, el viñedo en regadío tiene mayor importancia, representando el 30,4 % del viñedo existente (Hidalgo, 2011).

#### 1.1.2 Antecedentes en el cultivo de la vid en Requena.

La uva Bobal empleada en este trabajo procede de la Denominación de Origen Utiel-Requena, que está situada en el interior de la provincia de Valencia. Es una pequeña meseta casi circular de más de 1.800 km<sup>2</sup>, situada a 70 km del mar Mediterráneo y con una altitud entre 600 y 900 metros. Las tierras y el clima -con rasgos del Mediterráneo, pero con influencias continentales- hacen que los vinos de Utiel-Requena tengan unas características especiales, sobre todo los tintos y rosados elaborados con la variedad tinta Bobal. Con una superficie de 34.312 hectáreas (de las cuales el 88 % están protegidas por el Consejo Regulador de la Denominación de Origen Utiel-Requena), configuran el cultivo más extenso y homogéneo de viñedo de toda la Comunidad Valenciana (Figura 1.1), que alimentan a más de un centenar de bodegas (Denominación de Origen Utiel-Requena, 2015).



Figura 1.1. Cepa de la variedad Bobal.

## 1.2 Los componentes polifenólicos.

Los compuestos fenólicos están representados por varios centenares de compuestos de estructura química distinta pero que tienen en común una o varias funciones fenol. En la baya, los compuestos fenólicos están fundamentalmente localizados en las pepitas y el hollejo, siendo estas sustancias responsables del color, aroma, amargor, astringencia y de gran parte del sabor de los vinos tintos. Dependen de la naturaleza y de la cantidad de compuestos fenólicos presentes en la uva (Blouin y Guimberteau, 2004). En función de su importancia cuantitativa, se distinguen los siguientes: taninos, antocianos, ácidos fenólicos, flavonoles, flavanoles y estilbenos (Tabla 1.1).

Tabla 1.1. Contenido medio de compuestos fenólicos en las bayas de las variedades de *Vitis vinifera* más cultivadas (según J.M. Souquet)

(en mg/kg de bayas)	Pulpa	Hollejos	Pepitas
Taninos	trazas	100 a 500	1.000 a 6.000
Antocianos	0	500 a 3.000	0
Ácidos fenólicos	20 a 170	50 a 200	0

Los taninos se encuentran en el hollejo, pepita y raspón y se encargan de dar la estructura al vino y protegerlo de la oxidación con el tiempo. En las pepitas, los taninos están esencialmente localizados en las cubiertas externas e internas; son abundantes y están poco polimerizados, por lo que presentan una elevada astringencia. En los hollejos son menos abundantes y están más polimerizados, se presentan en forma granular, o agrupados en las vacuolas de las células. En general, el contenido en taninos de las uvas y su grado de polimerización son muy variables en función de las variedades, y dentro de la misma variedad según las condiciones climáticas y culturales. Los antocianos, fuente del color de la uva tinta, se encuentran solo en el hollejo y se encargan de dar el color característico del vino tinto y rosado. Para una buena acumulación de antocianos en la piel se necesita un clima adecuado, mucha luz y una adecuada variación térmica día-noche. Están localizados en el jugo vacuolar de las células del hollejo, en las 3 ó 4 primeras capas de células de la epidermis, así como también en la pulpa de las uvas tintoreras. Esta localización conlleva que con el mismo peso de vendimia y las mismas condiciones, una variedad de bayas pequeñas dará un mosto más rico en antocianos y otros compuestos fenólicos que una variedad de bayas grandes, porque la proporción de hollejos con respecto al volumen de mosto será mayor.

Los compuestos fenólicos no flavonoides se encuentran en las uvas y en los vinos en baja concentración, se localizan en la pulpa y en los hollejos y no presentan coloración, sabor u olor particular, aunque estos pueden ser precursores de los fenoles volátiles en los vinos. También pertenecen a este grupo los estilbenos, siendo el resveratrol el más conocido por sus propiedades sanitarias, ya que su presencia permite explicar la resistencia de algunas bayas a los ataques fúngicos. Los factores climáticos y la distribución diaria afectan a la evolución de los componentes fenólicos, un aumento de temperatura disminuye el color, mientras que el aumento de iluminación lo favorece. El exceso de agua o la sequía modifican la composición fenólica de las uvas. A temperaturas de 35 °C se inhibe la síntesis de antocianos y en cambio las temperaturas diurnas constantes de 20-26 °C, unidas a noches frías, son las condiciones ideales para la formación de estos compuestos, siendo necesario una suficiente y elevada iluminación (Hidalgo, 2006). Los compuestos fenólicos evolucionan de distinta forma a lo largo de la maduración, los antocianos aparecen en el envero y se acumulan durante la maduración alcanzando generalmente su valor más alto cuando la relación azúcares/acidez en el mosto es máxima. Los taninos de los hollejos también se incrementan durante este periodo, aunque su acumulación es más lenta y su máximo se alcanza algunos días después que los antocianos, por lo que la maduración de ambos compuestos no siempre coincide. Los taninos contenidos en las pepitas sufren un progresivo descenso desde el envero hasta la maduración a la vez que se incrementa su grado de polimerización (Ribéreau-Gayon y Glories, 1996; Glories, 1999).

### 1.3 La Vid y su cultivo.

La vid (*Vitis vinifera*) es una planta perteneciente a la familia de las Ampelídeas, que describe Monlau (Compendio de Historia Natural) como “una familia de arbustos sarmentosos y trepadores, con hojas estipuladas, opuestas inferiormente y alternas en la parte superior. Las flores son pequeñas, verdosas y ordenadas. En las vides se puede distinguir una parte enterrada, formada por el sistema radicular, con raíces de mayor a menor grosor y también de mayor a menor edad, cuyas extremidades más finas y jóvenes, constituyen la cabellera radicular. En la parte aérea, se pueden distinguir los siguientes órganos: tronco, brazos y sarmientos, que duran varios años, formando en conjunto la parte de madera vieja de las cepas, y los pámpanos, hojas, frutos y zarcillos, cuya duración no excede del año, y que de manera conjunta constituyen la vegetación joven anual de las vides. La zona de la cepa que une estas dos partes, la subterránea y la aérea, se llama cuello (Hidalgo, 2006).

El hollejo está constituido por la cutícula, la cual está recubierta por una capa cerosa, la pruina, y sus funciones son proteger a la baya de las condiciones climáticas, frenar las evaporaciones de agua desde la pulpa y retener microorganismos autóctonos. El fruto de la vid es un conjunto de frutos en forma de racimo, agrupados por un órgano herbáceo o leñoso, conocido como raspón o escobajo, soportando un buen número de bayas. En su origen, los racimos de frutos lo fueron de flores, y tras su desarrollo o fecundación se transforman en el correspondiente fruto o grano de uva (Figura 1.2). Las bayas del fruto de la vid están constituidas por tres tejidos cuya composición está perfectamente diferenciada: hollejo, semilla y pulpa (Hidalgo, 2003).

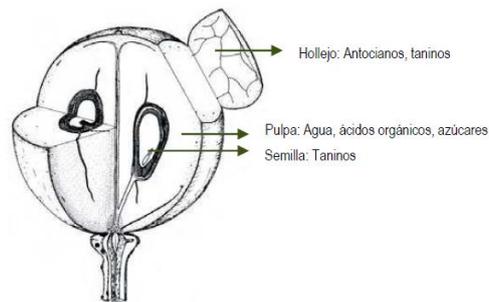


Figura 1.2. Esquema de la anatomía de una baya incluyendo los distintos componentes químicos de la uva. Adaptada a partir de Coombe et al., (1987).

#### 1.3.1 El ciclo anual de la vid.

En nuestros climas mediterráneos una cepa recorre cada año de su vida diferentes fases, que se suceden en un orden constante y cuyo conjunto forma el ciclo vegetativo (Hidalgo, 2011). En el hemisferio norte comienza un periodo de latencia (reposo), desde mediados de noviembre hasta la segunda quincena de marzo; posteriormente empieza la activación y movilización de las reservas, seguidas de la intensificación del sistema radical. Los brotes entran en crecimiento a principio de primavera (marzo o abril), terminando el ciclo vegetativo en otoño (octubre o noviembre). Alrededor de marzo tiene lugar el lloro que es el derrame de agua y materiales minerales disueltos que brota de heridas y cortes de poda, se produce en respuesta a la entrada en actividad del sistema radicular por acción del aumento de la temperatura en el suelo. Esta entrada en actividad produce un aumento de la respiración celular, la recuperación de la absorción de agua y elementos minerales, y una movilización de reservas de la propia planta. El derrame no debilita a las cepas, salvo en algunos casos, con lloro muy continuado y abundante, pero pueden ocasionar aumento de la sensibilidad a las heladas primaverales de las yemas rehidratadas por el lloro. Es aconsejable orientar los cortes de poda para que el lloro no caiga sobre las yemas próximas y los lloros cesan al recubrirse los cortes y heridas con unas sustancias gomosas producidas por bacterias que viven sobre el derrame.

## 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.

A continuación comienza un periodo vegetativo que no se verá de forma muy marcada hasta la brotación. El desborre o brotación tiene lugar entre marzo y abril, cuando la temperatura media supera los 11°C. El crecimiento del brote se produce gracias a las reservas del año anterior, en la planta comienzan a brotar las yemas, hinchándose hasta la separación de las escamas que la cubrían. La floración o cierna se produce hacia los meses de junio a julio, a la terminación de la primavera o comienzo del verano, cuando las temperaturas medias de los días rebasan los 15 ó 16 °C, la formación de las inflorescencias se forma en las yemas latentes del año anterior, influyendo en el comienzo de la floración las horas de luz, la temperatura, el vigor y la posición de la yema sobre el brote. Con las altas temperaturas del verano, viene la parada veraniega, hacia finales de julio. A partir de este momento empieza la retirada de reservas de la planta a lugares más seguros, las cuales condicionaran la producción del año siguiente. Entre julio y septiembre la baya crece en volumen y va aumentando su contenido en azúcar y reduciendo su acidez, observándose dos claros periodos; un periodo herbáceo, donde se observa la clorofila en la baya y por tanto pueden realizar la función de fotosíntesis, y un periodo de maduración, donde aparece un aumento de volumen en la baya debido a una dilatación celular por aporte de agua con enriquecimiento de azúcar.

La barrera entre ambos periodos es conocida como envero, momento en el cual tiene lugar el cambio de coloración, se produce en un día, si tarda o se produce de forma defectuosa, suele ir acompañado de una maduración complicada, siendo en esta época la planta muy sensible al déficit hídrico. En zonas de regadío es imprescindible regar en esta época, ya que en caso contrario se producirían importantes pérdidas en la planta debido a las pocas reservas que se acumulan. Después del periodo de crecimiento, a partir de la parada de vegetación –el agostamiento- y de la maduración de las bayas, la vid acumula sus reservas en los sarmientos y en el tronco de la cepa. Este período, de agosto a noviembre en el hemisferio norte, antes de las primeras heladas, permite el desarrollo normal de la vid al año siguiente: el ciclo se ha cerrado (Blouin y Guimberteau, 2004). Podemos distinguir por tanto dos ciclos, el ciclo vegetativo, en el que se producen fenómenos de tipo vegetativo como crecimiento de ramos, almacenamiento de almidón en sarmientos, salida de latencia de las yemas y otras brotaciones; y el ciclo reproductor, que comienza con la iniciación floral que inducirá la floración propiamente dicha, el desarrollo de los frutos y la maduración de estos. En la figura 1.3 se representa el ciclo vegetativo anual de la vid, repasando los periodos más importantes de la vida de la vid.

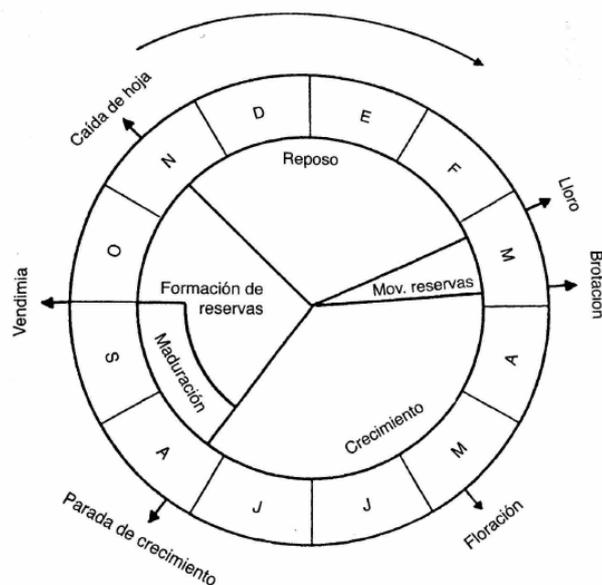


Figura 1.3. Ciclo vegetativo anual de la Vid. (Hidalgo, 2011)

## 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.

### 1.3.2 La Variedad Bobal.

Es una variedad de uva tinta, también conocida como Requena, Requení o Provehón. Su aroma es fresco y no demasiado intenso. La uva Bobal es la más importante de la Denominación de Origen Utiel-Requena. Esta uva autóctona ocupa el 75% de la superficie total del viñedo, y se adapta perfectamente a su clima y territorio. Con esta variedad de uva se elaboran vinos con color intenso y característico, así como un aporte de aromas complejos y afrutados. Estudios demuestran que la Bobal es una de las variedades con mayor contenido en resveratrol, que es la sustancia cardiosaludable y anticancerígena atribuida al vino (Denominación de origen Utiel-Requena, 2015).

Es una variedad mediterránea, resistente a la sequía y al oídio, pero muy frágil ante el mildiu. Al ser una variedad de brotación tardía suele presentar bastante resistencia a las heladas, sin embargo, es una variedad sensible a los fríos primaverales tardíos. Las cepas de Bobal son austeras, resistentes al frío y muy productivas, y poseen unas exigencias climáticas muy concretas. Los cambios de temperatura entre el día y la noche son de gran importancia para una correcta evolución del ciclo vitícola. Soporta bien la sequía, pero se desarrolla mejor con 400-500 mm de agua. Una pluviometría, humedad o encharcamiento elevado aumenta la posibilidad de ataques por hongos. La presencia de lluvias durante la vendimia la hace sensible al ataque de Botrytis. Los racimos de esta variedad son compactos con hombros cónicos y hojas grandes, haz de color verde oscuro, y envés algodonoso. Presenta sarmientos largos y ramificados que pueden llegar a cubrir totalmente el suelo, manteniendo el frescor y la humedad necesarios para soportar la sequía en la temporada de verano. Las bayas se caracterizan por su piel gruesa, de tamaño mediano y de forma esférica. El marcado color azul-negro de la piel se debe a su alta concentración de antocianos.

### 1.3.3 Influencia de la climatología.

La vid tiene unas exigencias climáticas bien definidas que hacen que, aunque pueda subsistir en muchas regiones, su cultivo sea posible en determinadas zonas. La abundancia o escasez de agua es de suma importancia para la viabilidad de la vid, para el desarrollo del fruto y para la calidad del vino. La temperatura es un factor esencial para un desarrollo vegetativo bueno y para obtener una maduración completa de la uva (Andrades y González, 1995).

En la zona de Utiel-Requena, las precipitaciones anuales son de alrededor de 450 mm, regularmente repartidos a lo largo de todo el año, excepto el periodo seco estival de julio a agosto. El volumen anual de la precipitación afecta a la composición polifenólica de la uva, siendo ésta menor en los años lluvioso (Piretti, 1974; Fregoni, 1977). La altitud afecta a las temperaturas, que se reducen notablemente, aumentando la oscilación térmica y las heladas con respecto a las zonas de la costa (Figura 1.2: Diagnóstico Ambiental de Requena).

Tabla 1.2. Variables termométricas de la estación de Requena (1975-2005)

Variables	Unidad de Medida	Valor aproximado
<b>Temperatura media anual</b>	°C	14,6
<b>Temperatura media máxima</b>	°C	20,6
<b>Temperatura media mínima</b>	°C	8,6

Las mayores temperaturas se presentan durante los meses de julio y agosto. Las lluvias de comienzo de verano, siempre que no sean excesivas, permiten un buen desarrollo del aparato vegetativo y tienen un efecto favorable sobre el tamaño de los granos de uva (Winkler, 1978). La mayor proporción de lluvias tiene lugar en los meses de otoño, con un 32 % de las lluvias. Debido a la situación de Requena respecto a la costa, se producen heladas, principalmente en diciembre, enero y febrero. La nieve y el granizo no son muy frecuentes en Requena, aunque la presencia de granizadas primaverales suele causar pérdidas importantes de cosecha.

### 1.3.4 Influencia de las prácticas culturales.

#### 1.3.4.1 La poda de raíces.

Estudios previos han puesto de manifiesto que reducir el vigor vegetativo de las cepas mediante el empleo de las cubiertas vegetales puede mejorar la composición de la uva ya que permite imponer un cierto estrés entre cuajado y envero, reduciendo el tamaño final de la baya y aumentando así la relación hollejo/pulpa. Sin embargo, el empleo de las cubiertas vegetales en los ecosistemas semi-áridos del mediterráneo es cuestionable, ya que las cubiertas compiten con las cepas por la poca agua disponible en el viñedo. La hipótesis de trabajo es que se puede realizar una poda de raíces tras el cuajado para limitar temporalmente el uso del agua de la vid. En definitiva, se buscaría un efecto sobre la fisiología de las cepas similar a como actúan las cubiertas vegetales, sin eliminar agua del suelo. La práctica de la poda consiste en la eliminación de partes vivas de la planta (sarmientos, brazos, partes del tronco, partes herbáceas, etc.) con el fin de modificar el hábito de crecimiento natural de la cepa, adecuándola a las necesidades del viticultor (Aliquó *et al.*, 2010a). En estado natural, sin intervenciones culturales, la vid con el tiempo alcanza un equilibrio entre su producción y su vegetación, lo cual en condiciones ambientales favorables le permite una prolongada vida, pero sin posibilidades de rendimientos satisfactorios. Por estas causas la poda se admite como operación necesaria, ya que sin ella el cultivo de la vid no sería económicamente posible (Hidalgo, 2011). Cada invierno, la poda fija la carga (el número de yemas fértiles) de cada cepa y su potencial máximo de “salida” (el número de inflorescencias aparentes tras el desborre) y de cosecha. La misma carga puede repartir las uvas en la planta o amontonarla. Siendo pulgares cuando el corte de poda deja de una a tres yemas, y varas cuando el corte de poda deja de cuatro a doce yemas (Blouin y Guimberteau, 2004).

De acuerdo con Geisler y Ferre (1984), la poda de raíces está directamente relacionada con la absorción de agua y nutrientes. Si la planta tiene menos cantidad de raíces, la resistencia al flujo de agua reside en la planta, a través de sus raíces, si el potencial del suelo es alto (más húmedo); por el contrario si el potencial del suelo es bajo la resistencia al flujo de agua viene determinada por parte del suelo (Gil y Pszczółkowski, 2007). Según Ferre (2010), la poda de las raíces reduce el crecimiento del brote terminal un 30%, disminuyendo el tamaño del fruto grande e incrementando el del pequeño, además de producir fruta más firme y con una mayor concentración de sólidos solubles. La poda de raíces puede afectar también a la conductancia estomática y la transpiración en la etapa de elongación del tallo (Shou-Chen Ma, 2008), mostrando las plantas podadas una mayor fotosíntesis y menor tasa de respiración de raíz, que se traduce en una mayor proporción de fotosíntesis en los brotes y un mayor nivel de cosecha, a la vez que rebaja significativamente el consumo de agua.

La poda de raíces es aconsejable realizarla después del cuajado para poder inducir de forma temporal un ligero déficit hídrico en la etapa entre el cuajado y el envero, incrementando la carga fenólica de las uvas, lo que implicaría un incremento de la síntesis total de estos compuestos y de su concentración en las uvas, y por lo tanto de su extracción durante la vinificación. Además, mejora el balance hídrico de la vid en las épocas de mayor riesgo, al limitar el crecimiento vegetativo y ahorrar el agua extraída desde el suelo. En frutales, la poda de raíces ha sido evaluada como un mecanismo efectivo para reducir el crecimiento vegetativo de los árboles (Geisler y Ferre, 1984). Xie *et al.* (2009) encontraron que el diámetro de bayas, el volumen de éstas y la producción fueron mayores en las viñas con poda de raíces frente a las plantas control, realizadas éstas durante el segundo período de crecimiento rápido, desde el envero a la cosecha. En la vid, los estudios de McArtney y Ferrer (1999), Pickering *et al.* (2007) y Giese y Wolf (2009), realizados en climas húmedos, han demostrado que la poda de raíces disminuye el vigor vegetativo de las cepas. Sin embargo, no se han llevado a cabo estudios de este tipo en condiciones climáticas semi-áridas, ni con riego por goteo. Por lo tanto, representa un reto estudiar si la poda de raíces es una herramienta viable para mejorar el balance hídrico en viñedos en climas semi-áridos y en secano o bajo riego deficitario.

### **1.3.4.2 Inclinación de la espaldera.**

Los viñedos son ecosistema agrícolas con un grado de cobertura del suelo de la parte vegetativa inferior al 100% del marco de plantación. Esto es aún más acentuado en el caso de los sistemas de conducción en espaldera. Si se trabaja con viñedos en espaldera, orientados en dirección norte-sur, es posible modificar fácilmente el nivel de radiación interceptada por las plantas en el transcurso del día, aumentándolo o disminuyéndolo según el grado de inclinación de la espaldera con respecto a la dirección de la radiación incidente. En las zonas que poseen un clima mediterráneo, la radiación incidente se recibe de forma directa, lo que justifica la aplicación de estas prácticas (Intrigliolo, 2012). Los sistemas de conducción en espaldera con las hileras de cepas orientadas norte-sur ofrecen la posibilidad de modificar fácilmente la cantidad de luz recibida por las cepas inclinando las mismas a un lado o al otro con respecto a la vertical. Debido a que la demanda evaporativa del ambiente es mayor por las tardes que por las mañanas, la hipótesis de partida es que si las cepas se inclinan hacia el oeste, se reduce la cantidad de luz que reciben durante las horas de la tarde, puede minimizarse el estrés hídrico que sufren las cepas, e incrementando así la eficiencia en el uso del agua.

El sistema de conducción tiene una gran influencia en la composición fenólica, y lo hace a través de las hojas y racimos muy bien expuestos. Todos aquellos sistemas que mejoren dichas claves, mejorarán el contenido en antocianos y flavanoles (Martínez, 2013). En las espalderas, las filas deben seguir la dirección de los vientos predominantes en primavera y verano, para así propiciar la reducción de la humedad en los viñedos por las mañanas (Sánchez, 1999). Frecuentemente se atribuye una sola ventaja al cultivo en espaldera, consistente en la posibilidad de su mecanización. Este concepto sin embargo, no es totalmente exacto. La disposición del viñedo en espaldera (Sánchez *et al.*, 1999) facilita los tratamientos sanitarios y su rendimiento; disminuye el riesgo de mildiu debido a la mejor aireación; constituye un buen soporte de la planta; facilita las operaciones de cultivo, la vendimia y la poda de invierno; intensifica la función clorofílica; permite un mayor aprovechamiento del suelo (mayor número de plantas por unidad de superficie); aumenta la resistencia de las plantas a la acción del viento y de otros accidentes climatológicos; da lugar a una mejor maduración de la uva al recibir directamente el racimo los rayos solares; ahorro de mano de obra, proporcionando un trabajo mucho más cómodo; facilita el abonado así como la posibilidad de eliminar las malas hierbas, y permite la mecanización del cultivo, al no existir ramas que cuelguen entre las calles..

La carga de uva que una parra puede llevar a la madurez con máxima calidad está relacionada con la superficie foliar efectivamente iluminada. Una relación de 10 cm<sup>2</sup> de follaje iluminado para un gramo de uva parece conveniente para uva de vinificación. Un rango 7-15 cm<sup>2</sup>, según la radiación incidente, la variedad y la orientación de la espaldera, provoca un incremento en la calidad de uvas. Por el contrario, los extremos de luminosidad y temperatura no favorecen la cantidad de antocianos formados (Gil y Pszczółkowski, 2007). Los antocianos pueden desarrollarse también en condiciones de sombra moderada en variedades de mucho color, pero los sólidos solubles disminuyen, por lo que no es recomendable para obtener uvas de calidad. Es importante destacar el manejo de las condiciones óptimas y evitar extremos.

### **1.4 Influencia del riego en Vid.**

La gestión del riego es uno de los factores más determinantes y controlables de la calidad de la uva y por tanto de la calidad del vino (Ferrerres y Evans, 2006), pero el uso del riego en viticultura es un argumento restringido por la disponibilidad de agua, que establece no solo la regulación, sino también el desarrollo de la cepa y la maduración de las uvas. En la vid, como en cualquier cultivo, el riego debe de ser considerado como una de las técnicas que más incidencia tienen en la producción de las cepas y en la calidad de las uvas (Salazar y Melgarejo, 2005). Aunque la vid es una planta con marcada resistencia a la sequía, requiere una adecuada alimentación hídrica para poder manifestar todo su potencial productivo y, en especial, su potencial cualitativo.

## 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.

Así, en situación de grave estrés no solo se reduce el rendimiento hasta niveles incluso no rentables, sino que la calidad de la uva puede caer drásticamente (Intrigliolo y Castel, 2015). Las vides son tradicionalmente cultivadas sin riego artificial en las regiones semiáridas mediterráneas pero en los últimos años, las precipitaciones irregulares, relacionadas con los procesos de desertificación, la introducción de nuevas áreas de crecimiento áridas y el desarrollo de equipos de riego de bajo costo y confiables, condujo a un aumento en el número y extensión de viñedos de regadío (Cifre *et al.*, 2005).

El máximo tamaño de uva se alcanza con suministros altos de agua (Gil y Pszczółkowski, 2007), provocando la disminución de calidad de la uva, que se traduce en un aumento de la superficie foliar, sombreado de racimos, y por ello, incremento de la acidez total y descenso del pH del vino, y una reducción significativa del color y de los fenoles totales (Ortega *et al.*, 2007). Por ende, un adecuado manejo de riego es un factor crítico para obtener uva con buenas características para la vinificación, si bien es cierto que un déficit de agua en la viña reduce tanto el tamaño como la producción de la baya (Gil y Pszczółkowski, 2007), y un déficit moderado aumenta el rendimiento en viñas de secano permitiendo mantener la calidad (Esteban *et al.*, 1999). En consecuencia, los mayores rendimientos se obtienen con un régimen constante de disponibilidad de agua. Disponer de agua es uno de los factores más limitantes en la agricultura en todo el mundo (Wallace, 2000). Esta limitación afecta especialmente a las regiones áridas y semiáridas, en las que la mayoría de las zonas vitivinícolas se encuentran. Por otra parte, la época del cultivo coincide con la estación seca en el área mediterránea, obligando a muchos viticultores a depender del riego. Una disminución en el número anual de días de precipitación y/o una disminución de la precipitación anual ha sido predicho en unos escenarios de cambio climático, en particular para la región del Mediterráneo (Schultz, 2000; Chaves *et al.*, 2007; IPCC, 2007).

La vid es una planta que tiene relativamente pequeñas necesidades de agua para su cultivo, estimándose que precisa 280 a 300 litros para formar un kilogramo de materia seca, inferior a las de otros cultivos herbáceos y leñosos mediterráneos. Además, la vid tiene un potente sistema radicular que profundiza en el suelo y un gran poder de succión de sus raíces, todo lo cual contribuye a que su cultivo se pueda dar en secano, con precipitaciones que rozan hasta casi los 250 mm anuales y con temperaturas extremas en verano que sobrepasan los 40 °C, lo que naturalmente se traduce en bajas producciones. La vid se muestra muy resistente a largos períodos de sequía, pasando por períodos difíciles, pero naturalmente la abundante disponibilidad de agua influye favorablemente en la producción, pero con una posible incidencia directa en la calidad. De una manera general, el riego manifiesta e imprime un potencial vegetativo tanto más elevado cuanto que la humedad que proporcionan de lugar a que el suelo sea más rico en agua, a igualdad de todos los demás factores, siempre y cuando no se llegue a un exceso inductor de la asfixia radicular (Hidalgo, 2011). En climas semi-áridos, como es el de la zona de Utiel-Requena, la aplicación del riego suele conllevar un aumento de la cosecha (Salon *et al.*, 2004). Sin embargo, la magnitud de este efecto puede depender del periodo fenológico en que se riegue, de la cantidad de agua aplicada, la variedad, las condiciones ambientales y otras prácticas de cultivo asociadas a la aportación del riego (Matthews *et al.*, 1987, Medrano *et al.*, 2003).

### 1.4.1 El riego deficitario en la Vid.

Un riego deficitario con aplicación de déficit moderado antes del envero y riego sin restricciones importantes después de él, parece ser la estrategia de riego más adecuada para variedades tintas como Tempranillo y Bobal (Intrigliolo y Castel, 2015). Tradicionalmente, en climas mediterráneos la práctica de riego suele conllevar la aplicación de las necesidades completas de riego en la primera fase de desarrollo del fruto, y cierto déficit hídrico durante las fases finales de maduración de la baya (Williams y Matthews, 1990). Dosis de riego moderadas, deficitarias, pueden llegar a ser preferibles para incrementar los rendimientos intentando no afectar demasiado o incluso mejorar la calidad de los vinos.

## 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.

Sin embargo, en muchas regiones vitivinícolas españolas existe aún la creencia de que el riego aplicado durante la época de maduración de la uva puede ser perjudicial para la calidad de la misma. En este sentido, tradicionalmente en España el riego en la vid tiende a aplicarse mayoritariamente antes del envero, pero no después de él, con el intento de inducir un cierto estrés hídrico a las cepas durante la maduración de las bayas (Intrigliolo y Castel, 2015). El objetivo del riego deficitario es no solo aumentar la cosecha sino también mejorar la calidad de la uva. El tamaño de la baya es considerado un parámetro de calidad en la producción de vinos, en particular de vinos tintos (Williams y Matthews 1990). Las bayas pequeñas tienen una mayor superficie en relación al volumen que las más grandes, lo cual puede permitir una mayor extracción de antocianos y otros compuestos fenólicos del hollejo, dado que en bayas pequeñas existe una mayor proporción de solvente (pulpa) a soluto (metabolitos secundarios del hollejo). Sin embargo, una cantidad excesiva de agua de riego no sólo se traduce en la pérdida de agua, sino que también provoca la pérdida de nutrientes y promueve el crecimiento vegetativo excesivo a expensas de la producción de frutas. El estrés hídrico adecuado y moderado es beneficioso para la calidad de la fruta y el crecimiento de la vid, mientras que el déficit hídrico severo disminuye la producción de asimilados, reduce la transpiración, el crecimiento de brotes, rendimiento y calidad del fruto (Shani *et al.*, 1993; Delgado *et al.*, 1995; Pellegrino *et al.*, 2005; Lovisolo y Schubert, 2006; Lovisolo *et al.*, 2008). Algunos autores argumentan que las mejores calidades de la uva se producen con un cierto “estrés hídrico”, ya que se puede dar un exceso de vigor por exceso de agua, dando un follaje denso que no favorece el microclima de los racimos, la maduración de la uva y la penetración de los productos fitosanitarios (Ojeda, 2008). La mayor dosis de riego no se corresponde con una mayor calidad de la uva sino al contrario, además de presentar un coste mayor por la mayor cantidad de agua necesaria.

Un “estrés hídrico severo” puede causar en la planta alteraciones a nivel fisiológico muy importantes, llegando incluso a la muerte y marchitamiento. Por tanto, lo más recomendable parece ser que el viñedo esté sometido a un estrés hídrico moderado, donde una pequeña cantidad de agua permite el desarrollo clorofílico y el correcto desarrollo de la maduración. El “estrés hídrico moderado” y aplicado de forma temporal en la vid, comporta una importante mejora en la calidad de la uva, al disminuir el diámetro de las bayas e incrementar la concentración de sólidos solubles, de la acidez, de los azúcares, aumentando la síntesis de polifenoles (en variedades tintas) y la precocidad en el ciclo fenológico del viñedo, adelantando la maduración. Una “molestia hídrica” favorece la calidad de las vendimias, especialmente en las tintas, ya que las blancas son menos sensibles a este fenómeno, debido a que son los polifenoles las sustancias que mejor respuesta tienen en sus síntesis frente a la falta de agua (Hidalgo, 2011).

### 1.5 Objetivos del ensayo.

El objetivo de este estudio es ver cómo influyen las prácticas de cultivo en el desarrollo y composición de la uva y como los cambios en el crecimiento de la vid, aunque sean en fases tempranas del desarrollo, tienen repercusiones directas en la producción y en la maduración de la uva. Además de estudiar como un exceso o un déficit de agua va a condicionar el desarrollo de la baya y su ciclo de maduración, permitiendo o dificultando el total desarrollo de sus componentes.

En este estudio se ha trabajado con la variedad Bobal en la Denominación de Origen Utiel-Requena, combinando el riego, el tamaño de las raíces y la disposición de la espaldera, para regular la maduración de la uva y potenciar la presencia de los polifenoles, realizando el seguimiento de las uvas durante su maduración mediante la valoración en laboratorio de la acidez total, la concentración de ácido tartárico y málico, el pH, y la concentración de azúcares, así como de su composición polifenólica.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Materia prima.

La uva Bobal utilizada para este estudio ha procedido de una parcela situada en el término municipal de Requena, de la Denominación de Origen Utiel-Requena, durante la campaña 2014. La parcela pertenece a la "Fundación Lucio Gil Fagoaga" (Figura 2.1), tiene una extensión de 1,8 hectáreas (39° 30'N, 1° 13'W), y está situada a 750 m de altitud. Las cepas fueron plantadas en el año 2001 y están distribuidas verticalmente con un marco de plantación de 2,5 x 1,25 m y las hileras de viñedos están orientados en dirección norte/sur. La parcela se dividió en 28 subparcelas, teniendo en cuenta la heterogeneidad del suelo y la orientación.

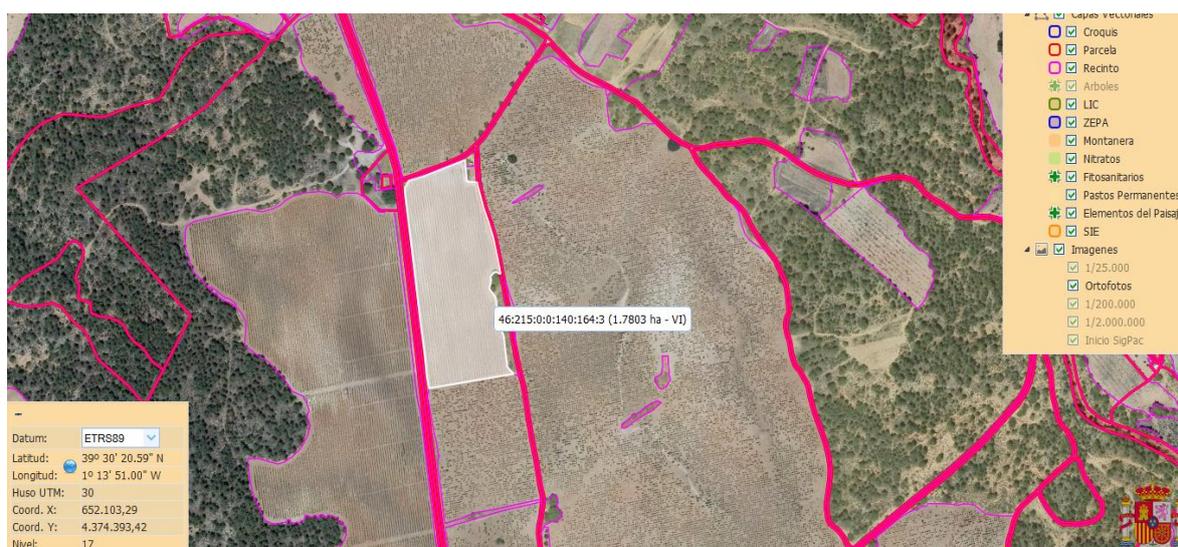


Figura 2.1. Situación de la parcela de variedad Bobal objeto del estudio (Fuente: Sigpac).

El suelo de la parcela, característico de la comarca, es de textura franco arcillosa a arcillosa ligera con una profundidad útil alrededor de 2 m. La capacidad de retención de agua es de unos 180 mm/m y la densidad aparente de 1,43 a 1,55 t/m<sup>3</sup>. Durante el año 2014 no ha ocurrido ningún accidente climatológico destacable a excepción de la extraordinaria sequía y de precipitaciones en los días anteriores a la vendimia, siendo la precipitación durante el periodo de Abril a Septiembre de solamente 96 mm, precipitación muy inferior a la media histórica.

### 2.2 Diseño experimental.

Se han realizado 7 tratamientos de campo, cada uno de ellos aplicado en 4 subparcelas distribuidas aleatoriamente (Figura 2.2). Los tratamientos aplicados se corresponden con los siguientes:

- T1: Secano, sin poda de raíces y con espaldera vertical normal (T1-I, T1-II, T1-III, T1-IV).
- T2: Secano, con poda de raíces y con espaldera vertical normal (T2-I, T2-II, T2-III, T2-IV).
- T3: Secano, sin poda de raíces y con espaldera inclinada (T3-I, T3-II, T3-III, T3-IV).
- T4: Riego deficitario, sin poda de raíces y con espaldera inclinada (T4-I, T4-II, T4-III, T4-IV).
- T5: Riego deficitario, con poda de raíces y con espaldera vertical normal (T5-I, T5-II, T5-III, T5-IV).
- T6: Riego óptimo, sin poda de raíces y con espaldera inclinada (T6-I, T6-II, T6-III, T6-IV).
- T7: Riego óptimo, sin poda de raíces y con espaldera vertical normal (T7-I, T7-II, T7-III, T7-IV).

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.

T1I	T6II	T5III	T3III	T6III	T1IV	T3I
T3IV	T4II	T1II	T7III	T5II	T2II	T6IV
T5IV	T2I	T4I	T1III	T7II	T4IV	T7I
T4III	T6I	T2III	T7IV	T3II	T5I	T2IV

Figura 2.2. Esquema del diseño experimental

### 2.2.1 Tratamientos de Riego.

El riego a aplicar en las parcelas se calcula conociendo el coeficiente de evapotranspiración ( $K_c$ ) de cultivo. Para nuestro estudio se estima en 0,6 considerando el marco de plantación, el sombreado, vigor y variedad utilizados en nuestro estudio. Calculando las necesidades hídricas totales mediante el método propuesto por la FAO obtenemos la fórmula:

$$ET_c = ET_0 \cdot K_c \text{ (Richard G. Allen)}$$

$ET_c$ : evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar

$ET_0$ : evapotranspiración del cultivo de referencia

Con esta  $ET_c$  calculada se obtendría un riego a demanda donde todas las necesidades hídricas de la planta quedarían cubiertas, por tanto no obtendríamos un riego deficitario. La solución se basa en utilizar para los tratamientos distintas dosis de riego que representen distintos porcentajes respecto de esta  $ET_c$ .

Se ensayaron tres tratamientos:

- 1) Secano, sin aporte de riego.
- 2) Riego deficitario, en el que las aportaciones de agua empezaron a finales de Julio reemplazando un 35% de las necesidades óptimas del cultivo ( $ET_c$ ).
- 3) Riego máximo, con riego al 100% de la  $ET_c$  durante todo el periodo.

Para el cálculo de las dosis de riego de cada tratamiento se realizaba semanalmente un seguimiento de los valores de Evapotranspiración de referencia para cada día; se obtenían de la estación de Montesa del Servicio de Tecnología para el Riego del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). Además de esto, había que considerar las precipitaciones para minorar las dosis de riego en caso de que hubiera, aunque por la estacionalidad de la zona las precipitaciones en este periodo suelen ser muy escasas, siendo solo frecuentes tormentas ocasionales. Para el valor de las precipitaciones se utilizó el dato de la propia estación agroclimática situada en la parcela.

### 2.2.2 Instalación de Riego.

La parcela del ensayo dispone de un sistema de riego sectorizado para poder regar independientemente cada una de las unidades experimentales según las diferentes estrategias de riego (Figura 2.3). Dispone de un contador donde se realiza el seguimiento para ver las dosis de riego aplicadas. Se trata de riego localizado, por goteo, con un gotero por cada cepa separados 1,25 m emitiendo cada uno 2,3 L/h. Para el cálculo de la dosis de riego deficitaria y óptima se realizó semanalmente un seguimiento de los valores de Evapotranspiración de referencia para cada día, en la estación de Requena del Servicio de Tecnología para el Riego del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). Además de esto, se consideraron las precipitaciones para minorar las dosis de riego en caso de que hubiera, utilizándose el dato de la propia estación agroclimática situada en la parcela. Con estos datos se determinó la evapotranspiración del cultivo en condiciones estándar ( $ET_c$ ), que se corresponde con el riego óptimo, donde todas las necesidades hídricas de la planta quedarían cubiertas, aplicando al riego deficitario un porcentaje de agua del 60% respecto a esta  $ET_c$ .

## 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.

Tras cada una de los riegos se leyó en los contadores de volumen para asegurarse de que la dosis de riego es la correcta (Figura 2.4).



Figura 2.3 y Figura 2.4: Emplazamiento de las tuberías donde se disponen los goteros en tres líneas consecutivas, y el panel donde se encuentran los contadores en los cuales se hizo la lectura de las dosis aplicadas, respectivamente.

### 2.2.3 Operación de poda de raíces.

Las operaciones de poda de raíces se realizaron para estudiar sus efectos en el sistema de raíces de recrecimiento, y su capacidad de recuperación (Figura 2.5 y 2.6). La poda se realizó mediante dos cortes verticales a 20 cm de distancia a cada lado del tronco. Su finalidad es mejorar el aprovechamiento del agua y el balance de carbono en la vid, para un crecimiento vegetativo óptimo. Con la poda lo que se pretende conseguir es la reducción temporal de la capacidad de absorción del agua, para mejorar la composición de la baya y aumentar la concentración de las sustancias fenólicas, induciendo así una vendimia temprana. Al limitar el crecimiento vegetativo y ahorrar el agua extraída desde el suelo, se pretende mejorar el balance hídrico del viñedo durante el verano cuando es necesario que la cepa no padezca un estrés hídrico muy severo a fin de poder madurar correctamente las uvas.



Figura 2.5 y Figura 2.6: Realización de la poda de raíces llevada a cabo cuando las bayas estaban en tamaño guisante.

### 2.2.4 Orientación de la espaldera.

Para maximizar la eficiencia en el uso del agua y optimizar el balance de carbono de la cepas es fundamental controlar el crecimiento vegetativo y el área foliar cuando los viñedos están conducidos en espaldera, donde la superficie foliar expuesta viene fundamentalmente definida por la propia estructura de la espaldera y cualquier crecimiento que sobrepase dichos límites debe ser eliminado mediante podas en verde, lo cual perjudica el balance energético e hídrico del viñedo. La modificación de la espaldera vertical a inclinada pretende mejorar la captación de luz y mejorar la composición de la baya, optimizando el microclima luminoso del racimo (Figura 2.7 y Figura 2.8).

## 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.

En el caso de los viñedos en espaldera mayoritariamente plantados en dirección de las filas norte-sur, existe la posibilidad de modificar fácilmente el nivel de radiación interceptada por las cepas a lo largo del día, aumentándolo o disminuyéndolo en función del grado de inclinación de la espaldera con respecto a la dirección de la radiación incidente. En los ambientes mediterráneos, caracterizados por veranos secos y despejados, buena parte de la radiación incidente es de forma directa lo cual justifica la adopción de estas prácticas. En este sentido Intrigliolo y Lakso (2011) realizaron un estudio preliminar en el que cuantificaron el intercambio gaseoso de toda una cepa en función del grado de inclinación solar demostrando que era posible incrementar notablemente la EUA (eficiencia del uso del agua) al reducir la radiación interceptada por toda la cepa en las horas de la tarde. Sin embargo no se cuantificó cuál puede ser la respuesta a dicha práctica a lo largo de todo el día y toda la estación, ni sobre todo los efectos de dicha práctica sobre la composición de la uva.



Figura 2.7 y 2.8: Detalle del nuevo sistema de conducción puesto a punto mediante el cual es posible mantener las espalderas inclinadas unos 30° hacia el oeste. El sistema permite la mecanización del viñedo y la recolección automática ya que los postes inclinados son móviles y pueden doblarse.

### 2.3 Planificación del muestreo.

A lo largo de la maduración de la uva se realizaron los muestreos de uva en las 28 parcelas estudiadas. Cada subparcela se muestreó 3 veces a lo largo de la madurez, una vez por semana, para determinar con precisión el momento óptimo de vendimia, recogiendo 250 granos de cada unidad experimental, tomando bayas procedentes de plantas distintas aleatoriamente repartidas, de los racimos situados en la parte soleada y umbría, de la parte terminal/media y superior del racimo para obtener así una gran representatividad de cada tratamiento y dentro de la misma planta, granos situados en distinta posición en la cepa y a distintas alturas, eligiendo los granos de los racimos.

### 2.4 Producción en vendimia.

El día 29 de septiembre se realizó la vendimia, se recogieron 20 cepas representativas de cada unidad experimental. Las cepas estaban distribuidas en distintas filas para obtener resultados más representativos. Se obtuvieron los datos de producción (kilogramos/hectárea), número de racimos y peso unitario de racimo por tratamiento. Para las medidas se utilizó una báscula de campo (KERN, CH 15K20, España).

### 2.5 Determinación de la madurez de la uva.

Se realiza el pesado de 400 granos de uva en cada tratamiento, para poder seguir el engrosamiento de la uva mediante una báscula de precisión (PCE, BS 3000, Albacete (España)). Cada muestreo se procesa por duplicado (T1-IA a T7-IVB) y del total de 400 granos de uva por cada tratamiento, 200 de ellos irán destinados a la extracción del mosto mediante un prensado manual, para la determinación de la madurez tecnológica (Figura 2.9).

## 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.

Los otros 200 gramos se separaran por cada tratamiento en 4 fracciones de 50 gramos de uva destinados para la madurez polifenólica (Figura 2.10 y Figura 2.11). En el anexo 6.4 se encuentran distintas imágenes en el laboratorio de la Universidad Politécnica de Valencia donde se realizó la determinación de la madurez de la uva.



Figura 2.9, Figura 2.10 y Figura 2.11: Laboratorio de la Universidad Politécnica de Valencia donde se realizó las mediciones de los parámetros de madurez, las trituraciones de los granos de uva con sus correspondientes soluciones en la Termomix y el filtrado en un embudo con lana de vidrio.

### 2.5.1 Determinación de la madurez tecnológica.

La determinación de la madurez tecnológica en vendimia (grado Brix, pH, acidez total y concentración de ácido tartárico y ácido málico) se ha realizado siguiendo los métodos que se recogen en el Reglamento Oficial de la Unión Europea (OIV, 1979).

Tras una extracción del mosto mediante prensado natural:

1. Mediante un refractómetro se realiza la determinación de los sólidos solubles totales.
2. Para obtener el valor de pH, se utilizó un pH-metro (CRISON GLP 21, Barcelona, Spain)
3. Para la Acidez Total (g/L de Acido tartárico) se realiza valorando con una reacción de ácido-base con hidróxido sódico 0.1 N, hasta pH de 7,0, con el pH-metro anterior.
4. La determinación de la concentración de ácido málico y láctico se realizó por espectrofotometría.

### 2.5.2 Determinación de la madurez polifenólica.

El método de determinación de la madurez polifenólica se basa en el método de Glories modificado por Saint-Cricq de Gaulejac (1999). Se fundamenta en la extracción fenólica a dos pH distintos, a partir de un triturado de las uvas.

Obtendremos un extracto a pH 1, donde se extrae la práctica totalidad de los compuestos fenólicos ya que a este pH se produce la degradación de las células de los hollejos. Por otra parte a pH 3,2 encontramos una extractibilidad real, ya que este se aproxima al pH real de las uvas. De la primera solución obtendremos la Intensidad Colorante Total (IC pH 1), el Potencial total de Antocianos (Ant pH 1), de Polifenoles (Pol pH 1) y de taninos (Tan pH 1). De la segunda obtendremos la concentración extraíble de estos mismos parámetros. Todos los protocolos de extracción se realizaron por duplicado, y las determinaciones analíticas por triplicado. También se obtiene la extractibilidad de los antocianos (EA) y la madurez de las pepitas (MP). En la vendimia se realizó también el índice de Polimerización de Taninos (o Índice DMACH), el índice de astringencia de los taninos (gelatina) por el método propuesto por Glories (1978) y el de fijación sobre polivinilpirrolidona (PVPP) propuesto por Blouin (1977), para indicar el porcentaje de antocianos combinados con taninos.

## 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.

De cada parcela muestreada por duplicado se separan 4 fracciones de 50 gramos, dos para determinar la totalidad de componentes polifenólicos de las uvas, que se procesan añadiendo a cada muestra 50 g de una solución de ácido clorhídrico 0,1 M (pH 1), mientras que a las otras 2 fracciones de 50 g de uva se le añaden 50 g de una solución compuesta por 5 gramos de ácido tartárico, 2,5 mL de solución de NaOH al 32% y agua hasta 1 litro (pH 3,2), con la finalidad de extraer los compuestos polifenólicos fácilmente extraíbles. Se trituran y homogenizan en Termomix durante 2 minutos a una velocidad constante y suave que no permita la rotura de las pepitas.

Tras la trituración se recogen los homogenizados evitando que quede el menor rastro de hollejo y pepitas en el recipiente. Se deja macerar durante 4 horas agitando con una pauta de 15 minutos. Tras este tiempo se filtra en un embudo con lana de vidrio y los filtrados se centrifugan durante 15 minutos a una velocidad de 4000 revoluciones por minuto. Con estos extractos se realizan las determinaciones polifenólicas. Los métodos analíticos utilizados para determinar los parámetros polifenólicos son los siguientes:

### 2.5.2.1 Intensidad Colorante (Glories, 1978).

El color del vino es uno de los atributos fundamentales para su caracterización, apreciación y calidad. El color depende de la concentración en antocianos libres, de las combinaciones tanino-antociano, de los taninos y varía también en función del pH, de la tasa de SO<sub>2</sub> libre, de la temperatura y de las aireaciones. Convencionalmente, y por razones de comodidad, las características cromáticas de los vinos tintos y rosados podrían ser definidas por la Intensidad Colorante.

La Intensidad Colorante (IC) se expresa como la suma de absorbancias del vino en cubeta de 1 cm de espesor para las radiaciones de longitud de onda de 420 nm, 520 nm y 620 nm, a las que corresponden un mínimo y un máximo respectivamente en la curva de absorbancias del vino tinto en función de la longitud de onda. Se expresa con 3 decimales, leídas frente al agua destilada como blanco y referidas a 1 cm de espesor o trayecto óptico, aunque la medición suele hacerse con cubetas de inferior espesor (0,1 o 0,2 cm) ya que la absorbancia de los vinos tintos es muy elevada y sobrepasa los límites del espectrofotómetro, multiplicándose el resultado por el factor de conversión, para referirlo a la cubeta estándar de 1 cm de recorrido óptico.

Al determinar la Intensidad Colorante en el extracto procedente de las uvas, hay que tener en cuenta que el factor dilución va a modificar el equilibrio entre los componentes coloreados del vino y va a disminuir la exactitud y precisión del método. Para determinar la IC se miden directamente las absorbancias de la muestra en las longitudes de onda de 420 nm, 520 nm, y 620 nm. Si se lee en cubeta de 0,1 cm los resultados obtenidos hay que multiplicarlos por 10.

$$IC = (A_{420} + A_{520} + A_{620}) \cdot 10$$

### 2.5.2.2 Índice de polifenoles totales.

El índice de Polifenoles Totales es un valor que representa la totalidad de los compuestos polifenólicos de los vinos, y se determina por medición de la absorbancia a la longitud de onda que escinde el grupo fenol. La metodología consiste en diluir previamente el vino 100 veces y medir la absorbancia del vino a 280 nm (UV) bajo 1 mm de paso óptico en una cubeta de cuarzo frente al agua. El núcleo bencénico característico de los compuestos polifenólicos tiene su máximo de absorbancia a esta longitud de onda.

$$I.P.T. \text{ de la solución} = A_{280} \times \text{Factor de dilución (100)}$$

### 2.5.2.3 Antocianos Totales y Polifenoles Totales.

Para la determinación de los Antocianos totales se toman 0,2 mL de la muestra y se colocan en una cubeta de 1 cm de camino óptico. Se le añaden 3,8 mL de una solución de HCl 1 M, se tapan con tapón o parafilm y se agitan por inversión. Se deja reposar 3 horas antes de la medida. Las medidas deben efectuarse antes de las 24 horas. A continuación se mide la absorbancia a 280, 520 y 700 nm frente a un blanco de HCl 1 M. La absorbancia a 280 nm corresponderá a los polifenoles totales, 520 nm a los antocianos y 700 nm se utiliza para verificar que las soluciones están totalmente transparentes (Método de Puissant-León).

Para determinar la concentración de antocianos expresada en malvidina-3-glucósido, se realiza una curva de calibrado utilizando como patrón este compuesto, o si no se dispone de él se puede utilizar la siguiente fórmula, donde A es la Absorbancia, EF es el volumen de extracto, FD el Factor de dilución, y M el peso de la muestra. El valor de 529 corresponde a la absorbancia de una disolución al 1%(p/v) de malvidina-3-glucósido (que equivale a la absortividad molar de 26,4 utilizada).

$$A_{TOT}(\text{mg/g}) = \frac{A_{520} \cdot FD \cdot EF \cdot 1000}{529 \cdot 100 \cdot M}$$

Para determinar la concentración total de polifenoles se debe construir una recta de calibrado con ácido gálico del tipo  $A=a+bC$ , que relacione la absorbancia A de la solución con la concentración real C de la sustancia patrón utilizada. Se recomienda utilizar como patrones una serie de soluciones entre 0-25 mg/L de ácido gálico.

Para calcular la concentración de polifenoles totales expresados en ácido gálico se utiliza la siguiente fórmula, donde A es la absorbancia, M el peso de la muestra en gramos, FD el factor de dilución en la medida colorimétrica (en las condiciones descritas  $FD=20$ ), EF los mL de extracto obtenidos, aP el valor de la ordenada en el origen y bP el valor de la pendiente.

$$P_{TOT}(\text{mg/g}) = \left( \frac{A_{280} - a_P}{b_P} \right) \cdot \frac{FD \cdot EF}{M \cdot 1000}$$

### 2.5.2.4 Taninos condensados totales.

Llamamos taninos a diversos compuestos fenólicos que tienen como característica común que precipitan con las proteínas en solución, y que ralentizan o inhiben las acciones enzimáticas por combinación directa con su fracción proteica. En la uva y por tanto en los vinos que no han pasado por madera hay taninos condensados (proantocianidinas o procianidinas formados por monómeros y polímeros de catequinas) y ácido gálico (tanino hidrolizado), y si los vinos han estado en madera aparece también tanino elágico (tanino hidrolizado).

Las proantocianidinas tienen la propiedad de ser transformables parcialmente en antocianidinas rojas por calentamiento en medio ácido. Este calentamiento conduce a la ruptura de ciertas uniones y a la formación de carbocationes que se transforman parcialmente en cianidina y catequinas si el medio es suficientemente oxidante (reacción de Bete- Smith). Este método consiste en utilizar esta propiedad para la detección de taninos en el medio. Esta reacción tiene lugar tanto con las formas monómeras (catequinas) como con las formas polimerizadas (proantocianidinas), en este último caso la reacción provoca la ruptura por hidrolisis de ciertas uniones que luego se transforman en antocianidinas, y son estas las que se determinan por medición colorimétrica.

El vino ha de estar recientemente centrifugado 15 minutos a 4000 rpm y diluido 1/50. Colocar en dos tubos de ensayo (Tubo 1 y Tubo 2) 1 mL de vino diluido, 0,5 mL de agua destilada y 3 mL de HCl 12 N. El tubo 1 se tapa herméticamente y se protege de la luz con papel de aluminio. A continuación se mete dentro de un baño María a 100°C durante 30 minutos.

## 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.

El tubo 2 se deja a temperatura ambiente. Al cabo de 30 minutos de ebullición se saca el Tubo 1 del baño y se enfría rápidamente. Posteriormente, a los dos tubos se les añade 1 mL de etanol absoluto (o de 96º) y después de agitarlo se leen las absorbancias a 550 nm en cubetas de 10 mm de camino óptico utilizando como blanco agua destilada. La concentración de taninos viene dada por la siguiente expresión donde  $A_1$  es el contenido en el Tubo 1,  $A_2$  el contenido en el Tubo 2 y el coeficiente de 19,33 corresponde al coeficiente de extinción molar de la cianidina obtenida por la hidrólisis ácida de los taninos condensados, corregido para dar el resultado en g/L.

$$\text{Taninos Condensados Totales (g/L)} = (A_1 - A_2) \times 19,33.$$

### 2.5.2.5 Extractibilidad de los Antocianos (EA).

Cuando hablamos de los antocianos totales nos referimos a los responsables del color rojo intenso (o violáceo) de los vinos. Son la combinación de los azúcares con las antocianidinas y se encuentran fundamentalmente en el hollejo. El índice de extractibilidad de antocianos (EA) nos da información sobre la capacidad de la uva para liberar los antocianos, y representa el porcentaje de antocianos que no pueden ser extraíbles (P.T.A. es el Potencial total de antocianos (pH 1) y P.A.E. el Potencial de antocianos extraíbles (pH 3.2)). Cuanto menor es este índice mayor es la facilidad con la que estos antocianos se pueden liberar. La extracción de antocianos debería disminuir al incrementarse el nivel de madurez de la uva.

$$EA(\%) = \left( \frac{P. T. A. - P. A. E.}{P. T. A.} \right) \cdot 100$$

### 2.5.2.6 Madurez de las Pepitas (MP).

Los antocianos pueden funcionar como marcadores de los taninos en los hollejos, ya que existe un paralelismo de acumulación en este órgano entre ambos. De este modo, al conocer el valor de los antocianos extraíbles en gramos por litro (P.A.E.), podemos calcular los polifenoles totales extraíbles del hollejo y por diferencia los taninos que también contiene. La valoración del contenido en taninos de las pepitas se expresa como madurez fenólica de las pepitas (MP) y nos da el porcentaje de taninos de las pepitas que suman a la riqueza fenólica del vino.

$$MP (\%) = (IPT \text{ pH } 3,2 - (P.A.E. \cdot 40)) / IPT \text{ pH } 3,2 \cdot 100$$

En teoría, los antocianos potenciales deberían aumentar durante el proceso de maduración hasta alcanzar su valor máximo. Los antocianos extraíbles también deberían aumentar, en cambio MP debería disminuir al incrementarse el nivel de madurez de la uva.

### 2.5.2.7 Índice de GELATINA.

El índice de gelatina, nos da una referencia de la astringencia del vino, y puede ser considerado como un reflejo de esta. Cuanto más elevado sea este índice, el vino parecerá más astringente. El índice no caracteriza exclusivamente a las moléculas condensadas, sino también a algunos taninos poco polimerizados, ya que representa el porcentaje de taninos capaces de combinarse con la gelatina y susceptibles de intervenir a nivel de astringencia. Para esta determinación se determinan los taninos totales en el vino, y paralelamente se añade al vino una solución de gelatina y se deja 3 días en condiciones de refrigeración. Posteriormente se determinan los taninos que no han precipitado con las proteínas. La diferencia entre estos corresponderá a los que han precipitado, que son los susceptibles de dar astringencia. Un valor del Índice de Gelatina superior al 50% nos indica una astringencia elevada en el vino (Glories, 1978). El índice de gelatina se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Índice de Gelatina (\%)} = 100 \cdot (T_{\text{TOTALES}} - T_{\text{NO ASTRINGENTES}}) / T_{\text{TOTALES}}$$

## 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.

### 2.5.2.8 Índice de DMACH.

El proceso se basa en la estimación del grado de polimerización de los taninos de la uva y del vino, utilizando un aldehído específico de estructuras fenólicas: Floroglucinol y P-dimetilaminoacetaldehído (D.M.A.C.H.). El índice obtenido con este aldehído es igual o menor que el grado de polimerización de los taninos. Se diluye el vino con metanol a 1/20. En un tubo de ensayo se introducen 0,5 ml de vino diluido y 2,5 ml de reactivo de DMACH, se agita y al cabo de 10 minutos se mide la absorbancia de la muestra a 640 nm (Dm), seguidamente se realiza un testigo que complete la absorbancia que puedan presentar otros compuestos a 640 nm. Para ello se introduce en un tubo de ensayo 0,5 ml de vino diluido y 2,5 ml de metanol, agitamos y esperamos 10 minutos y leemos la absorbancia a 640 nm (Dt). El blanco se hace con metanol y las cubetas de vidrio o de cuarzo.

Si se utiliza la cubeta de 2 ml, se multiplicara la absorbancia por 5. La lectura de DMACH viene definida por la formula siguiente:

$$D.O.DMACH = (Dm - Dt)$$

Y a partir del valor de los taninos condensados calcularemos el índice de polimerización:

$$\text{Índice de DMACH \%} = (D.O. DMACH / [\text{TANINOS}]) * 100$$

### 2.5.2.9 Índice de PVPP.

El índice de polivinilpirrolidona (PVPP) indica el porcentaje de antocianos combinados con los taninos. La mayor concentración de combinaciones antociano-taninos justifica la mayor concentración de los antocianos al color (Blouin, 1977, Vivas, et al; 1995). Se diluye en vino 1/50 con agua destilada y se lee su absorbancia a 280 nm, con cubeta de cuarzo de 10 mm (DO<sub>0</sub>). El blanco se mide con agua destilada. En un tubo de ensayo a 0°C se introducen 2 ml de vino diluido 1/5 con agua destilada y 2 ml de PVPP 0,6%. Se agita y se deja en reposo durante 10 minutos. Se añaden 6 ml de TCA al 20 %, se agita y se deja reposar otros 10 minutos. Se centrifuga durante 8 minutos a 4000 rpm. Finalmente se diluye 1:2 una alícuota del sobrenadante para poder tener disolución del vino 1:50. Se mide la absorbancia en el espectrofotómetro a 280 nm, en cubeta de cuarzo de 10 mm de camino óptico (DO<sub>1</sub>) siendo el blanco una disolución de TCA al 6%. El índice de Polivinilpirrolidona se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$I.PVPP (\%) = (DO_0 - DO_1 / DO_0) * 100$$

DO<sub>0</sub> - DO<sub>1</sub> = Cantidad de antocianos combinados con los taninos en la disolución. Corresponden a los polifenoles fijados por el PVPP, son los que forman parte del sedimento.

## 2.6 Potencial hídrico del tallo.

Realizar un seguimiento del potencial hídrico del tallo supone una gran ayuda a la hora de verificar el estado hídrico del viñedo ya que existe una relación significativa entre este potencial y la humedad del suelo. El potencial hídrico es la cantidad de trabajo necesario por unidad de cantidad de agua pura, que debe realizarse por fuerzas externas al sistema, para transferir reversible e isotérmicamente, una cantidad infinitesimal de agua desde el estado de referencia a la fase líquida del suelo en el punto considerado.

En la planta, el potencial hídrico es un parámetro fisiológico que explica el balance entre flujos de absorción y de transpiración de agua por medio de la energía necesaria para extraer el agua contenida en los tejidos foliares. En campo, para la medida del potencial de la vid, se utiliza una cámara de presión tipo Scholander, facilitando una lectura rápida y precisa del potencial hídrico de las hojas. El protocolo que se siguió para realizar las mediciones es el siguiente:

## 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.

Se realizan los muestreos eligiendo plantas al azar seleccionando hojas de tamaño mediano de las partes centrales de la espaldera y cercanas al racimo, la hoja se introduce en la bolsa hermética, dejando el menor trozo posible de tallo fuera. Es importante realizar esta medición al mediodía solar (14.00 horas) y esperando una hora desde el embolsado, sin dejar pasar más de 2 minutos desde que se arranca la hoja hasta que se mete dentro de la cámara de presión. Ya que para tiempos más largos desde que se arranca la hoja hasta que se empieza la medición provoca deshidratación de la hoja (Sellés et al., 2002). Con el bisturí se secciona un pequeño trozo del extremo del peciolo de la hoja y se hace un corte limpio y transversal. Se coloca la hoja dentro de la cámara, dejando salir de ella 2 centímetros de peciolo aproximadamente y se cierra bien la cámara. Se comienza a bombear aire dentro de la cámara por lo que se va aumentando lentamente la presión hasta observar que el corte del peciolo comienza a humedecerse, y antes de que aparezca una gota de agua, se cierra el paso de aire a la cámara para que deje de aumentar la presión y se anota el valor inmediatamente para evitar errores en la medición. En ese momento, la presión ejercida por la cámara es igual al potencial hídrico de la hoja. Una presión elevada en la cámara implica un gran trabajo y por tanto un estrés hídrico alto. El valor positivo obtenido es el realizado por la cámara, por lo que se considerará negativo, es decir, cuanto más negativo sea dicho valor, más retenida se encontrará el agua en la planta y por lo tanto mayor será el estrés hídrico en la planta. En el anexo 6.3 se encuentra una tabla y un gráfico de la evolución del potencial hídrico del tallo a lo largo de la maduración para los distintos tratamientos. En el mismo anexo se puede observar los datos que se han utilizado para obtener los resultados del potencial hídrico en la vid.

### **2.7 Parámetros medidos en la vendimia.**

En el momento de la vendimia el día 29 de septiembre, se efectúan varias medidas relacionadas con diversos aspectos agronómicos del viñedo. Para realizar estos análisis se han muestreado 15 cepas por subparcela, en total 420 cepas, de las que se han contado y pesado sus racimos.

#### **2.7.1 Rendimiento y número de racimos.**

El rendimiento expresado en Kg uva por cepa, está directamente relacionado con el peso del racimo, el número de racimos por cepa, el número de uvas y su tamaño, siendo un parámetro agronómico de gran importancia económica. Mantener la calidad mejorando el rendimiento es el objetivo a conseguir con las distintas estrategias de riego utilizadas.

Se procede vendimiando individualmente cada una de las 420 cepas, contando y pesando todos los racimos directamente en campo y obteniendo así los rendimientos medios para cada subparcela y el número de racimos por cepa.

#### **2.7.2 Peso de los racimos.**

A partir del rendimiento y del recuento del número de racimos se calcula el peso medio del racimo, dividiendo el rendimiento (Kg uva/cepa) entre el nº racimos por cepa. El peso medio del racimo junto con el peso medio de la baya nos permite estimar objetivamente el efecto de las prácticas ensayadas en el incremento a disminución del tamaño de baya y racimo, parámetros que están muy relacionados con la relación hollejo/pulpa, con la facilidad o dificultad para que la uva madure, y por tanto con su calidad.

### **2.8 Tratamiento Estadístico**

Se han realizado análisis de la varianza (ANOVA), para estudiar si hay interacciones entre los distintos tratamientos estudiados: riego, poda y espaldera, para los parámetros relacionados con la madurez tecnológica y polifenólica de las uvas.

También se establecieron los intervalos LSD (“Least Significant Difference”) para comparar las medias de las distintas variables para el factor estudiado y ver si existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos. El paquete estadístico utilizado fue Statgraphics Plus 5.1.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se llevó a cabo el seguimiento de la madurez tecnológica y polifenólica durante la maduración de la uva, realizando muestreos los días 8 y 15 de septiembre, y el día en el que se realizó la vendimia que se trató del 29 de septiembre de 2014. Los distintos tratamientos efectuados en el viñedo se agruparon en función de las dosis de riego (secano, deficitario y óptimo), de la realización o no de la poda de raíces, y de la posición de la espaldera (inclinada o vertical). Los datos se agruparon para facilitar una mejor interpretación de los resultados.

#### 3.1 Efecto de los distintos tratamientos en los parámetros tecnológicos de las uvas tintas de la variedad Bobal.

Se ha determinado el peso medio de la Uva, el grado Brix, el pH y la acidez total durante la maduración de la uva (días 8, 15 y 29 de septiembre de 2014), y en el día de la vendimia (29 de septiembre de 2014), además de estos parámetros, se ha determinado la concentración de ácido tartárico y ácido málico. En el anexo 6.1 hay gráficos comparativos de las distintas determinaciones.

##### 3.1.1 Efecto del riego.

Para poder estudiar el efecto del riego, considerando conjuntamente todas las parcelas que han sido sometidas a los distintos tratamientos de riego, es necesario comprobar previamente que no existen interacciones entre las distintas prácticas de cultivo aplicadas al viñedo (Tabla 3.1).

Tabla 3.1. ANOVA de las interacciones entre los distintos tratamientos ensayados.

INTERACCIÓN	Riego-Poda						Riego-Espaldera					
	08/09/2014		15/09/2014		29/09/2014		08/09/2014		15/09/2014		29/09/2014	
	F-ratio	P-value	F-ratio	P-value	F-ratio	P-value	F-ratio	P-value	F-ratio	P-value	F-ratio	P-value
Peso de la Uva	1,20	0,2786	1,08	0,3043	0,78	0,3816	2,43	0,1265	1,19	0,2812	0,14	0,7098
° Brix	6,52	0,0142	0,07	0,7968	0,46	0,5013	4,92	0,0311	6,56	0,0139	1,88	0,1768
pH	0,02	0,8784	5,97	0,0186	5,06	0,0295	0,02	0,8999	0,25	0,6174	6,34	0,0155
Ac. Total (g/L)	0,66	0,4196	0,29	0,5955	2,30	0,1367	2,56	0,1177	0,11	0,7381	0,04	0,8488
Ác. Tartárico (g/L)	-	-	-	-	2,71	0,1069	-	-	-	-	0,82	0,3704
Ác. Málico (g/L)	-	-	-	-	0,36	0,5522	-	-	-	-	0,79	0,3801

P-value > 0,05 indica que no existen diferencias significativas.

P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%.

Tal como podemos apreciar, no existen interacciones entre el riego y la poda ni entre el riego y la espaldera en los distintos muestreos, por lo que es posible tratar los datos conjuntamente. El tratamiento estadístico se ha realizado por tanto, considerando conjuntamente todas las parcelas que han sido sometidas a secano (T1, T2 y T3), a riego deficitario (T4, T5 y T6) y a riego óptimo (T7), sin considerar si en estas parcelas se ha realizado o no poda de raíces, ni el tipo de posición de la espaldera.

##### 3.1.1.1 Evolución del peso de la baya.

En la tabla 3.2 podemos observar que desde el primer muestreo realizado, las cepas que fueron cultivadas en secano son las que poseen un tamaño menor de baya, seguidas de aquellas sometidas a un riego deficitario, siendo las cepas que han sido sometidas a riego óptimo, las que presentan un peso más elevado. En el segundo muestreo se observó unos valores muy similares para las cepas tratadas con secano, riego deficitario, y riego óptimo, manteniéndose las diferencias significativas encontradas en el primer muestreo. El tercer muestreo se observa un mayor incremento de peso con relación a los muestreos anterior, para las uvas de los tres tratamientos. Este mayor incremento del peso de la uva está relacionado con un mayor aporte de agua ocasionado por las lluvias que se produjeron entre el segundo y tercer muestreo.

## Estudio del proceso de maduración de la uva Bobal procedente de tratamientos de poda de raíces, variaciones en la inclinación de las espaldas y estrés hídrico.

Como podemos apreciar, durante los últimos veinte días de la maduración de la uva se ha producido un incremento gradual del peso de las bayas en los tres tratamientos relacionados con el riego, pero ese incremento es más reducido en las bayas cultivadas en secano, ya que la menor disponibilidad de agua ha impedido un mayor engrosamiento del grano.

Tabla 3.2. Valores medios, desviación estándar y ANOVA del peso de la Uva en cada uno de los muestreos para los distintos tratamientos de riego aplicados.

Muestra	RIEGO	Peso Uva		
		08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014
T1+T2+T3	Secano	1,630 ± 0,174 a	1,638 ± 0,213 a	1,749 ± 0,235 a
T4+T5+T6	Deficitario	3,265 ± 0,198 b	3,197 ± 0,139 b	3,311 ± 0,188 b
T7	Óptimo	3,762 ± 0,163 c	3,704 ± 0,143 c	3,875 ± 0,210 c
	F-ratio	615,81	699,68	489,56
	p-value	0,0000	0,0000	0,0000

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas.

P-value <0,05: diferencias significativas al 95%; P-value <0,01: diferencias significativas al 99%

### 3.1.1.2 Evolución del grado Brix.

Durante la maduración de la uva tiene lugar la acumulación de glucosa y fructosa. Estos compuestos se obtienen gracias a la fotosíntesis de las hojas y al almacenamiento de almidón en la planta. En los dos primeros muestreos realizados se observa un incremento gradual del grado Brix, y la existencia de diferencias significativas en la concentración de azúcares en función del riego aplicado, siendo la menor concentración de azúcares con riego óptimo y la mayor concentración en secano. En cambio, en el tercer muestreo la concentración de azúcares disminuyó, por dilución debido al incremento del tamaño de grano causado por las lluvias.

En la tabla 3.3 se observa como en secano la concentración de azúcares es mayor, siendo este comportamiento es inverso al observado en el peso de la uva, y puede estar relacionado con un menor crecimiento de las bayas y por tanto una mayor acumulación de azúcares debido a la escasez de agua, ocasionada por un verano seco y sin precipitaciones y como consecuencia de ello se producirá un incremento de la concentración de alcohol en el vino, consecuencia no muy deseada en los climas cálidos. La gestión del riego puede ser una práctica interesante para reducir el contenido de alcohol de los vinos, mientras que la falta de agua durante el último periodo de maduración de las bayas, contribuirá a incrementarlo.

Tabla 3.3. Valores medios, desviación estándar y ANOVA del grado Brix en cada uno de los muestreos para los distintos tratamientos de riego aplicados.

Muestra	RIEGO	°BRIX		
		08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014
T1+T2+T3	Secano	23,213 ± 0,575 c	23,592 ± 0,658 c	22,167 ± 0,574 c
T4+T5+T6	Deficitario	20,808 ± 0,820 b	21,225 ± 0,678 b	20,508 ± 0,613 b
T7	Óptimo	19,175 ± 0,406 a	20,000 ± 0,524 a	19,475 ± 0,440 a
	F-ratio	278,64	173,9	127,24
	p-value	0,0000	0,0000	0,0000

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas.

P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

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.

### 3.1.1.3 Evolución del pH.

El pH de las uvas se va incrementando a medida que transcurre la madurez, aunque como se puede observar en los dos últimos muestreos los valores de pH no presentan mucha diferencia. Podemos observar en el pH un comportamiento inverso al observado para el grado Brix, ya que el tratamiento de secano presenta los niveles más bajos de pH, siendo más elevado en los tratamientos con riego.

Este comportamiento es opuesto al esperado, ya que a medida que se incrementa la concentración de azúcares debería disminuir la de ácidos, y por tanto incrementarse el pH, y no concuerda con lo observado en otros estudios sobre el efecto del riego (Baeza et al. 2007). Como se aprecia en la Tabla 3.4, en el segundo muestreo no se observan diferencias significativas en el valor de pH para los distintos riegos realizados, en cambio, tanto en el primer muestreo como en el muestreo de la vendimia podemos afirmar una pequeña diferencia del valor de pH entre las uvas en secano y las uvas tratadas con un riego óptimo.

Tabla 3.4. Valores medios, desviación estándar y ANOVA del pH de la uva a lo largo de la maduración para los distintos tratamientos de riego aplicados.

Muestra	RIEGO	pH		
		08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014
T1+T2+T3	Secano	3,356 ± 0,037 a	3,541 ± 0,036 a	3,496 ± 0,044 a
T4+T5+T6	Deficitario	3,360 ± 0,039 a	3,544 ± 0,039 a	3,515 ± 0,043 ab
T7	Óptimo	3,408 ± 0,025 b	3,563 ± 0,032 a	3,534 ± 0,030 b
	F-ratio	8,42	1,54	3,74
	p-value	0,0070	0,2231	0,0302

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas.

P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%

### 3.1.1.4 Evolución de la acidez total.

Podemos comprobar en la tabla 3.5 la disminución de la acidez total a lo largo de la maduración. Este descenso es debido a la maduración de la uva, que trae consigo conversión de ácidos en azúcares, y es coincidente con el incremento de pH observado.

Tabla 3.5. Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la acidez total de la uva a lo largo de la maduración para los distintos tratamientos de riego aplicados.

Muestra	RIEGO	Acidez TOTAL		
		08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014
T1+T2+T3	Secano	5,859 ± 0,277 b	5,672 ± 0,211 b	5,063 ± 0,198 b
T4+T5+T6	Deficitario	5,675 ± 0,296 a	5,291 ± 0,222 a	4,534 ± 0,208 a
T7	Óptimo	6,038 ± 0,380 b	6,038 ± 0,212 b	4,838 ± 0,160 ab
	F-ratio	6,51	23,29	64,23
	p-value	0,0300	0,0000	0,0000

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas.

P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%.

## 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.

En los dos primeros muestreos presentan mayor acidez las uvas con riego óptimo, con lo que coinciden con algunos estudios que observaron incremento de acidez con el riego, en cambio, en el último muestreo son las uvas en secano las que presentan mayor acidez. En los primeros muestreos se observa como no hay diferencias entre el tratamiento en secano y en riego óptimo pero en el último tratamiento sí que se observa diferencias entre el secano y el riego, teniendo mayor contenido en acidez las uvas en secano y el menor contenido las uvas en riego deficitario. Las uvas que presentan mayor concentración de azúcares suelen tener menor acidez, en cambio en el tercer muestreo el comportamiento es opuesto al que sería de esperar, quizás debido al aporte de agua de lluvia que modificó la concentración de los ácidos por dilución.

### 3.1.1.5 Evolución del ácido tartárico y del ácido málico.

La concentración de ácido tartárico es superior en los tratamientos de secano, seguido de las uvas en riego óptimo, siendo las de riego deficitario las que menos ácido tartárico poseen, mostrando diferencias en los tres tratamientos (Tabla 3.6).

Tabla 3.6. Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de ácido tartárico y ácido málico para los distintos tratamientos de riego aplicados.

Muestra	RIEGO	Ácido Tartárico	Ácido Málico
		29/09/2014	29/09/2014
T1+T2+T3	Secano	3,92 ± 0,11 c	2,12 ± 0,09 c
T4+T5+T6	Deficitario	3,67 ± 0,12 a	2,62 ± 0,11 a
T7	Óptimo	3,71 ± 0,08 b	3,12 ± 0,06 b
	F-ratio	64,23	64,23
	p-value	0,0000	0,0000

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas.

P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%.

El ácido málico, al contrario que el ácido tartárico, tiene mayor concentración conforme aumenta la dosis de riego. Este comportamiento es inverso al observado con el grado Brix, ya que el ácido málico se va convirtiendo en azúcar a medida que la uva madura. La mayor concentración de ácido tartárico observada en las uvas cultivadas en secano justifica la mayor acidez de estas uvas, ya que el ácido málico desaparece durante la fermentación maloláctica de los vinos tintos, siendo el ácido tartárico el que permanece y aporta la acidez a los vinos tintos. Esto puede constituir una ventaja o un inconveniente con respecto al riego, dependiendo de la añada, en años cálidos es interesante conservar los mayores niveles de ácido tartárico, mientras que en un año con madurez deficiente será más interesante que las uvas no contengan demasiada acidez.

### 3.1.2 Efecto de la poda de raíces.

El tratamiento estadístico se ha realizado considerando conjuntamente todas las parcelas que no han sufrido poda de raíces (T1, T3, T4, T6 y T7), y aquellas cuyas raíces han sido podadas (T2 y T5), sin considerar el riego empleado, ni la posición del viñedo, en espaldera vertical o inclinada.

Esta agrupación se ha realizado tras la comprobación previa de que no existen interacciones entre los tratamientos de poda y la disposición de la espaldera, ni entre el riego y la poda, ni entre el riego y la disposición del viñedo, tal como se ha mostrado en el apartado 3.1.1.

#### 3.1.2.1 Evolución del peso de la baya.

Podemos observar en la tabla 3.7 que el peso de la uva se incrementa durante la maduración, pero no hay diferencias significativas entre las uvas con y sin poda de raíces.

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.

Tabla 3.7. Valores medios, desviación estándar y ANOVA del peso de la Uva a lo largo de la maduración para los tratamientos de poda empleados.

Muestra	PODA	Peso uva		
		08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014
T1+T3+T4+T6+T7	Sin	2,675 ± 0,938 a	2,650 ± 0,928 a	2,763 ± 0,948 a
T2+T5	Con	2,544 ± 0,932 a	2,467 ± 0,817 a	2,620 ± 0,827 a
	F-ratio	0,26	0,1	0,29
	p-value	0,6882	0,7482	0,5918

Letras iguales en la misma columna indican que no existen diferencias significativas.  
P-value > 0,05 indica que no existen diferencias significativas.

### 3.1.2.2 Evolución del grado Brix.

Tabla 3.8. Valores medios, desviación estándar y ANOVA del grado Brix a lo largo de la maduración de la uva para los tratamientos de poda empleados.

Muestra	PODA	°BRIX		
		08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014
T1+T3+T4+T6+T7	sin	21,453 ± 1,719 a	21,965 ± 1,564 a	20,935 ± 1,179 a
T2+T5	con	21,988 ± 1,092 a	22,313 ± 1,329 a	21,413 ± 0,887 a
	F-ratio	1,33	0,12	2,13
	p-value	0,2543	0,7257	0,1556

Letras iguales en la misma columna indican que no existen diferencias significativas.  
P-value > 0,05 indica que no existen diferencias significativas.

Como ocurre en la evolución del peso de uva, no se observan diferencias en el grado Brix de las uvas en función de que se hayan podado o no las raíces de las cepas (Tabla 3.8). Estos resultados son coincidentes con diferentes estudios al respecto, mientras que otros autores han encontrado un efecto negativo sobre la concentración de azúcares tras el empleo de la poda de raíces en el viñedo (Ortega *et al.*, 2007).

### 3.1.2.3 Evolución del pH.

Podemos apreciar un aumento gradual del pH durante la maduración de la uva, sin que existan diferencias atribuibles a la poda en el primer y último muestreo, pero se puede apreciar en el segundo muestreo una diferencia significativa entre realizar poda de raíces y no realizar la poda de raíces, siendo los valores de pH cercanos. El valor de pH es menor sin poda de raíces y mayor con poda de raíces (Tabla 3.9).

Tabla 3.9. Valores medios, desviación estándar y ANOVA del pH de las uvas a lo largo de la maduración para los tratamientos de poda empleado.

Muestra	PODA	pH		
		08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014
T1+T3+T4+T6+T7	Sin	3,366 ± 0,036 a	3,540 ± 0,029 a	3,507 ± 0,029 a
T2+T5	Con	3,363 ± 0,036 a	3,559 ± 0,031 b	3,516 ± 0,054 a
	F-ratio	0,12	9,07	0,73
	p-value	0,7266	0,0042	0,5959

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas.  
P-value > 0,05 indica que no existen diferencias significativas.

## 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.

### 3.1.2.4 Evolución de la acidez total.

Se observa un descenso gradual de la acidez total conforme avanza la maduración, pero no se observan diferencias significativas para los tratamientos con y sin poda de raíces, tal como hemos podido apreciar en los parámetros del peso de la uva y del grado Brix (Tabla 3.10). Este descenso es debido a la maduración de la uva, que trae consigo conversión de ácidos en azúcares, y es coincidente con el incremento de pH observado.

Tabla 3.10. Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la acidez total de la uva a lo largo de la maduración para los tratamientos de poda empleados.

Muestra	PODA	Acidez TOTAL		
		08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014
T1+T3+T4+T6+T7	Sin	5,809 ± 0,305 a	5,513 ± 0,244 a	4,800 ± 0,267 a
T2+T5	Con	5,798 ± 0,256 a	5,438 ± 0,307 a	4,814 ± 0,360 a
	F-ratio	0,01	0,6	0,03
	p-value	0,9055	0,4411	0,8714

Letras iguales en la misma columna indican que no existen diferencias significativas.  
P-value > 0,05 indica que no existen diferencias significativas.

### 3.1.2.5 Evolución del ácido tartárico y del ácido málico.

No se observan diferencias significativas entre los distintos tratamientos de poda aplicados (Tabla 3.11), por lo tanto la poda de raíces no modifica los parámetros convencionales de las uvas de Bobal, no afectando al peso de la baya, a la concentración de azúcares, ni a los parámetros relacionados con la acidez, acidez total, y concentración de ácido tartárico y málico. En cambio en el pH sí que se obtiene una diferencia significativo en el segundo muestreo pero con valores de pH cercanos.

Tabla 3.11. Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de ácido tartárico y ácido málico para los distintos tratamientos de poda empleados.

Muestra	PODA	Ácido Tartárico	Ácido Málico
		29/09/2014	29/09/2014
T1+T3+T4+T6+T7	Sin	3,76 ± 0,13 a	2,53 ± 0,40 a
T2+T5	Con	3,84 ± 0,19 a	2,35 ± 0,30 a
	F-ratio	0,6	0,03
	p-value	0,4411	0,8714

Letras iguales en la misma columna indican que no existen diferencias significativas.  
P-value > 0,05 indica que no existen diferencias significativas.

### 3.1.3 Efecto de la disposición de la espaldera.

El tratamiento estadístico se ha realizado considerando conjuntamente todas las parcelas con exposición vertical (T1, T2, T5 y T7), y aquellas con espaldera inclinada (T3, T4 y T6), sin considerar si en estas parcelas se ha realizado o no riego, ni si se han podado o no las raíces.

Esta agrupación se ha realizado tras la comprobación previa de que no existen interacciones entre el riego y la poda, entre el riego y la espaldera, ni entre la poda y la disposición de la espaldera, tal como se comentó en el apartado 3.1.1 y 3.1.2.

## Estudio del proceso de maduración de la uva Bobal procedente de tratamientos de poda de raíces, variaciones en la inclinación de las espaldas y estrés hídrico.

### 3.1.3.1 Evolución del peso de la baya.

Podemos observar que el peso de la uva se incrementa durante la maduración, pero no hay diferencias significativas entre las uvas en espaldera inclinada o vertical (Tabla 3.12).

Tabla 3.12. Valores medios, desviación estándar y ANOVA del peso de la uva en cada uno de los muestreos en función de la orientación de la espaldera.

Muestra	ESPALDERA	Peso uva		
		08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014
T1+T2+T5+T7	Vertical	2,609 ± 1,022 a	2,545 ± 0,975 a	2,692 ± 0,998 a
T3+T4+T6	Inclinada	2,691 ± 0,781 a	2,669 ± 0,789 a	2,763 ± 0,798 a
	F-ratio	1,28	1,47	1,6
	p-value	0,2624	0,2314	0,2117

Letras iguales en la misma columna indican que no existen diferencias significativas.

P-value > 0,05 indica que no existen diferencias significativas.

### 3.1.3.2 Evolución del grado Brix.

Tal como podemos observar en la tabla 3.13, se produce un incremento gradual del grado Brix de las uvas durante la maduración, menos en el último muestreo donde disminuye pero no existen diferencias significativas entre las uvas procedentes de espaldera vertical o inclinada.

Tabla 3.13. Valores medios, desviación estándar y ANOVA del grado Brix a lo largo de la maduración en función de la orientación de la espaldera.

Muestra	ESPALDERA	°BRIX		
		08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014
T1+T2+T5+T7	Vertical	21,622 ± 1,758 a	22,025 ± 1,644 a	21,094 ± 1,221 a
T3+T4+T6	Inclinada	21,583 ± 1,328 a	22,117 ± 1,309 a	21,042 ± 0,985 a
	F-ratio	1	0,89	0,84
	p-value	0,3225	0,3905	0,3646

Letras iguales en la misma columna indican que no existen diferencias significativas.

P-value > 0,05 indica que no existen diferencias significativas.

### 3.1.3.3 Evolución del pH.

Como se puede apreciar en la tabla 3.14, el pH se va incrementando a lo largo del proceso de maduración de las uvas, menos en el último muestreo que disminuye, no encontrándose ninguna relación entre el pH de la uva y la disposición del viñedo, siendo los valores de pH muy similares. Las pequeñas desviaciones estándar encontradas ponen de manifiesto la similitud de pH entre las distintas parcelas.

Tabla 3.14. Valores medios, desviación estándar y ANOVA del pH de las uvas a lo largo de la maduración en función de la orientación de la espaldera.

Muestra	ESPALDERA	pH		
		08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014
T1+T2+T5+T7	Vertical	3,374 ± 0,037 b	3,548 ± 0,035 a	3,512 ± 0,046 a
T3+T4+T6	Inclinada	3,354 ± 0,031 a	3,541 ± 0,024 a	3,506 ± 0,021 a
	F-ratio	6,44	1,26	0,16
	p-value	0,0141	0,2657	0,6884

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas.

P-value > 0,05 indica que no existen diferencias significativas.

## 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

### 3.1.3.4 Evolución de la acidez total.

La acidez va disminuyendo a medida que transcurre la maduración de las uvas, pero en ningún momento se observan diferencias significativas en función del tipo de conducción del viñedo, comportándose de igual forma con espaldera vertical o inclinada (Tabla 3.15).

Tabla 3.15. Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la acidez total de la uva a lo largo de la maduración en función de la orientación de la espaldera.

Muestra	ESPALDERA	Acidez TOTAL		
		08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014
T1+T2+T5+T7	Vertical	5,890 ± 0,312 a	5,527 ± 0,271 a	4,863 ± 0,291 a
T3+T4+T6	Inclinada	5,694 ± 0,215 a	5,444 ± 0,250 a	4,725 ± 0,284 a
	F-ratio	0,07	1,1	0,03
	p-value	0,7871	0,299	0,8714

Letras iguales en la misma columna indican que no existen diferencias significativas.  
P-value > 0,05 indica que no existen diferencias significativas.

### 3.1.3.5 Evolución del ácido tartárico y del ácido málico.

En la tabla 3.16 observamos que no hay diferencias significativas en función de la inclinación de la espaldera, ni para la concentración de ácido tartárico ni para el málico.

Tabla 3.16. Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de ácido málico y ácido tartárico en las uvas en función de la orientación de la espaldera.

Muestra	ESPALDERA	Ácido Tartárico	Ácido Málico
		29/09/2014	29/09/2014
T1+T2+T5+T7	Vertical	3,82 ± 0,16 a	2,48 ± 0,44 a
T3+T4+T6	Inclinada	3,72 ± 0,13 a	2,47 ± 0,28 a
	F-ratio	0,03	0,03
	p-value	0,8714	0,8714

Letras iguales en la misma columna indican que no existen diferencias significativas.  
P-value > 0,05 indica que no existen diferencias significativas.

Podemos establecer que ni la poda de raíces ni el tipo de conducción, dan lugar a diferencias significativas en la madurez tecnológica de la uva.

## 3.2 Efecto de los distintos tratamientos en la madurez polifenólica de las uvas de Bobal.

### 3.2.1 Efecto del riego.

Para poder estudiar el efecto del riego en la madurez polifenólica de las uvas, considerando conjuntamente todas las parcelas que han sido sometidas a los distintos tratamientos de riego, se comprobó inicialmente que no existen interacciones entre las distintas prácticas de cultivo aplicadas al viñedo (Tabla 3.17).

El tratamiento estadístico se ha realizado considerando conjuntamente todas las parcelas que han sido sometidas a secano (T1, T2 y T3), a riego deficitario (T4, T5 y T6) y a riego óptimo (T7), sin considerar si en estas parcelas se ha realizado o no poda de raíces, ni el tipo de disposición del viñedo en espaldera vertical o inclinada. Esta agrupación se ha realizado tras la comprobación previa de que no existen interacciones entre el riego y la poda ni entre el riego y la espaldera, tal como se puede apreciar en la tabla 3.17.

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

Tabla 3.17. ANOVA de las interacciones entre los distintos tratamientos ensayados.

INTERACCIÓN	Riego-Poda						Riego-Espaldera					
	08/09/2014		15/09/2014		29/09/2014		08/09/2014		15/09/2014		29/09/2014	
	F-ratio	P-value	F-ratio	P-value	F-ratio	P-value	F-ratio	P-value	F-ratio	P-value	F-ratio	P-value
IC pH1	0,07	0,7892	0,18	0,6695	0,59	0,7479	2,14	0,1503	0,48	0,4940	0,47	0,4965
IC pH3,2	0,75	0,3904	0,33	0,5701	0,93	0,3398	0,82	0,8669	0,24	0,6251	7,66	0,5820
Ant pH1	0,45	0,5068	1,00	0,3240	3,34	0,9444	0,83	0,3680	0,73	0,3979	1,80	0,1860
Ant pH3,2	2,06	0,1580	0,21	0,6527	1,04	0,3131	2,17	0,1475	1,61	0,2118	1,53	0,2229
Pol pH1	0,54	0,4665	2,83	0,0999	0,95	0,3362	2,50	0,1208	2,16	0,1487	1,16	0,2877
Pol pH3,2	0,97	0,3309	0,54	0,4655	0,71	0,4024	0,30	0,5866	0,00	0,9831	5,28	0,6640
IPT pH1	2,25	0,1410	0,56	0,4571	2,65	0,1106	0,23	0,6367	4,40	0,5720	3,27	0,7440
IPT pH3,2	14,15	0,0005	2,70	0,1074	0,64	0,4283	2,99	0,0910	2,43	0,1265	1,63	0,2089
Tan pH1	3,70	0,0688	1,29	0,2613	12,84	0,0080	0,23	0,6352	0,01	0,9287	15,80	0,0030
Tan pH3,2	4,40	0,0558	0,00	0,9899	3,87	0,6259	3,59	0,0699	0,05	0,8174	0,15	0,6965
EA	0,00	0,9994	1,66	0,2055	0,33	0,5659	0,02	0,8971	2,87	0,0974	2,34	0,1329
MP	0,89	0,3503	2,79	0,1019	0,00	0,9744	0,02	0,8824	5,28	0,8640	0,23	0,6313
PVPP pH1	-	-	-	-	2,97	0,0920	-	-	-	-	0,08	0,7814
PVPP pH3,2	-	-	-	-	3,29	0,0977	-	-	-	-	0,07	0,7868
DMACH pH1	-	-	-	-	0,25	0,6206	-	-	-	-	0,41	0,5242
DMACH pH3,2	-	-	-	-	0,41	0,5271	-	-	-	-	0,22	0,6450
Gelatina pH1	-	-	-	-	0,14	0,7135	-	-	-	-	0,03	0,8683
Gelatina pH3,2	-	-	-	-	0,97	0,3309	-	-	-	-	5,37	0,0527

P-value > 0,05 indica que no existen diferencias significativas.

Se han determinado los parámetros polifenólicos, Intensidad Colorante, concentración de antocianos, extractibilidad de antocianos (EA), concentración de polifenoles totales, Índice de polifenoles totales, concentración de taninos, madurez de las pepitas (MP), tanto totales (extracción a pH 1) como extraíbles (extracción a pH 3,2). Los muestreos fueron realizados los días 8, 15 y 29 de septiembre de 2014, siendo el 29 de septiembre cuando se realizó la vendimia y donde también se determinaron los índices de PVPP, DMACH y Gelatina.

### 3.2.1.1 Evolución de la Intensidad Colorante.

En la tabla 3.18 se observan los valores medios, desviación estándar y ANOVA de la Intensidad Colorante para los tratamientos de riego aplicados a lo largo de la maduración de la uva.

Tabla 3.18. Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la Intensidad Colorante para los tratamientos de riego aplicados a lo largo de la maduración de la uva.

RIEGO	IC pH1			IC pH3,2		
	08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014	08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014
Secano 1-2-3	46,63 ± 3,95 <b>c</b>	64,96 ± 6,18 <b>c</b>	61,79 ± 6,20 <b>c</b>	12,22 ± 1,77 <b>c</b>	13,02 ± 1,81 <b>c</b>	11,63 ± 1,18 <b>c</b>
Deficitario 4-5-6	34,63 ± 3,58 <b>b</b>	42,67 ± 4,84 <b>b</b>	36,68 ± 4,08 <b>b</b>	7,40 ± 1,19 <b>b</b>	9,72 ± 2,22 <b>b</b>	7,51 ± 1,21 <b>b</b>
Óptimo 7	23,73 ± 2,87 <b>a</b>	25,19 ± 2,43 <b>a</b>	21,74 ± 1,53 <b>a</b>	4,89 ± 0,98 <b>a</b>	6,54 ± 1,43 <b>a</b>	6,21 ± 0,71 <b>a</b>
F-ratio	137,49	210,12	263,19	105,62	38,00	140,95
p-value	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas.

P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%.

## 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

Entre los muestreos del día 8 y del día 15 de septiembre existe un aumento en la Intensidad Colorante de las uvas, tanto total como extraíble, en cambio disminuye en el último muestreo, debido a las lluvias los días previos al muestreo. Las parcelas de secano son las que presentan uvas con mayor color, correspondiendo las menos coloreadas a las parcelas que presenta un riego máximo. Esto se correlaciona directamente con el tamaño de la baya, y por tanto con la cantidad de agua presente en la uva y el efecto dilución sobre sus componentes.

### 3.2.1.2 Evolución de la concentración de antocianos.

En la tabla 3.19 podemos observar un comportamiento similar al encontrado para la Intensidad Colorante, ya que la concentración de antocianos aumenta a medida que avanza la maduración, en cambio disminuye en el último muestreo, debido a la lluvia, y las uvas con mayor concentración de antocianos fueron las sometidas a fuerte estrés hídrico, disminuyendo a medida que aumenta la frecuencia de riego, tal como observaron Acevedo *et al.* (2004) con uvas de la variedad Cabernet Sauvignon. Diversos estudios ponen de manifiesto que la menor acumulación de antocianos podría deberse a una disminución de la relación existente en el hollejo y la pulpa, debido al mayor tamaño de grano.

Tabla 3.19. Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de antocianos (mg/L) para los tratamientos de riego empleados.

RIEGO	ANT pH1			ANT pH3,2		
	08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014	08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014
Secano 1-2-3	998,9 ± 140,0 c	1348 ± 159,5 c	1042,0 ± 116,7 c	352,8 ± 42,8 c	485,6 ± 485,6 c	359,0 ± 46,5 c
Deficitario 4-5-6	597,6 ± 83,2 b	852,9 ± 111,4 b	604,7 ± 44,5 b	195,7 ± 32,0 b	349,2 ± 349,2 b	226,5 ± 26,9 b
Óptimo 7	368,4 ± 53,2 a	487,9 ± 43,7 a	393,9 ± 36,7 a	137,8 ± 23,7 a	182,7 ± 59,9 a	166,9 ± 30,2 a
F-ratio	134,57	165,0	276,24	161,06	91,58	116,17
p-value	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas.

P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%.

Este incremento de la concentración de antocianos no sigue la misma pauta, ya que mientras que los antocianos totales sufren un importante incremento, los antocianos extraíbles no lo hacen en la misma proporción, y esto está relacionado con la extractibilidad de estos compuestos. Una medida de la extractibilidad de los antocianos es el porcentaje de extractibilidad celular, que contempla la relación entre el potencial total de antocianos y los antocianos extraíbles (Tabla 3.20).

Tabla 3.20. Extractibilidad de los antocianos en función de la dosis de riego empleada.

RIEGO	Extractibilidad de antocianos (EA)		
	10/09/2014	23/09/2014	30/09/2014
Secano 1-2-3	64,24 ± 5,36 a	62,48 ± 5,11 a	44,31 ± 16,07 a
Deficitario 4-5-6	66,81 ± 6,40 a	59,15 ± 9,48 a	47,65 ± 8,94 a
Óptimo 7	63,78 ± 9,15 a	62,64 ± 10,36 a	47,63 ± 8,68 a
F-ratio	1,21	1,21	0,49
p-value	0,3051	0,3061	0,6167

Letras iguales en la misma columna indican que no existen diferencias significativas.

P-value > 0,05 indica que no existen diferencias significativas.

## 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

Podemos observar que el porcentaje de extractibilidad es bastante elevado al principio, lo que indica que los antocianos de estas uvas no son muy extraíbles, aunque su extractibilidad se incrementó en el último periodo de maduración. No se observan diferencias en la extractibilidad de los antocianos ni en seco ni en función de la dosis de riego.

### 3.2.1.3 Evolución de la concentración de polifenoles.

Podemos observar un comportamiento similar al encontrado para la concentración de antocianos (Tabla 3.21). Tanto el potencial total de polifenoles como el extraíble van aumentando con la madurez y su concentración es más elevada cuanto mayor es el estrés sufrido por las plantas, en cambio en el último muestreo disminuye debido a la lluvia, a pesar de que se retrasó el último muestreo y la vendimia una semana con la intención de que la uva se recuperara y el efecto dilución fuera menos apreciable.

Tabla 3.21. Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de polifenoles para los tratamientos de riego aplicados a lo largo de la maduración (mg/L).

RIEGO	Polifenoles pH1			Polifenoles pH3,2		
	08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014	08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014
Secano 1-2-3	3312 ± 347,8 c	4399 ± 302,0 c	3827 ± 298,2 c	1701 ± 184,6 c	2813 ± 121,5 c	1823 ± 145,0 c
Deficitario 4-5-6	2533 ± 284,6 b	3760 ± 307,5 b	2976 ± 134,6 b	1277 ± 181,4 b	2473 ± 197,6 b	1383 ± 80,06 b
Óptimo 7	2083 ± 263,7 a	3007 ± 160,9 a	2547,4 ± 93,0 a	1052 ± 78,04 a	2066 ± 167,5 a	1261 ± 36,64 a
F-ratio	62,47	76,00	144,14	58,01	67,85	58,62
p-value	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas.

P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%.

El Índice de Polifenoles Totales (IPT) se comporta de forma similar a la concentración de polifenoles totales, ya que es una medida rápida y representativa de éste (Tabla 3.22). Tanto el IPT total como el extraíble se incrementa con la madurez y son significativamente más elevados en las uvas procedentes de seco, tal como observamos en los parámetros anteriores, ya que al tener menor peso, presentan una relación superficie del hollejo/peso de la baya más elevada (Nadal y Lampreave, 2007).

Tabla 3.22. Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Polifenoles Totales para los tratamientos de riego.

RIEGO	IPT pH1			IPT pH3,2		
	08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014	08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014
Secano 1-2-3	43,25 ± 3,00 c	63,73 ± 5,70 c	57,61 ± 5,25 c	34,74 ± 2,71 c	43,13 ± 5,63 c	41,97 ± 3,90 c
Deficitario 4-5-6	33,76 ± 4,68 b	45,16 ± 4,15 b	39,05 ± 2,30 b	29,55 ± 2,91 b	36,14 ± 2,60 b	32,34 ± 4,25 b
Óptimo 7	29,90 ± 4,22 a	37,66 ± 1,41 a	30,59 ± 1,55 a	24,81 ± 1,51 a	31,70 ± 2,23 a	27,77 ± 1,37 a
F-ratio	43,15	139,07	190,17	39,77	29,34	76,56
p-value	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas.

P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%.

### 3.2.1.4 Evolución de la concentración de Taninos.

La concentración total de taninos aumenta con la madurez, ya que se incrementan los taninos de los hollejos, a pesar de que los procedentes de las pepitas disminuyen a medida que la uva madura. La concentración de los taninos, tanto extraíbles como totales, es mayor en seco, y presenta concentraciones decrecientes en función del aumento de la dosis de riego (Tabla 3.23). Al igual que sucedía para los antocianos, y los polifenoles en general, la mayor concentración de taninos tanto totales como extraíbles, puede estar relacionada con la mayor relación hollejo/pulpa de las uvas de seco.

Tabla 3.23. Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de Taninos (mg/L) para los tratamientos de riego aplicados.

RIEGO	Taninos pH1			Taninos pH3,2		
	08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014	08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014
Secano 1-2-3	3183 ± 438,6 c	3478 ± 757,3 c	3103 ± 373,7 c	2286 ± 348,5 b	2628 ± 323,5 b	2415 ± 375,3 b
Deficitario 4-5-6	2106 ± 381,6 b	2692 ± 641,6 b	2589 ± 521,9 b	1602 ± 198,4 a	2150 ± 196,8 a	1901 ± 210,0 a
Óptimo 7	1861 ± 152,8 a	2200 ± 306,3 a	2051 ± 137,6 a	1307 ± 116,9 a	1842 ± 125,4 a	1820 ± 84,8 a
F-ratio	60,54	14,53	20,71	58,62	37,22	24,3
p-value	0,0000	0,0000	0,4812	0,0000	0,0000	0,5205

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas e iguales que no existen diferencias. P-value > 0,05 indica que no existen diferencias significativas.

Como se puede observar el contenido en taninos de las pepitas que se expresa como madurez fenólica de las pepitas (MP) disminuye al incrementarse el nivel de madurez de la uva, siendo el contenido menor en estrés hídrico y mayor con riego óptimo (Tabla 3.24).

Tabla 3.24. Taninos de las pepitas en función de la dosis de riego empleada.

RIEGO	Madurez de las pepitas (MP)		
	10/09/2014	23/09/2014	30/09/2014
Secano 1-2-3	58,88 ± 5,25 a	54,68 ± 6,70 a	54,55 ± 10,94 a
Deficitario 4-5-6	73,01 ± 6,26 b	61,47 ± 6,00 b	66,77 ± 10,96 b
Óptimo 7	70,93 ± 11,33 ab	70,37 ± 11,60 ab	61,27 ± 13,10 ab
F-ratio	27,93	15,02	7,07
p-value	0,0000	0,0000	0,0019

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas. P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%.

### 3.2.1.5 Índices de DMACH, PVPP y gelatina.

La polimerización de los taninos con los antocianos, y con otros taninos, suele incrementarse con la madurez, al mismo tiempo que disminuye la astringencia, ya que los taninos polimerizados son menos reactivos. Ahora bien, en nuestro estudio (Tabla 3.25), ni para el Índice de PVPP ni para el de Gelatina hay diferencias significativas según los tratamientos aplicados, por lo que se puede establecer que las distintas dosis de riego ensayadas no influyeron en el estado de polimerización de los antocianos con los taninos, ni en la astringencia de éstos. En cambio, existen diferencias significativas en el grado de polimerización de los taninos de las uvas, expresados por el Índice de DMACH, correspondiendo las uvas con los taninos más polimerizados a las cultivadas en seco, ya que son las que tienen un menor valor de este índice, y este valor va creciendo conforme aumenta la dosis de riego aplicada; siendo los de riego óptimo los menos polimerizados.

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

Tabla 3.25. Valor medio, desviación y ANOVA del Índice de DMACH, PVPP y gelatina según el riego.

ÍNDICE (%)	pH 1				pH 3,2		
	RIEGO	P-valor	F-ratio	Media, DS, ANOVA	P-valor	F-ratio	Media, DS, ANOVA
DMACH	Secano			39,64 ± 8,14 a			33,31 ± 11,07 a
	Deficitario	29,61	0,0000	51,73 ± 7,00 b	44,03	0,0000	52,69 ± 6,22 b
	Óptimo			60,06 ± 5,18 c			59,10 ± 3,27 c
PVPP	Secano			58,49 ± 6,13 a			32,95 ± 5,63 a
	Deficitario	1,26	0,2912	56,28 ± 7,78 a	2,27	0,1136	29,11 ± 7,52 a
	Óptimo			54,48 ± 5,15 a			33,08 ± 7,30 a
Gelatina	Secano			62,68 ± 6,32 a			51,27 ± 5,66 a
	Deficitario	3,75	0,0599	56,72 ± 8,85 a	1,55	0,2213	48,66 ± 7,48 a
	Óptimo			58,02 ± 8,94 a			47,34 ± 4,97 a

Letras diferentes en la misma columna, para el mismo Índice, indican diferencias significativas.  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%.

El hecho de que las uvas de secano presenten un mayor grado de polimerización de los taninos de sus hollejos, que son los que hemos podido extraer, va a facilitar la estabilización de estos compuestos, y va a dar lugar a vinos con menor astringencia y menos sensibles a la oxidación.

### 3.2.2 Efecto del tipo de poda.

El tratamiento estadístico se ha realizado considerando conjuntamente todas las parcelas que han sido sometidas a poda de raíces (T2 y T5) y a las que no se ha realizado la poda de raíces (T1, T3, T4, T6, y T7) sin considerar si estas parcelas disponen de un riego óptimo, deficitario o en secano, ni si la disposición del viñedo es en espaldera vertical o inclinada. Esta agrupación se ha realizado tras la comprobación previa de que no existen interacciones entre el riego y la poda ni entre el riego y la espaldera (Tabla 3.17).

#### 3.2.2.1 Evolución de la Intensidad Colorante.

En la tabla 3.26 se observan los valores medios, desviación estándar y ANOVA de la Intensidad Colorante para los tratamientos de poda aplicados a lo largo de la maduración de la uva.

Tabla 3.26. Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la Intensidad Colorante total y extraíble (mg/L) para los tratamientos de poda a lo largo de la maduración.

PODA	IC pH1			IC pH3,2		
	08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014	08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014
Sin 1-3-4-6-7	37,7 ± 9,5 a	48,8 ± 16,6 a	44,4 ± 16,7 a	9,1 ± 3,43 a	10,6 ± 3,3 a	9,0 ± 2,54 a
Con 2-5	39,6 ± 7,4 a	52,0 ± 12,1 a	47,7 ± 14,2 a	9,2 ± 2,55 a	10,9 ± 2,4 a	9,2 ± 2,58 a
F-ratio	0,52	0,48	0,49	0,02	0,11	0,08
p-value	0,4748	0,4905	0,4882	0,8962	0,7397	0,7736

Letras iguales en la misma columna indican que no existen diferencias significativas  
P-value > 0,05 indica que no existen diferencias significativas.

## 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

La Intensidad Colorante de las uvas se incrementa a medida que avanza la maduración pero disminuye en el último muestreo debido a las lluvias previas y es significativamente más elevada a pH 1 que a pH 3,2, lo que indica poca extractibilidad del color. Los tratamientos de poda no resultan significativos ni para el color total ni para el extraíble, no pudiendo atribuirse diferencias en el color de las uvas al hecho de haber realizado o no la poda de raíces.

### 3.2.2.2 Evolución de la concentración de antocianos.

Podemos observar en la tabla 3.27 cómo se incrementa la concentración de antocianos totales con la madurez, en cambio disminuye en el último muestreo, no observándose diferencias significativas en función del tipo de poda.

Tabla 3.27. Valores medios, desviación estándar y ANOVA del contenido en antocianos totales y extraíbles (mg/L) en función de la realización o no de poda de raíces.

PODA	ANT pH1			ANT pH3,2		
	08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014	08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014
Sin 1-3-4-6-7	726,4 ± 281 a	983,6 ± 366 a	739 ± 265,5 a	257,2 ± 102 a	374,7 ± 127 a	264,8 ± 84,3 a
Con 2-5	762,9 ± 218 a	1085 ± 262,6 a	820,3 ± 271 a	248,7 ± 77,5 a	406,8 ± 94,6 a	299,6 ± 82,3 a
F-ratio	0,22	1,02	1,07	0,09	0,83	1,97
p-value	0,6443	0,3169	0,3061	0,7659	0,3657	0,1665

Letras iguales en la misma columna indican que no existen diferencias significativas  
P-value > 0,05 indica que no existen diferencias significativas.

Tabla 3.28. Extractibilidad de los antocianos en función de la poda.

PODA	Extractibilidad de antocianos (EA)		
	10/09/2014	23/09/2014	30/09/2014
Sin 1-3-4-6-7	64,38 ± 7,06 a	60,52 ± 8,32 a	45,04 ± 12,28 a
Con 2-5	67,53 ± 3,91 a	62,45 ± 7,46 a	49,16 ± 12,59 a
F-ratio	2,81	0,65	1,27
p-value	0,0997	0,4233	0,2646

Letras iguales en la misma columna indican que no existen diferencias significativas según la poda  
P-value > 0,05 indica que no existen diferencias significativas.

Tanto con las uvas menos madura como con las más maduras el efecto de la variación de la dosis de riego no es evidente, ya que no se observan diferencias significativas en cuanto a la facilidad de extracción de sus antocianos (Tabla 3.28).

### 3.2.2.3 Evolución de la concentración de polifenoles.

La concentración de polifenoles totales y extraíbles se incrementa a medida que la uva va madurando pero disminuye en el último muestreo (Tabla 3.29). Este incremento es más acusado para los polifenoles extraíbles, lo que indica que a medida que la uva madura, incrementa notablemente su extractibilidad, pero no se observan diferencias significativas en función de los distintos tratamientos de poda realizados. En la Tabla 3.30 se representa el Índice de Polifenoles Totales, podemos observar, que al igual que sucedía con la concentración de polifenoles, no se observan diferencias significativas en función del tipo de poda, ni para el IPT total ni para el extraíble.

Estudio del proceso de maduración de la uva Bobal procedente de tratamientos de poda de raíces, variaciones en la inclinación de las espaldas y estrés

Tabla 3.29. Valores medios, desviación estándar y ANOVA del contenido en polifenoles (mg/L) en función de la presencia o ausencia de la poda de raíces.

PODA	Polifenoles pH1			Polifenoles pH3,2		
	08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014	08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014
Sin 1-3-4-6-7	2774 ± 589,4 a	3864 ± 607,5 a	3219 ± 549,8 a	1443 ± 322,8 a	2545 ± 332,3 a	1549 ± 278,5 a
Con 2-5	2874 ± 487,9 a	4082 ± 390,4 a	3432 ± 512,4 a	1385 ± 251,4 a	2600 ± 225,6 a	1568 ± 223,0 a
F-ratio	0,37	1,77	1,78	0,41	0,37	1,78
p-value	0,5481	0,1894	0,1874	0,5261	0,5450	0,1885

Letras iguales en la misma columna indican que no existen diferencias significativas  
P-value > 0,05 indica que no existen diferencias significativas.

Tabla 3.30. Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Polifenoles Totales para los tratamientos de poda.

PODA	IPT pH1			IPT pH3,2		
	08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014	08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014
Sin 1-3-4-6-7	37,0 ± 7,3 a	51,5 ± 12 a	45,0 ± 11 a	31,0 ± 5,2 a	38,6 ± 6,6 a	35,8 ± 6,9 a
Con 2-5	38,0 ± 5,6 a	53,4 ± 9,7 a	47,8 ± 12 a	31,4 ± 2,4 a	38,1 ± 3,9 a	36,0 ± 6,4 a
F-ratio	0,25	0,32	0,71	0,13	0,08	0,01
p-value	0,6159	0,5767	0,4029	0,7243	0,7776	0,9223

Letras iguales en la misma columna indican que no existen diferencias significativas  
P-value > 0,05 indica que no existen diferencias significativas.

### 3.2.2.4 Evolución de la concentración de taninos.

En la tabla 3.31 podemos observar que la concentración de taninos en función de la poda aumenta con la madurez, aunque disminuye en el último muestreo debido a las lluvias previas, ya que se incrementan los taninos de los hollejos, a pesar de que los procedentes de las pepitas disminuyen a medida que la uva madura. En la tabla 3.32 donde se representa la madurez de las pepitas se puede observar el contenido en taninos de las pepitas que se expresa como madurez fenólica de las pepitas (MP) disminuye al incrementarse el nivel de madurez de la uva. No hay diferencias significativas entre los distintos tratamientos de riego empleados para el estudio.

Tabla 3.31. Valores medios, desviación estándar y ANOVA del contenido en taninos (mg/L) en función de la poda.

PODA	Taninos pH1			Taninos pH3,2		
	08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014	08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014
Sin 1-3-4-6-7	2617 ± 721,3 a	3023 ± 761,6 a	2605 ± 556,6 a	1853 ± 522,2 a	2332 ± 422,8 a	2053 ± 333,1 a
Con 2-5	2322 ± 565,1 a	2797 ± 927,2 a	3052 ± 428,6 b	1853 ± 322,0 a	2257 ± 278,0 a	2251 ± 481,4 a
F-ratio	2,14	0,89	8,3	0,00	0,44	3,08
p-value	0,1495	0,3498	0,0057	0,9771	0,5122	0,0847

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas e iguales que no existen diferencias.  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%.

Estudio del proceso de maduración de la uva Bobal procedente de tratamientos de poda de raíces, variaciones en la inclinación de las espaldas y estrés

Tabla 3.32. Taninos de las pepitas en función de la poda aplicada.

PODA	Madurez de las pepitas (MP)		
	10/09/2014	23/09/2014	30/09/2014
Sin 1-3-4-6-7	65,94 ± 9,62 a	60,74 ± 9,29 a	61,85 ± 12,17 a
Con 2-5	68,46 ± 9,38 a	57,56 ± 7,80 a	57,98 ± 13,09 a
F-ratio	0,80	1,45	1,11
p-value	0,3751	0,2331	0,2968

Letras iguales en la misma columna indican que no existen diferencias significativas  
P-value > 0,05 indica que no existen diferencias significativas.

### 3.2.2.5 Índices de DMACH, PVPP y gelatina.

Podemos observar que para el grado de polimerización de los antocianos con los taninos, de los taninos entre sí y de su astringencia, no existen diferencias significativas en función de que las uvas procedan de cepas con o sin poda de raíces (Tabla 3.33).

Tabla 3.33. Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de DMACH, PVPP y gelatina totales y extraíbles en función de la realización o no de la poda de raíces.

ÍNDICE (%)	pH 1				pH 3,2		
	PODA	P-Valor	F-Ratio	Media, DS, ANOVA	P-Valor	F-Ratio	Media, DS, ANOVA
DMACH	Sin	3,95	0,181	49,81 ± 9,74 a	0,76	0,3877	46,29 ± 14,18 a
	Con			42,58 ± 10,69 a			42,80 ± 11,80 a
PVPP	Sin	0,02	0,8823	57,06 ± 5,83 a	1,58	0,2144	30,59 ± 6,85 a
	Con			56,76 ± 9,06 a			33,14 ± 6,85 a
Gelatina	Sin	0,00	0,9595	59,42 ± 9,38 a	0,14	0,39	48,41 ± 6,50 a
	Con			59,86 ± 9,57 a			52,59 ± 5,63 a

Letras iguales en la misma columna para cada parámetro, indican que no existen diferencias significativas.  
P-value > 0,05 indica que no hay diferencias significativas.

### 3.2.3 Efecto de la disposición del viñedo.

El tratamiento estadístico se ha realizado considerando conjuntamente todas las parcelas que han sido sometidas en una disposición en espaldas vertical e inclinada, sin considerar si en estas parcelas se ha realizado o no poda de raíces, ni la dosis de riego suministrada. Esta agrupación se ha realizado tras la comprobación previa de que no existen interacciones entre el riego y la poda ni entre el riego y la espaldas (Tabla 3.17).

#### 3.2.3.1 Evolución de la Intensidad Colorante.

Tal como podemos observar en la tabla 3.34, no existen diferencias significativas en función de la disposición de la espaldas, ni en el color total ni extraíble. Los bajos valores de la Intensidad Colorante extraíble indican una baja extractibilidad del color en ambos tratamientos. La Intensidad Colorante aumenta del primer al segundo muestreo debido a que la uva va madurando pero en el último muestreo disminuye debido a las lluvias ocasionadas que hacen que disminuya la concentración de las sustancias de las bayas, por ello disminuye en el último muestreo así como ocurre en todas las determinaciones de la madurez polifenólica.

## 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

Como se observa del primer al segundo muestreo pasa una semana pero del segundo al tercero pasa dos semanas y eso es debido a que se tuvo que retrasar una semana el último muestreo debido a que la lluvia impidió la recolección de las bayas.

Tabla 3.34. Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la Intensidad Colorante en función de la disposición de la espaldera.

ESPALDERA	IC pH1			IC pH3,2		
	08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014	08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014
Vertical 1-2-5-7	37,4 ± 10 a	49,2 ± 17,9 a	45,3 ± 18,8 a	9,1 ± 3,53 a	10,6 ± 3,3 a	9,2 ± 2,99 a
Inclinada 3-4-6	39,3 ± 6,8 a	50,5 ± 11,6 a	45,3 ± 11,5 a	9,2 ± 2,72 a	10,8 ± 2,6 a	8,9 ± 1,83 a
F-ratio	1,24	0,41	0,86	0,59	1,18	0,23
p-value	0,2710	0,3452	0,3565	0,4467	0,2814	0,6327

Letras iguales en la misma columna indican que no existen diferencias significativas.  
P-value > 0,05 indica que no existen diferencias significativas.

### 3.2.3.2 Evolución de la concentración de antocianos.

Podemos apreciar en la tabla 3.35 que los valores de concentración de antocianos son muy parecidos tanto en espaldera vertical como en espaldera inclinada, por lo que los valores no son significativos con respecto a la disposición de la espaldera, ya que encontramos una gran dispersión de valores entre las distintas parcelas sometidas al mismo tratamiento, tal como sucedía para la Intensidad Colorante.

En la tabla 3.36 se observa que la extractibilidad no aumenta con la madurez y que la disposición de la espaldera no afecta significativamente a la extractibilidad de los antocianos. En el último muestreo sí que se observa una diferencia significativa entre la disposición de espalderas.

Tabla 3.35. Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de antocianos (mg/L) en función de la disposición de la espaldera.

ESPALDERA	ANT pH1			ANT pH3,2		
	08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014	08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014
Vertical 1-2-5-7	736,9 ± 298 a	1016,0 ± 393 a	772 ± 315,8 a	252,5 ± 103 a	372,5 ± 139 a	283,9 ± 97,9 a
Inclinada 3-4-6	736,8 ± 216 a	1008 ± 262,8 a	748,1 ± 190 a	257,7 ± 84,2 a	399,0 ± 85,1 a	262,6 ± 62,3 a
F-ratio	0,42	0,46	0,57	1,13	3,39	0,01
p-value	0,5175	0,5028	0,4552	0,2919	0,0710	0,9177

Letras iguales en la misma columna indican que no existen diferencias significativas.  
P-value > 0,05 indica que no existen diferencias significativas.

Tabla 3.36. Extractibilidad de los antocianos (mg/L) en función de la orientación de la espaldera.

ESPALDERA	Extractibilidad de antocianos (EA)		
	10/09/2014	23/09/2014	30/09/2014
Vertical 1-2-5-7	65,70 ± 6,09 a	63,00 ± 7,58 a	50,35 ± 12,29 b
Inclinada 3-4-6	64,72 ± 6,99 a	58,50 ± 8,12 a	40,71 ± 10,42 a
F-ratio	0,93	7,14	17,13
p-value	0,3399	0,1000	0,0011

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas.  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%.

### 3.2.3.3 Evolución de la concentración de polifenoles.

En el caso de la concentración de polifenoles, los elevados valores de la desviación estándar observados entre las distintas parcelas han ocasionado que no existan diferencias significativas entre la distinta disposición de la espaldera (Tabla 3.37). La concentración de polifenoles se incrementa a medida que la uva va madurando, disminuyendo en el muestro final. Es más acusado para los polifenoles extraíbles, lo que indica que a medida que la uva madura, incrementa notablemente su extractibilidad. En la Tabla 3.38 donde se representa el Índice de Polifenoles Totales, podemos observar, que al igual que sucedía con la concentración de polifenoles, no se observan diferencias significativas en función del tipo de poda, ni para el IPT total ni para el extraíble.

Tabla 3.37. Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de polifenoles (mg/L) en función del tipo de espaldera.

ESPALDERA	Polifenoles pH1			Polifenoles pH3,2		
	08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014	08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014
Vertical 1-2-5-7	2794 ± 602,8 a	3919 ± 658,6 a	3318 ± 627,1 a	1407 ± 333,8 a	2530 ± 341,6 a	1544 ± 256,0 a
Inclinada 3-4-6	2813 ± 509,2a	3936 ± 405,2 a	3229 ± 414,0 a	1452 ± 260,9a	2602 ± 248,1 a	1567 ± 274,6 a
F-ratio	0,46	0,24	0,3	1,33	3,04	3,12
p-value	0,5006	0,6264	0,5837	0,2546	0,0877	0,0829

Letras iguales en la misma columna indican que no existen diferencias significativas.  
P-value > 0,05 indica que no existen diferencias significativas.

Tabla 3.38. Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de Polifenoles Totales para los tratamientos de disposición de espaldera.

ESPALDERA	IPT pH1			IPT pH3,2		
	08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014	08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014
Vertical 1-2-5-7	37,0 ± 6,4 a	52,0 ± 12 a	46,3 ± 13a	30,6 ± 4,0a	37,8 ± 5,2 a	35,2 ± 7,1a
Inclinada 3-4-6	37,6 ± 7,5 a	52,1 ± 11a	45,2 ± 8,2a	31,9 ± 5,2a	39,5 ± 6,8 a	36,6 ± 6,3 a
F-ratio	7,28	0,94	0,68	3,28	5,27	2,01
p-value	0,1930	0,3361	0,4126	0,2540	0,0566	0,0494

Letras iguales en la misma columna indican que no existen diferencias significativas.  
P-value > 0,05 indica que no existen diferencias significativas.

### 3.2.3.4 Evolución de la concentración de taninos.

Tabla 3.39. Valores medios, desviación estándar y ANOVA de la concentración de Taninos (mg/L) en función de la disposición de la espaldera.

ESPALDERA	Taninos pH1			Taninos pH3,2		
	08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014	08/09/2014	15/09/2014	29/09/2014
Vertical 1-2-5-7	2455 ± 674,4 a	2824 ± 907,6 a	2815 ± 549,8 a	1813 ± 429,6 a	2248 ± 399,0 a	2121 ± 411,9 a
Inclinada 3-4-6	2636 ± 707,8 a	3137 ± 633,3 a	2624 ± 561,5 a	1905 ± 525,5 a	2394 ± 359,4 a	2095 ± 360,1 a
F-ratio	3,01	1,65	0,89	2,38	5,79	0,84
p-value	0,2760	0,2054	0,3497	0,2070	0,1950	0,3638

Letras iguales en la misma columna indican que no existen diferencias significativas.  
P-value > 0,05 indica que no existen diferencias significativas.

## Estudio del proceso de maduración de la uva Bobal procedente de tratamientos de poda de raíces, variaciones en la inclinación de las espaldas y estrés

No se observan diferencias significativas en el contenido en taninos en las uvas procedentes de espaldas vertical e inclinada (Tabla 3.39).

Y como se puede observar en la tabla 3.40, el contenido en taninos de las pepitas que se expresa como madurez fenólica de las pepitas (MP) disminuye al incrementarse el nivel de madurez de la uva, aunque en el último muestreo con espaldas inclinadas aumenta. Tampoco se observan diferencias significativas en el grado de madurez de las pepitas entre la espaldas vertical y la espaldas inclinadas.

Tabla 3.40. Taninos de las pepitas en función de la poda aplicada.

ESPALDERA	Madurez de las pepitas (MP)		
	10/09/2014	23/09/2014	30/09/2014
Vertical 1-2-5-7	65,72 ± 10,82 a	59,85 ± 10,39 a	56,52 ± 12,18 a
Inclinada 3-4-6	67,91 ± 7,54 a	59,81 ± 6,75 a	66,38 ± 10,60 a
F-ratio	0,86	0,40	2,11
p-value	0,3570	0,5306	0,0839

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas e iguales que no existen diferencias.  
P-value < 0,05: diferencias significativas al 95%; P-value < 0,01: diferencias significativas al 99%.

### 3.2.3.5 Índice de DMACH, PVPP y gelatina.

La tabla 3.41 muestra los valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de DMACH, PVPP y Gelatina en función de la disposición de la espaldas.

Tabla 3.41. Valores medios, desviación estándar y ANOVA del Índice de DMACH, PVPP y Gelatina en función de la disposición de la espaldas.

ÍNDICE (%)	pH 1				pH 3,2		
	ESPALDERA	P-Valor	F-Ratio	Media, DS, ANOVA	P-Valor	F-Ratio	Media, DS, ANOVA
DMACH	Vertical	1,81	0,1846	46,16 ± 11,78 a	1,43	0,2372	45,34 ± 12,05 a
	Inclinado			49,86 ± 8,13 a			45,24 ± 15,55 a
PVPP	Vertical	0,24	0,6247	56,35 ± 7,38 a	3,15	0,0815	32,43 ± 6,42 a
	Inclinado			57,80 ± 6,04 a			29,84 ± 7,34 a
Gelatina	Vertical	0,17	0,6818	59,60 ± 8,23 a	0,62	0,4360	50,02 ± 6,57 a
	Inclinado			59,11 ± 12,01 a			48,51 ± 6,41 a

Letras iguales en la misma columna para un mismo parámetro, indican que no existen diferencias significativas  
P-value > 0,05 indica que no existen diferencias significativas.

En la determinación del grado de polimerización de los taninos con los antocianos y con otros taninos, así como en la valoración de la astringencia de las uvas, no se han apreciado diferencias significativas en función de que la conducción del viñedo sea en espaldas vertical o en espaldas inclinadas, ni a pH 1 ni a pH 3,2. Se observa un comportamiento similar cuando la extracción de los taninos se realiza a distinto pH, a pesar de que la extracción es muy superior a pH 1, tal como apreciamos en la concentración de taninos totales y extraíbles. Por lo tanto, no tener diferencias significativas en la determinación de este parámetro puede deberse a la gran variabilidad de datos debido a que los tratamientos se han realizado en parcelas con características diferentes.

### 3.3 Efecto de los distintos tratamientos en los parámetros agronómicos medidos en la vendimia.

Se han estudiado en vendimia los valores de los parámetros agronómicos nº de racimos por cepa, rendimiento (Kg uva/cepa) y peso de los racimo (g), para los distintos tratamientos.

#### 3.3.1 Efecto del riego.

##### 3.3.1.1 Evolución del rendimiento, el número de racimos y el peso del racimo.

En la Tabla 3.42 se puede observar como el riego afecta a los parámetros agronómicos medidos en vendimia. En seco se encuentran los valores inferiores, en cambio, al aplicar el riego estos valores se incrementan siendo significativamente superiores con el riego óptimo, tal como era de esperar y como han observado otros autores (Baeza *et al.*, 2007).

Tabla 3.42. Valores medios, desviación estándar y ANOVA del nº de racimos, peso de la cepa y peso del racimo para los tratamientos de riego aplicados.

Muestra	RIEGO	29/09/2014		
		Nº de racimos/cepa	Rendimiento (Kg uva/cepa)	Peso racimo (g)
T1+T2+T3	Secano	4,440 ± 1,343 a	0,800 ± 0,355 a	145,44 ± 36,74 a
T4+T5+T6	Deficitario	6,501 ± 0,992 b	2,583 ± 0,642 b	365,76 ± 54,77 b
T7	Óptimo	8,283 ± 2,299 c	4,516 ± 1,449 c	468,36 ± 59,62 c
	F-ratio	36,74	153,14	253,06
	p-value	0,0000	0,0000	0,0000

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas.

P-value <0,05: diferencias significativas al 95%; P-value <0,01: diferencias significativas al 99%

#### 3.3.2 Efecto de la poda.

##### 3.3.2.1 Evolución del rendimiento, el número de racimos y el peso del racimo.

En la tabla 3.43 podemos apreciar que no hay diferencias en función de la poda en el número de racimos por cepa, pero si en el peso del racimo, y por tanto en el rendimiento. No realizar poda incrementa el peso del racimo y por tanto el rendimiento. En cambio, no afecta al tamaño de la uva, tal como pudimos apreciar en la tabla 3.7.

Tabla 3.43. Valores medios, desviación estándar y ANOVA del nº de racimos, peso de la cepa y peso del racimo en función de la poda.

Muestra	PODA	29/09/2014		
		Nº de racimos/cepa	Rendimiento (Kg uva/cepa)	Peso racimo (g)
T1+T3+T4+T6+T7	Sin	5,989 ± 2,039 a	2,196 ± 1,516 b	301,14 ± 137,9 b
T2+T5	Con	5,584 ± 1,651 a	1,691 ± 1,070 a	248,14 ± 134,8 a
	F-ratio	0,60	5,15	8,07
	p-value	0,4377	0,0236	0,0047

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas.

P-value > 0,05 indica que no existen diferencias significativas.

#### 3.3.3 Efecto de la espaldera.

##### 3.3.3.1 Evolución del rendimiento, el número de racimos y el peso del racimo.

La tabla 3.44 muestra que la disposición de la espaldera no da lugar a diferencias significativas en los parámetros relacionados con el rendimiento.

## Estudio del proceso de maduración de la uva Bobal procedente de tratamientos de poda de raíces, variaciones en la inclinación de las espaldas y estrés

Tabla 3.44. Valores medios, desviación estándar y ANOVA del nº de racimos, peso de la cepa y peso del racimo en función de la espaldera.

		29/09/2014		
Muestra	ESPALDERA	Nº de racimos/cepa	Rendimiento (Kg uva/cepa)	Peso racimo (g)
T1+T2+T5+T7	Vertical	5,925 ± 2,170 a	2,096 ± 1,646 a	280,14 ± 153,0 a
T3+T4+T6	Inclinada	5,805 ± 1,604 a	1,994 ± 1,065 a	293,80 ± 117,7 a
	F-ratio	0,01	0,11	3,59
	p-value	0,9305	0,744	0,0586

Letras iguales en la misma columna indican que no existen diferencias significativas.  
P-value > 0,05 indica que no existen diferencias significativas.

## 4. CONCLUSIONES

### 1. Efecto del riego.

- A lo largo de la maduración de la uva, las cepas cultivadas en secano son las que poseen un tamaño menor de baya, un menor pH y una menor concentración de ácido málico, correspondiendo a las uvas sometidas a riego óptimo los mayores valores. La concentración de ácido tartárico es superior en secano, reduciéndose a medida que se incrementa el aporte de agua. La acumulación de azúcares en la baya es superior en secano e inferior con riego óptimo, y va aumentando en los primeros muestreos, pero sufre una disminución en la vendimia debido a las lluvias que tienen lugar en este período.
- La Intensidad Colorante y la concentración de antocianos, polifenoles y taninos es superior en las uvas de las parcelas de secano y menor en los tratamientos con riego óptimo. En cambio, no hay diferencias en la extractibilidad de antocianos, en el porcentaje de antocianos combinados con taninos, ni en la astringencia de los taninos. El grado de polimerización de los taninos es superior en las uvas cultivadas en riego óptimo, y va descendiendo a medida que disminuye la dosis de riego aplicada. En el momento de la vendimia se observa una disminución de estos parámetros, debido al efecto dilución ocasionado por la lluvia, a excepción de la extractibilidad de los antocianos, que se va incrementando paulatinamente a lo largo de la madurez.
- La aplicación de riego en el viñedo de Bobal ha permitido incrementar el rendimiento al incrementar el tamaño de las bayas, el número de racimos y el peso del racimo, así como disminuir la concentración alcohólica de los vinos, pero dio lugar a uvas menos coloreadas y con menor concentración polifenólica.
- El período de lluvia previo a la vendimia ocasiono una reducción de la concentración de azúcares y polifenoles en las uvas, a diferencia de los resultados encontrados en un estudio anterior (Escartí, 2014), en el que se observó un incremento de estos parámetros a lo largo de toda la maduración.

### 2. Efecto de la poda de raíces.

- No se observa efecto de la poda de raíces en la madurez tecnológica y polifenólica de las uvas. En cambio, hay mayor rendimiento y peso de racimo en las parcelas sin poda de raíces.

### 3. Efecto de la inclinación de la espaldera.

- No se observa efecto de la inclinación de la espaldera en la madurez tecnológica y polifenólica de las uvas, ni tampoco en el rendimiento, número de racimos por cepa y peso medio del racimo.

En resumen, en la añada estudiada, el riego moderado podría ser una alternativa eficiente al secano, ya que incrementa el rendimiento, disminuye el grado alcohólico de los vinos, y da lugar a uvas con suficiente color y carga polifenólica para elaborar vinos de calidad. Para años más cálidos, disminuir el estrés hídrico de las plantas incluso podría resultar más efectivo y evidente.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

---

- Abarca, J.A. (2014). *Producción y calidad de la uva de mesa en la variedad Queen con solo dos riegos(marzo-mayo) con cuatro portainjertos y tres densidades de plantación en san pedro, Coahuila*. Tesis. Universidad Autónoma agraria Antonio Narro. México. 62 pp.
- Acevedo, C.; Ortega-Farias, S.; Moreno, Y. and Cordova, F. (2004). Effects of different levels of water application in pre- and post-veraison on must composition and wine color (cv. Cabernet Sauvignon). *Acta Hortic.* 664: 483-489.
- Andrades, M. y González, M. (1995). Influencia climática en la maduración de la uva: estudio de cultivares de La Rioja y de Madrid. *Zubía Monográfico*, 7: 79-102. Logroño.
- Blouin, J. y Guimberteau, G. (2004). *Maduración y Madurez de la uva*. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. 151 pp.
- Clemente, J.; González, F. y Tena, A. (1999). *Cultivo de la Vid en Espaldera*. 3ª Ed. Publicaciones Secretaría General Técnica. Santa Cruz de Tenerife. Cuadernos de Divulgación, Gobierno de Canarias. 21 pp.
- Denominación de Origen Utiel-Requena (2015). Tierra Utiel-Requena. Uva Bobal. Consejo Regulador. Visto el 08 de Mayo de 2015. <http://utielrequena.org/>
- Determinación de los antocianos totales (ATOT) y de los polifenoles totales (PTOT). Calibración Polifenoles Totales. Calibración Antocianos Totales.
- DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE REQUENA. (2007). *Diagnóstico global*, Tomo V. Instituto Nacional de Meteorología. 232 pp.
- Ecured (2015). Uva Bobal. Visto el 08 de Mayo de 2015. [www.ecured.cu/index.php/Uva\\_Bobal](http://www.ecured.cu/index.php/Uva_Bobal).
- Escartí, A.; Álvarez, I. y Lizama, V. (2014). *Influencia de la poda de raíces y el déficit hídrico en la composición polifenólica de uva de la variedad bobal*. Trabajo final de carrera. Universidad Politécnica de Valencia
- Ferreres, e., Evans, r.g. (2006). Irrigation of fruit trees and vines: an introduction. *Irrig Sci*, 24: 55–57.
- Geisler, D. y Ferre D. (1984). Response of plants to root pruning, Department of Horticulture, The Ohio State University, Wooster, Ohio 44691.
- Gil, G. y Pszczółkowski, F. (2007). VITICULTURA, Fundamentos para optimizar producción y calidad. Ed.: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Hidalgo, J. (2006). *La calidad del vino desde el viñedo*. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. 389 pp.
- Hidalgo, L. y Hidalgo, J. (2011). *Tratado de Viticultura Tomo I y II*. 4ª Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 2043 pp.
- Hochberg, U.; Degu, A.; R. Cramer, G.; Rachmilevitch, S. and Fait, A. (2015). Cultivar specific metabolic changes in grapevines berry skins in relation to deficit irrigation and hydraulic behavior. *Plant Physiology and Biochemistry*, 88: 42-52.
- Inocente, S. y Lizama V. (2013). Efecto de tres niveles de riego, orientación de la viña y poda de raíces sobre la composición de los hollejos de la uva variedad bobal. *Trabajo académico*. Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo. Universidad Politécnica de Valencia. 20 pp.
- Intrigliolo, D.; Bonet, L.; Ruiz, A.; Lizama, V.; Álvarez, I.; García, M.; Jiménez, J.; Martínez, A. y Lakso, A. (2012). Balances de agua y carbono en la vid: Influencia del material vegetal, de las condiciones edafoclimáticas y de las técnicas de cultivo. *Proyecto Coordinado*.
- Intrigliolo, D. y Castel, J.R. *Gestión del riego de la viña para la obtención de uva de calidad*. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Moncada, Valencia.

## 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

- Junquera, P.; Sánchez de miguel, P.; Linares, R.; De la fuente, M.; y Baeza, P. (2007). Respuesta agronómica del viñedo a diferentes disponibilidades hídricas. Estudio de la influencia de la dosis y el reparto del riego en el tiempo. *Boletín Agrario de la Comunidad de Madrid*.
- La Cepa Vieja (2007). Variedad de Uva "Bobal". Visto el 08 de Mayo de 2015. <http://www.lacepavieja.es/blog/2007/05/variedad-de-uva-bobal.html>
- Lakso, A. and Intrigliolo, D. (2011). Effects of light interception and canopy orientation on grapevine water status and canopy gas exchange. *NYA. Acta Hort*, 889, ISHS 2011.
- Martínez de Toda, F. (2008). *Claves de la Viticultura de calidad*. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. 214 pp.
- Medrano, H.; Pou, A.; Tomás, M.; Martorell, S.; Gulias, J.; Flexas, J. y M.Escalona, J. (2012). Average daily light interception determines leaf water use efficiency among different canopy locations in grapevine. *Agricultural Water Management*, 114: 4-10.
- Métodos de determinación de la madurez polifenólica. Determinación de la madurez de hollejos y pepitas por el método de GLORIES modificado por SAINT-CRIQ DE GAULEJAC. Potencial total de antocianos. Potencial total de Intensidad Colorante.
- Nadal, M. y Lampreave, M. (2007). Experiencias de riego en la DO Montsant. 233-256. Editores científicos: P. Baeza, J.R. Lissarrague, P. Sánchez de Miguel. *Fundamentos, Aplicación y Consecuencias del Riego en la Vid*. Ed. Agrícola Española S.A. Madrid.
- OBSERVATORIO ESPAÑOL DEL MERCADO DEL VINO. (2014). *El vino en Cifras*. ICEX, España exportación e inversiones, Vinos de España. Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). 11 pp.
- Ojeda H.; Andary C.; Kraeva E.; Carbonneau A.; Deloire A. (2002). Influence of pre- and postveraison water deficit on synthesis and concentration of skin phenolic compounds during berry growth of *Vitis vinifera* cv. Shiraz. *Am. J. Enol. Vitic.* 53: 261-267.
- Richard, R.A.; Pereira, L.S.; Raes, D. y Smith, M. (2006). Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO riego y drenaje. 298 pp.
- Risco, D. (2012). *Riego deficitario controlado y deshojado temprano en la vid (Vitis vinifera L.) var. Tempranillo en Utiel-Requena. Efectos sobre la respuesta agronómica y la calidad de la uva*. Tesis. Universidad Politécnica de Valencia. 87 pp.
- Romero, P.; Gil, R.; M. del Amor, F.; Valdés, E.; Fernández, J. y Martínez, A. (2013). Regulated Deficit Irrigation based upon optimum water status improves phenolic composition in Monastrell grapes and wines. *Agricultural Water Management*, 121: 85-101.
- Sellés, g.; Ferreyra, E. y Maldonado, B. (2002). Cámara de presión. Instrumento para controlar el riego midiendo el estado hídrico de la planta. *ACONEX* 75: 5-9.
- Xie, Z.S.; Li, B.; Forney, C. F.; Xua, W. P. and Wanga S.P. (2009). Changes in sugar content and relative enzyme activity in grape berry in response to root restriction. *Scientia Horticulturae*, 123: 39-45.
- Zhang, Q.; Wang, S.; Li, L.; Inoue, M.; Xiang, J.; Qiu, G. and Jin, W. (2014). Effects of mulching and sub-surface irrigation on vine growth, berry sugar content and water use of grapevines. *Agricultural Water Management*, 143: 1-8.

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.

## **6. Anexos**

## ANEXO 6.1. GRAFICOS COMPARATIVOS DETERMINACIONES 2014

### EFFECTO DEL RIEGO.

#### EVOLUCIÓN DEL PESO DE LAS BAYAS.

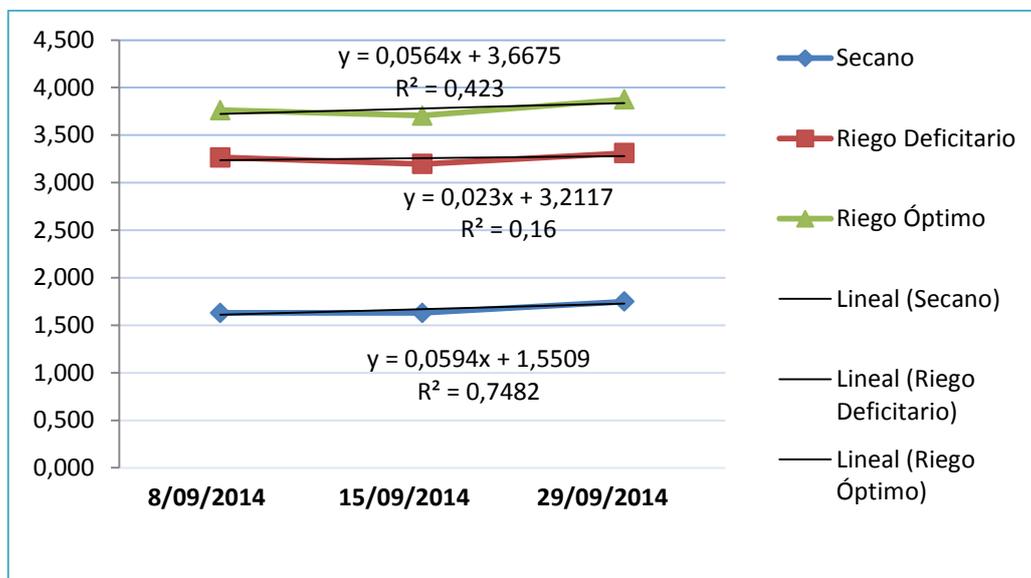


Figura 6.1. Representación gráfica del peso de la uva en función del tipo de riego.

### EFFECTO DEL RIEGO.

#### EVOLUCIÓN DEL GRADO BRUX.

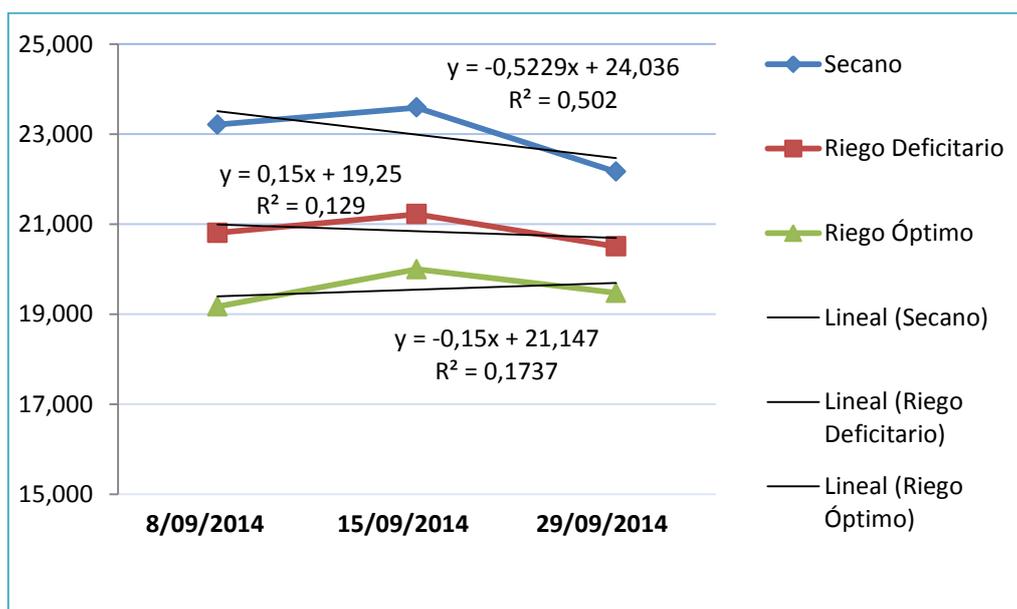


Figura 6.2. Representación gráfica del grado Brix de la uva en función del tipo de riego.

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.

## EFFECTO DEL RIEGO.

### EVOLUCIÓN DEL PH.

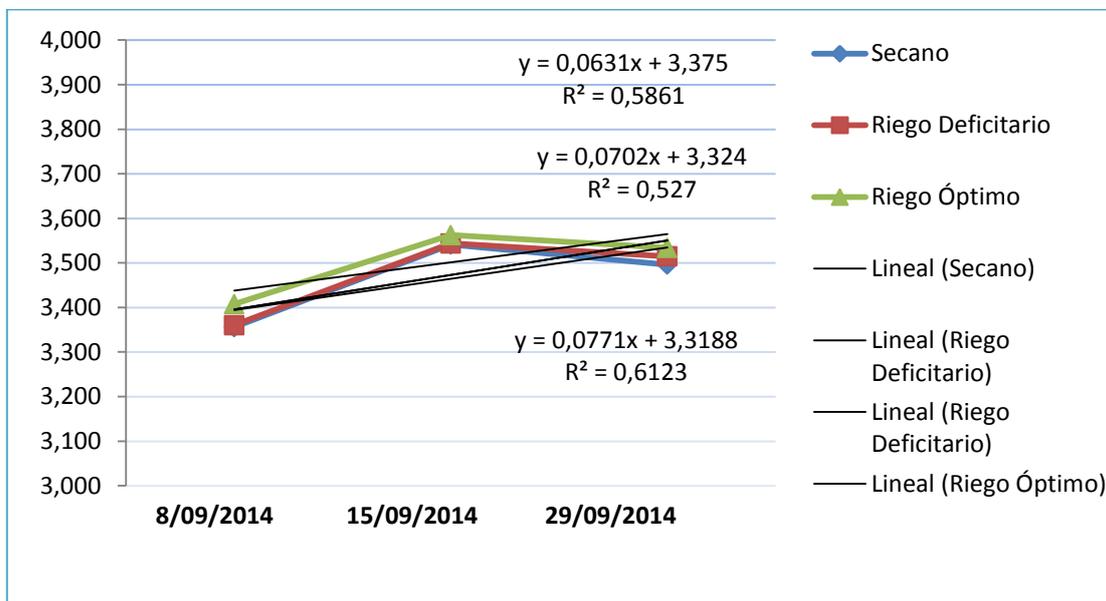


Figura 6.3. Representación gráfica del pH de la uva en función del tipo de riego.

## EFFECTO DEL RIEGO.

### EVOLUCIÓN DE LA ACIDEZ TOTAL.

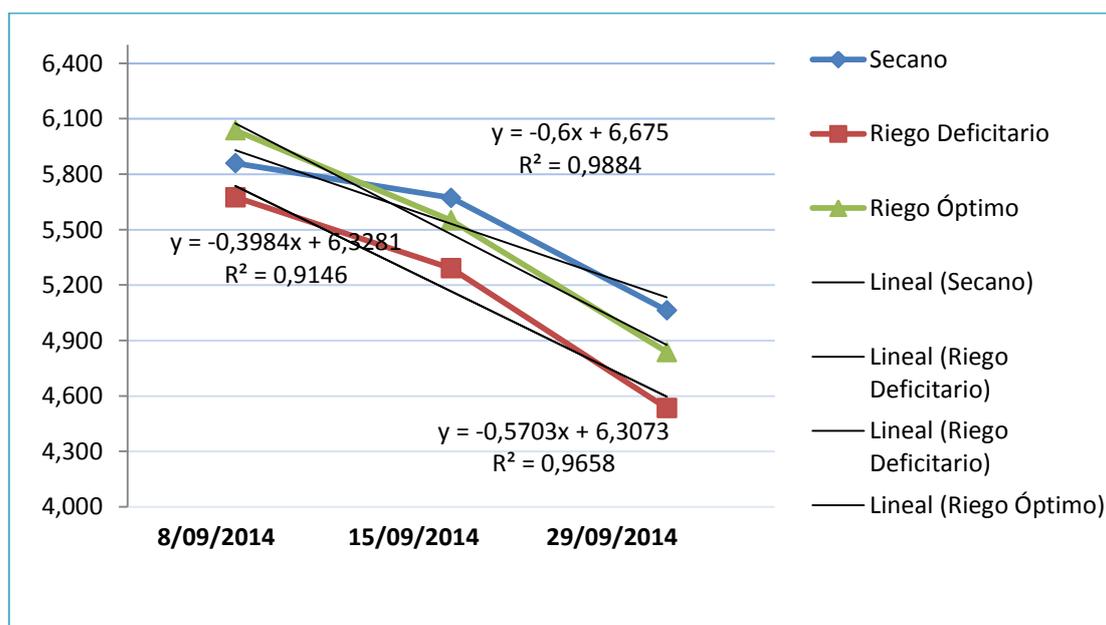


Figura 6.4. Representación gráfica de la acidez total de la uva en función del tipo de riego.

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.

### EFFECTO DEL RIEGO.

#### EVOLUCIÓN DEL ÁCIDO TARTÁRICO Y DEL ÁCIDO MÁLICO.

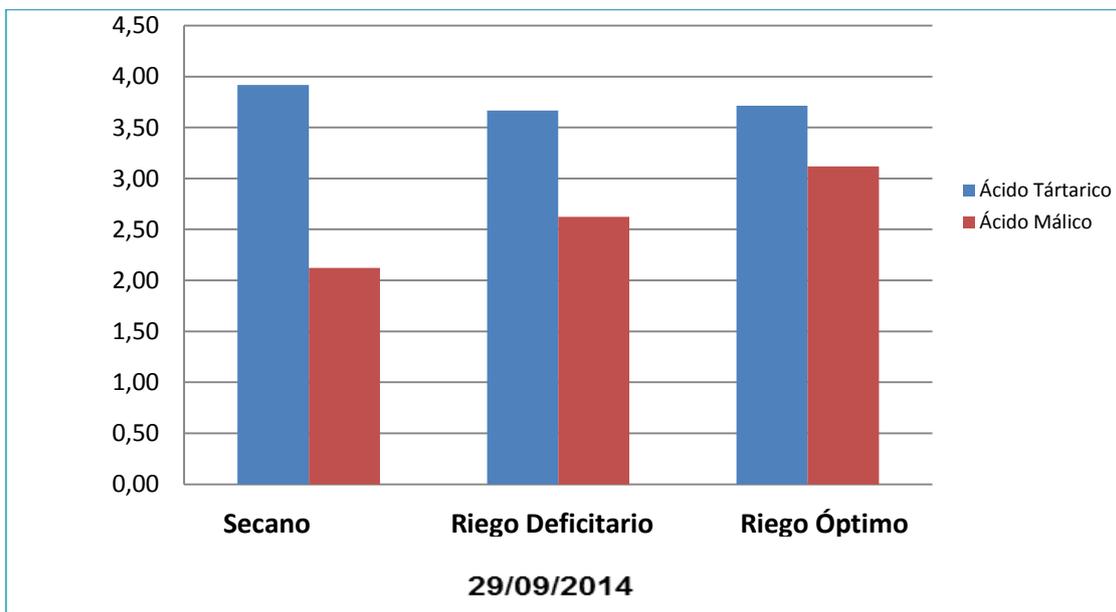


Figura 6.5. Representación gráfica de la concentración de ácido tartárico y málico de la uva en función del tipo de riego.

### EFFECTO DE LA PODA DE RAÍCES.

#### EVOLUCIÓN DEL PESO DE LAS BAYAS.

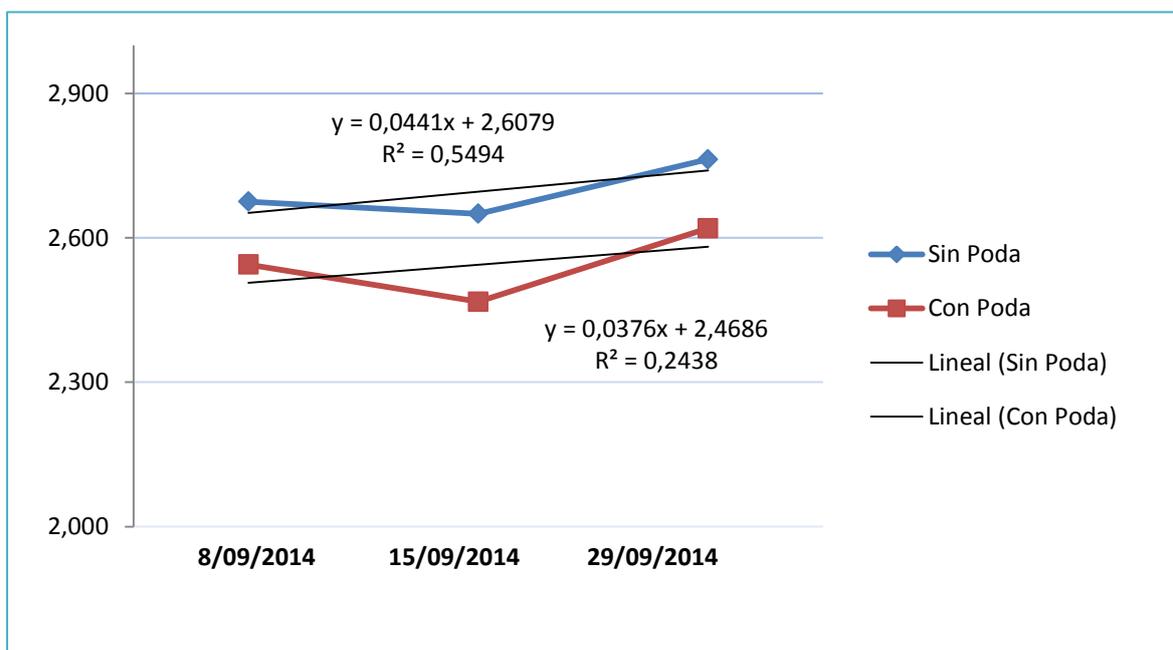


Figura 6.6. Representación gráfica del peso de la baya en los tratamientos de poda.

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.

### EFFECTO DE LA PODA DE RAÍCES.

#### EVOLUCIÓN DEL GRADO BRIX.

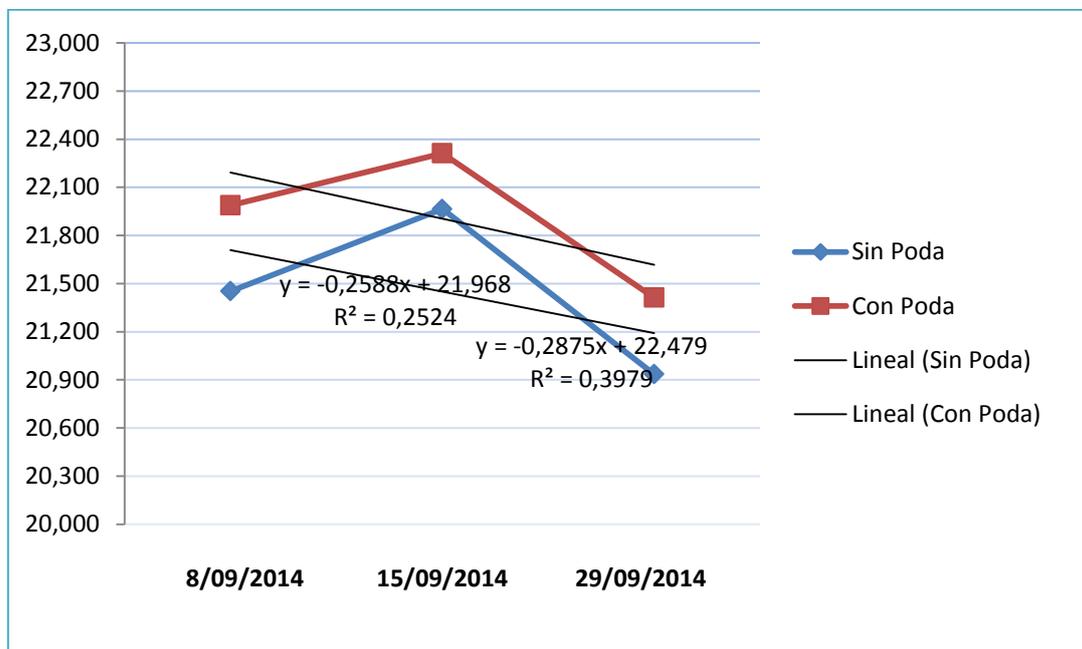


Figura 6.7. Representación gráfica del ° Brix en los tratamientos de poda.

### EFFECTO DE LA PODA DE RAÍCES.

#### EVOLUCIÓN DEL PH.

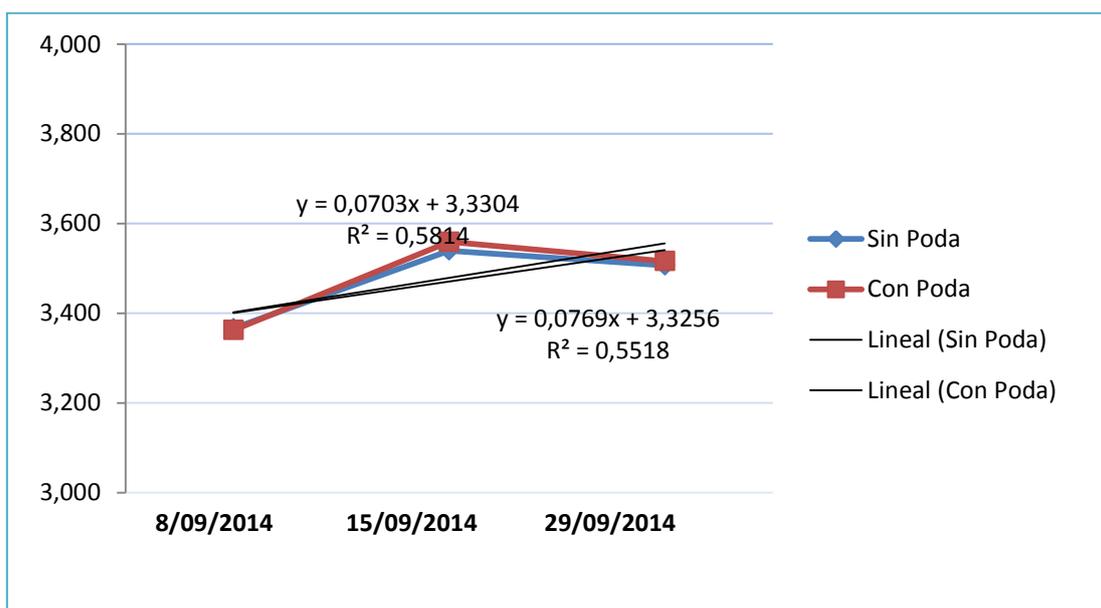


Figura 6.8. Representación gráfica del pH en los tratamientos de poda.

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.

### EFFECTO DE LA PODA DE RAÍCES.

#### EVOLUCIÓN DE LA ACIDEZ TOTAL.

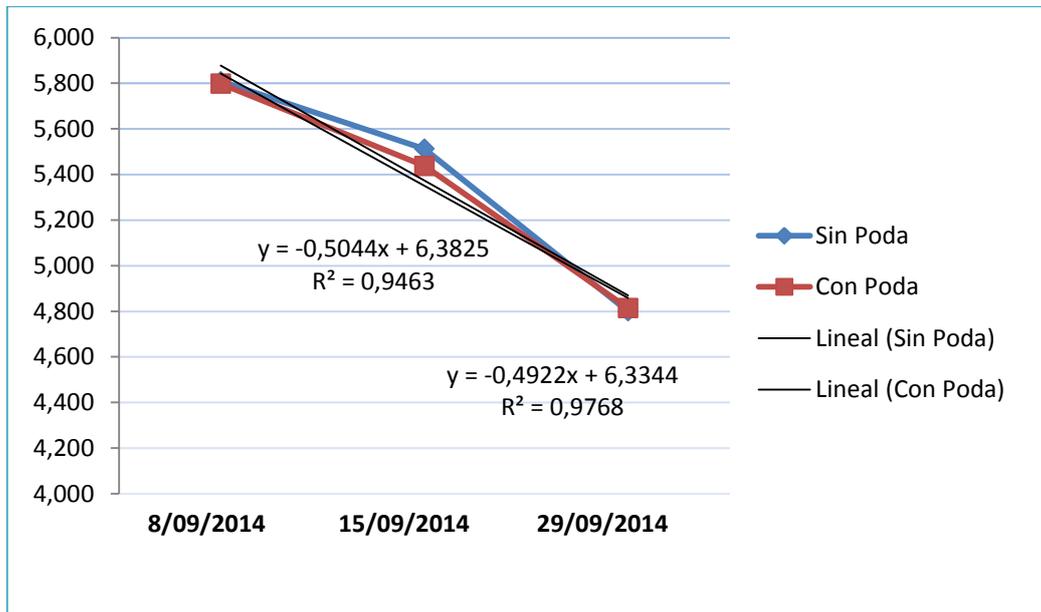


Figura 6.9.- Representación gráfica de la acidez total en los tratamientos de poda.

### EFFECTO DE LA PODA DE RAÍCES.

#### EVOLUCIÓN DEL ÁCIDO TARTÁRICO Y DEL ÁCIDO MÁLICO.

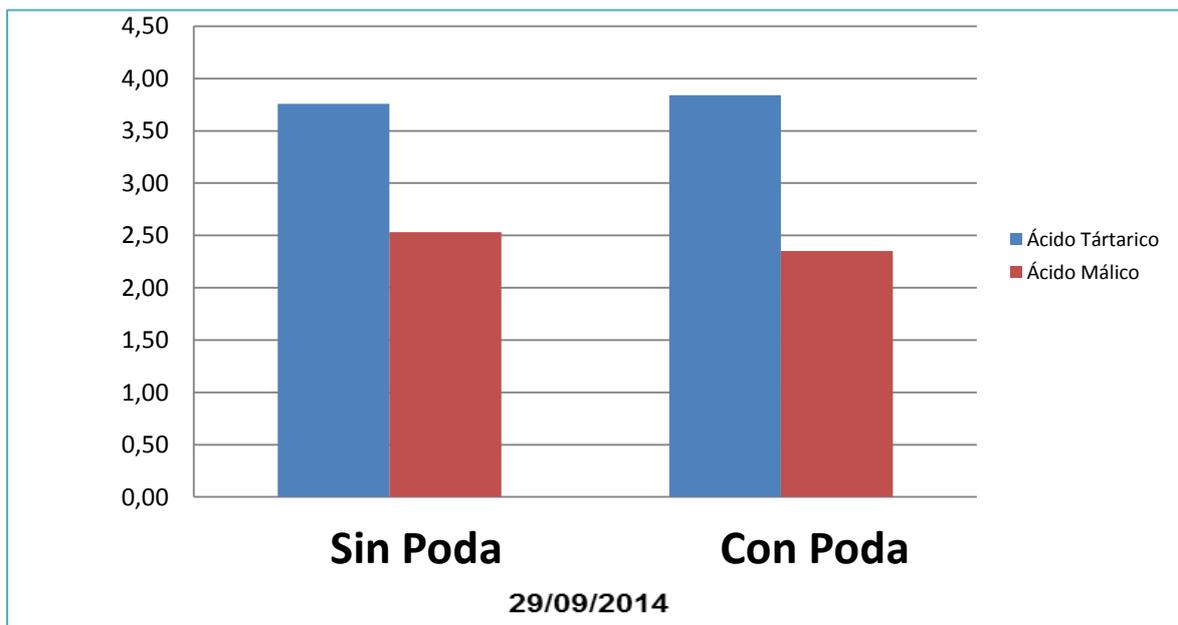


Figura 6.10. Representación gráfica de la concentración de ácido tartárico y málico en los tratamientos de poda.

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.

## EFFECTO DE LA DISPOSICIÓN DE LA ESPALDERA.

### EVOLUCIÓN DEL PESO DE LA BAYA.

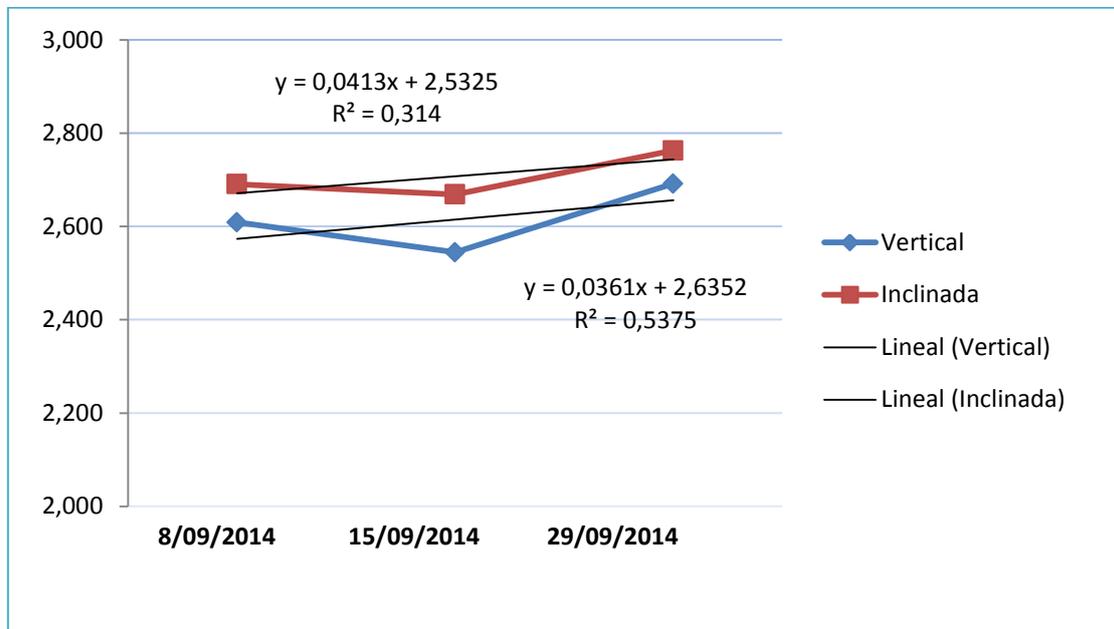


Figura 6.11. Representación gráfica del peso de la baya en función del tipo de conducción.

## EFFECTO DE LA DISPOSICIÓN DE LA ESPALDERA.

### EVOLUCIÓN DEL GRADO BRUX.

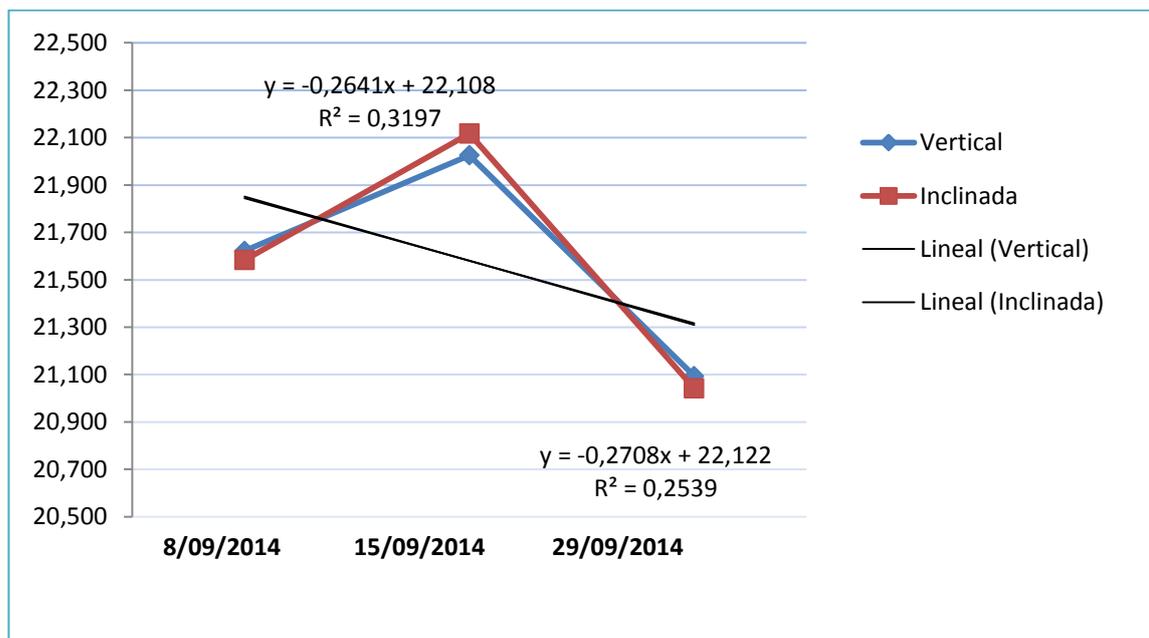


Figura 6.12. Representación gráfica del grado Brix en función del tipo de conducción.

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.

## EFFECTO DE LA DISPOSICIÓN DE LA ESPALDERA.

### EVOLUCIÓN DEL PH.

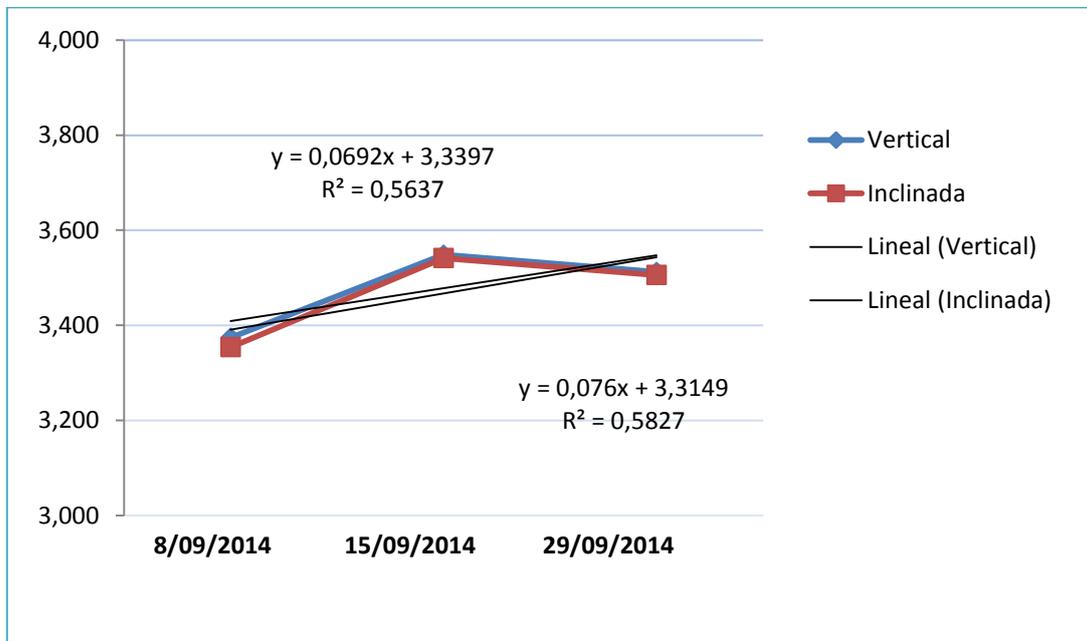


Figura 6.13. Representación gráfica del pH en función del tipo de conducción.

## EFFECTO DE LA DISPOSICIÓN DE LA ESPALDERA.

### EVOLUCIÓN DE LA ACIDEZ TOTAL.

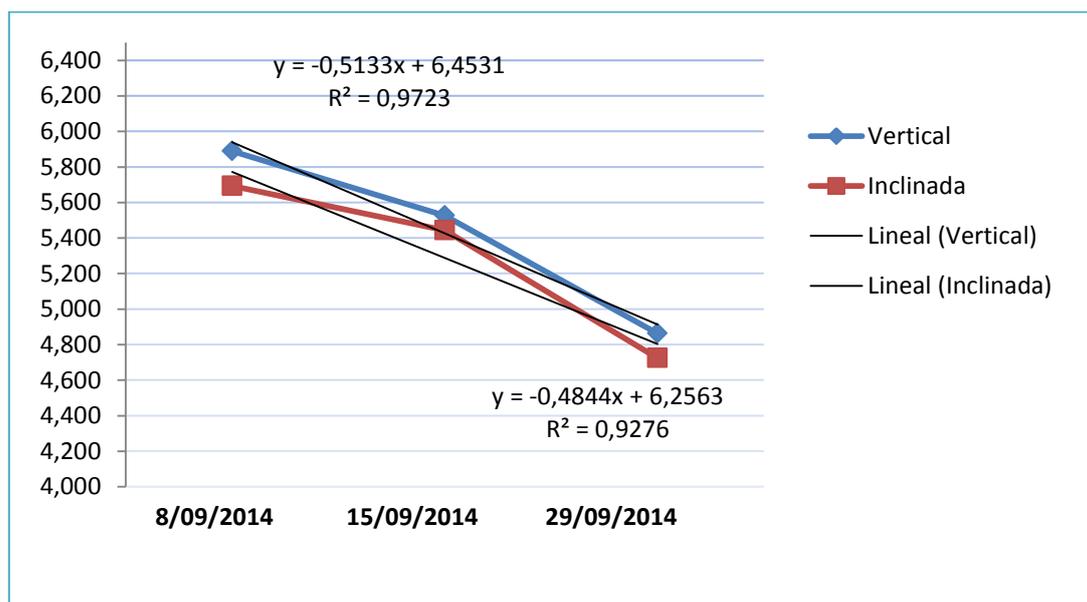


Figura 6.14. Representación gráfica de la acidez total en función del tipo de conducción.

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.

### EFFECTO DE LA DISPOSICIÓN DE LA ESPALDERA.

#### EVOLUCIÓN DEL ÁCIDO TARTÁRICO Y DEL ÁCIDO MÁLICO.

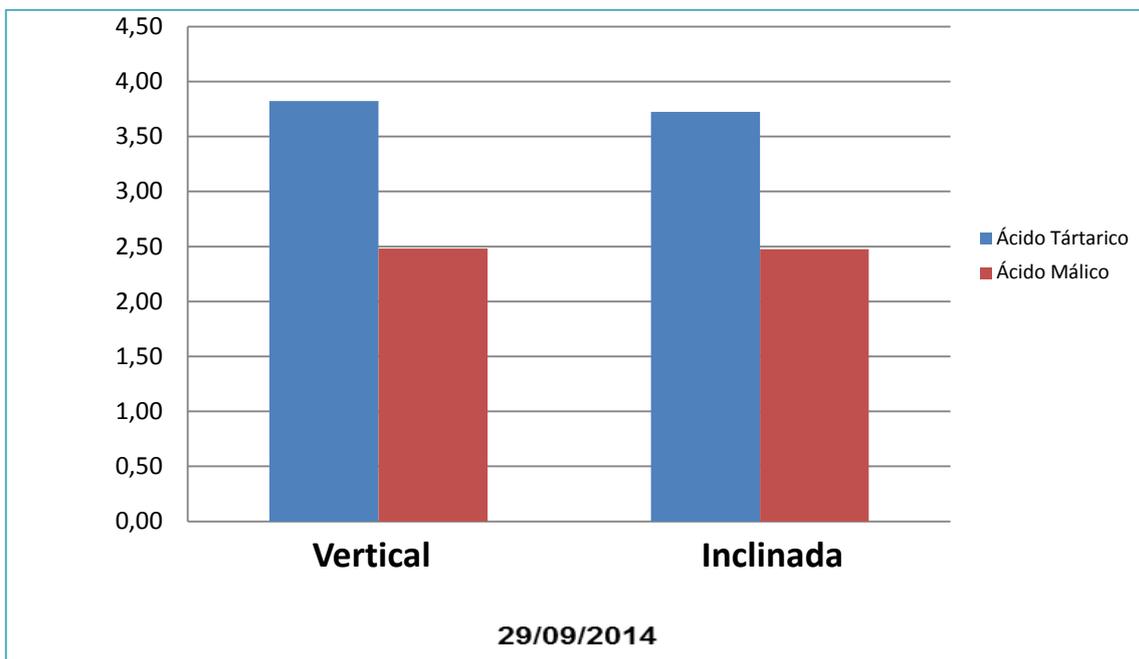


Figura 6.15. Representación gráfica de la concentración de ácidos en función del tipo de conducción.

### EFFECTO DE LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS EN LA MADUREZ POLIFENÓLICA DE LAS UVAS DE BOBAL.

#### EFFECTO DEL RIEGO.

#### EVOLUCIÓN DE LA INTENSIDAD COLORANTE.

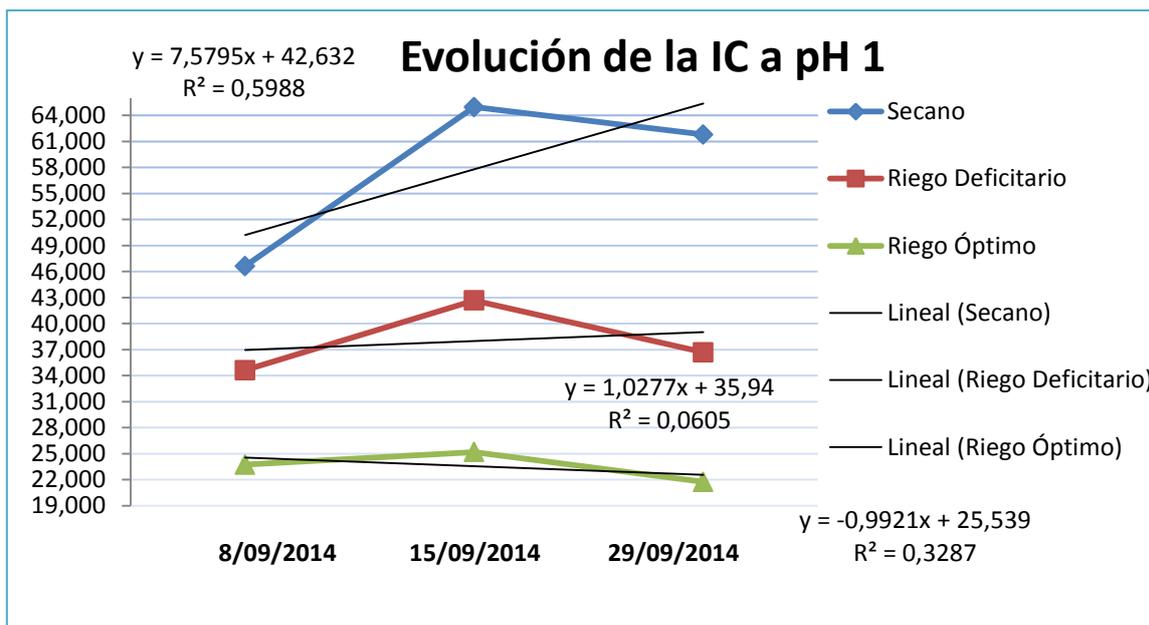


Figura 6.16. Representación gráfica de la Intensidad Colorante en función del tipo de riego aplicado.

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.

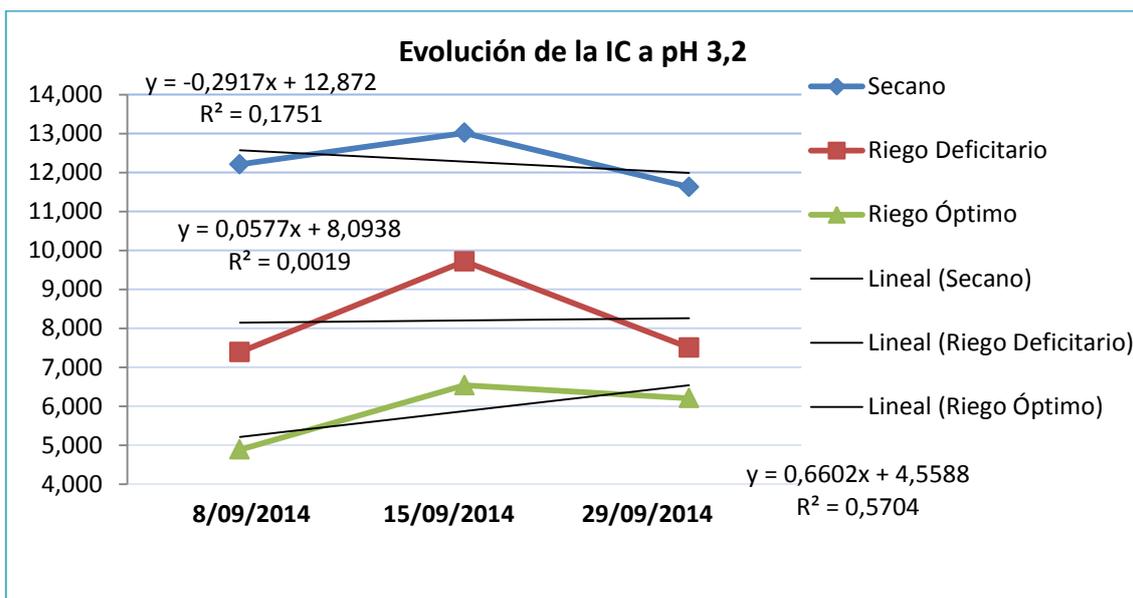


Figura 6.17. Representación gráfica de la Intensidad Colorante en función del tipo de riego aplicado.

#### EFFECTO DEL RIEGO.

#### EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE ANTOCIANOS.

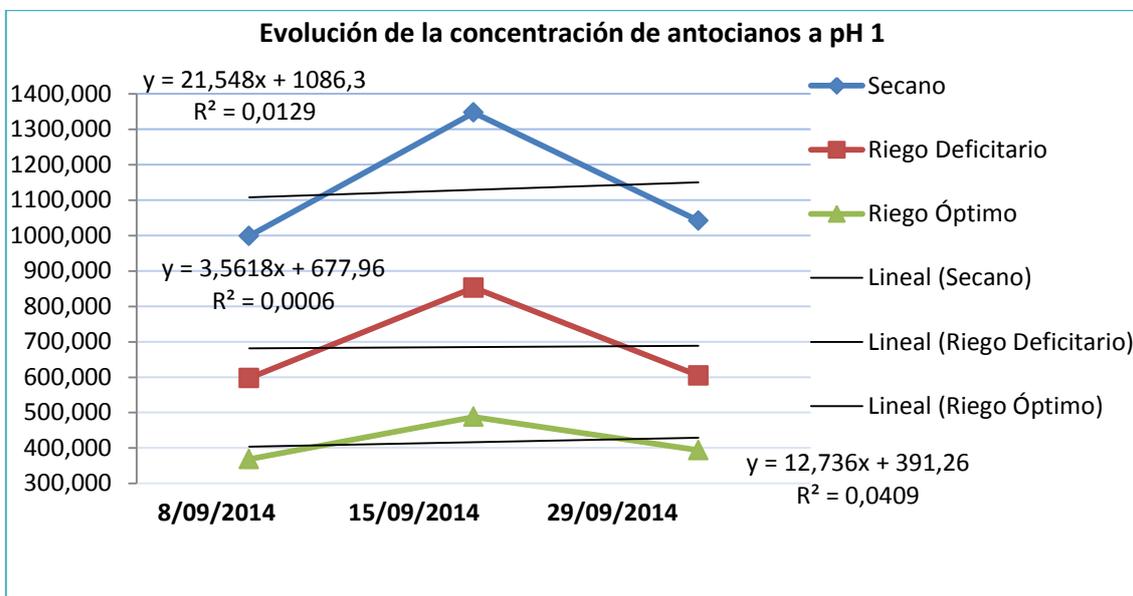


Figura 6.18. Representación gráfica de la concentración de antocianos en función del tipo de riego aplicado.

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.

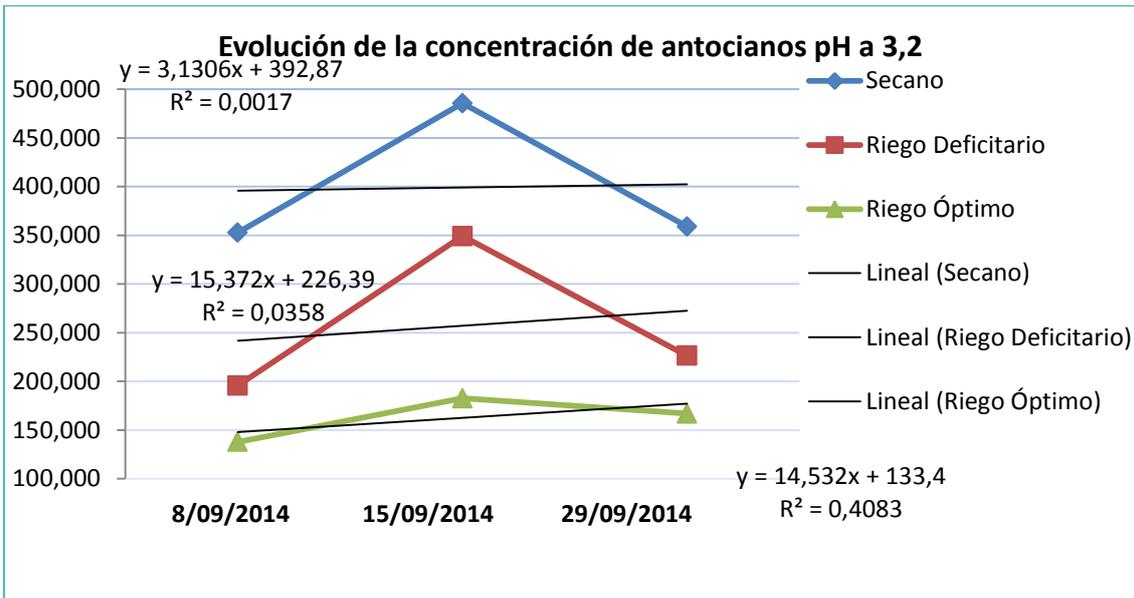


Figura 6.19. Representación gráfica de la concentración de antocianos en función del tipo de riego aplicado.

### EFFECTO DEL RIEGO.

### EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE POLIFENOLES.

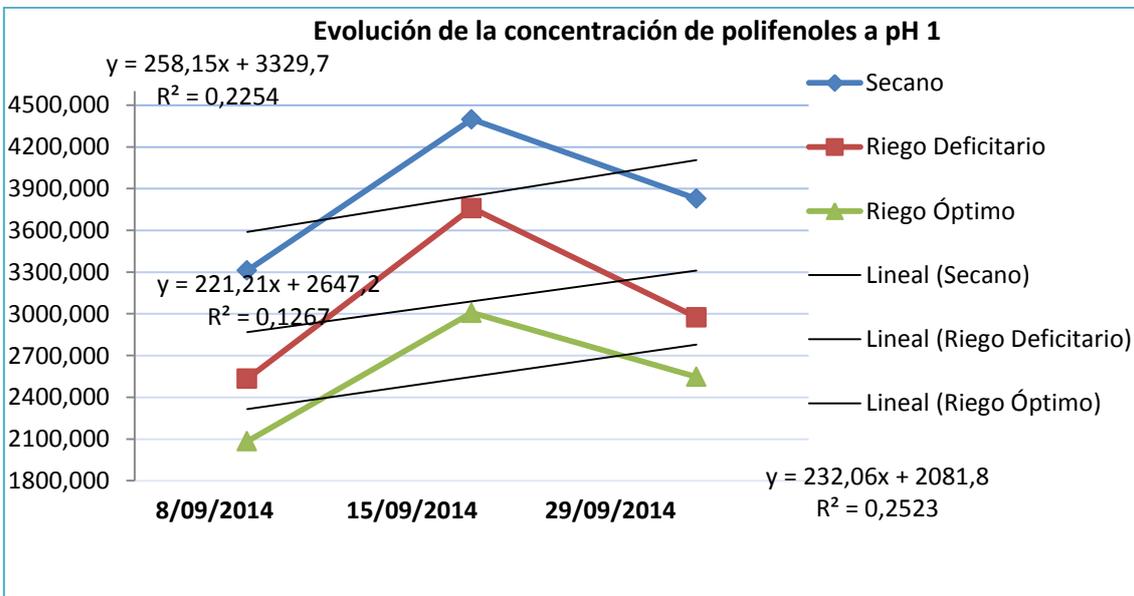


Figura 6.20. Representación gráfica de la concentración de polifenoles en función del tipo de riego.

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.

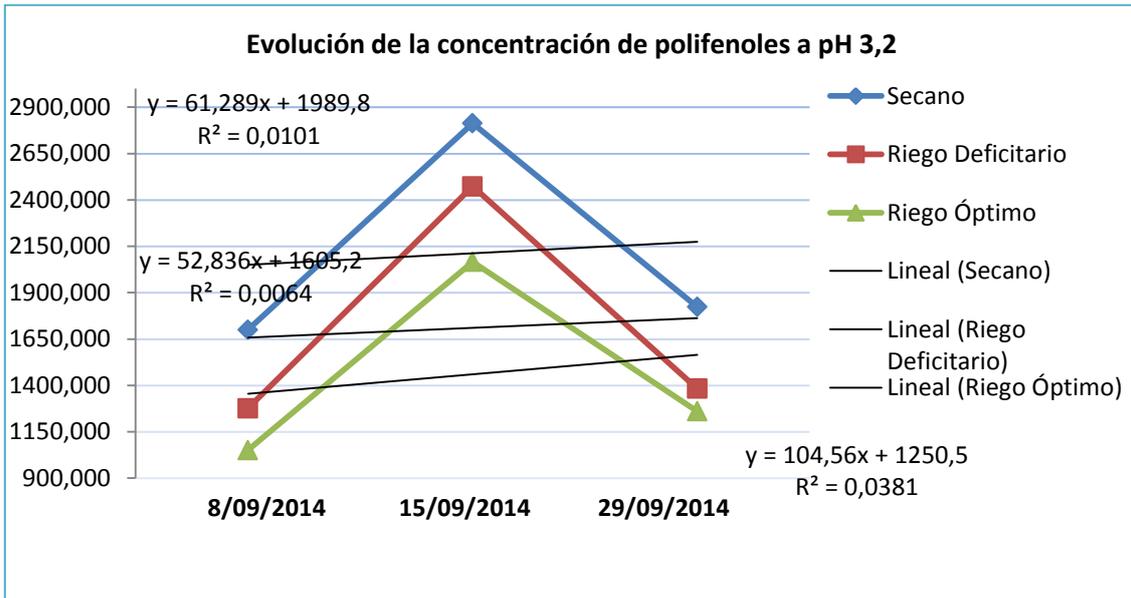


Figura 6.21. Representación gráfica de la concentración de polifenoles en función del tipo de riego.

## EFFECTO DEL RIEGO.

### EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE TANINOS.

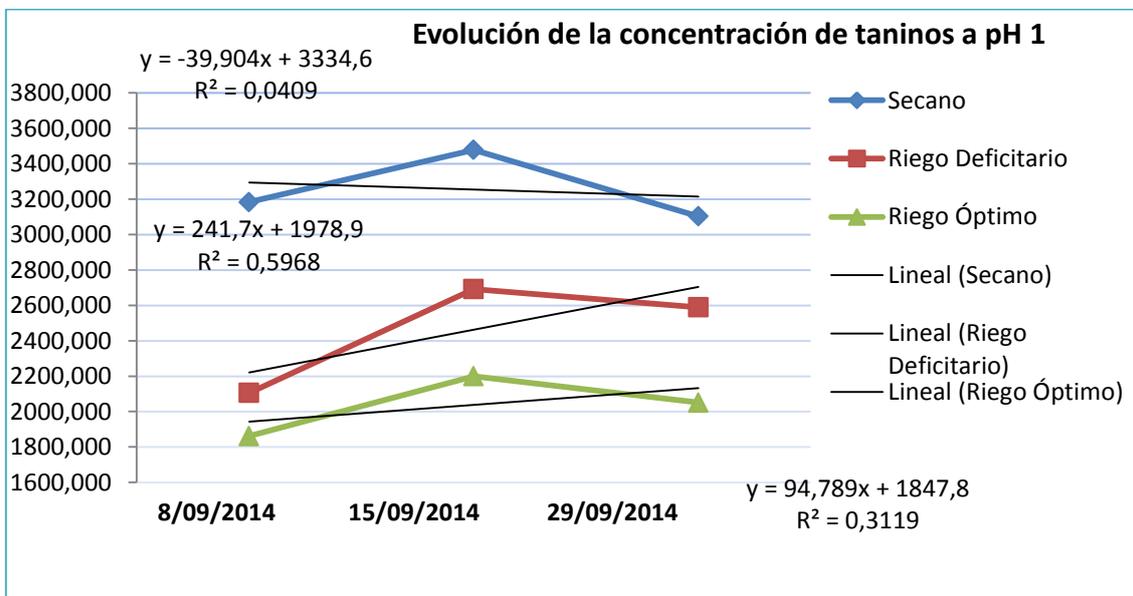


Figura 6.22. Representación gráfica de la concentración de taninos en función del tipo de riego.

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.

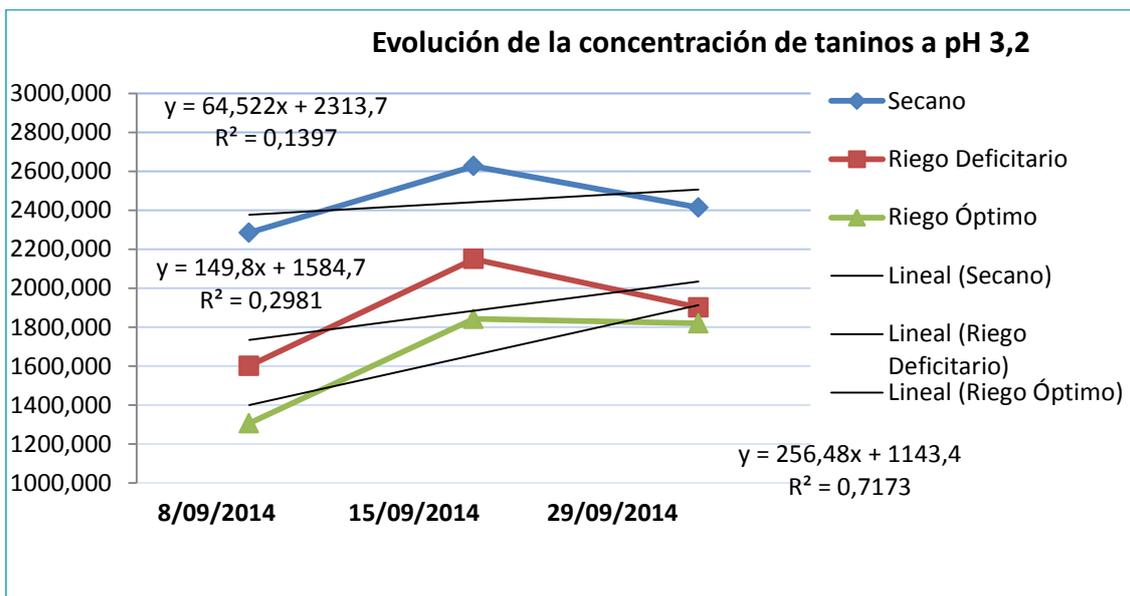


Figura 6.23. Representación gráfica de la concentración de taninos en función del tipo de riego.

#### EFFECTO DEL TIPO DE PODA.

#### EVOLUCIÓN DE LA INTENSIDAD COLORANTE.

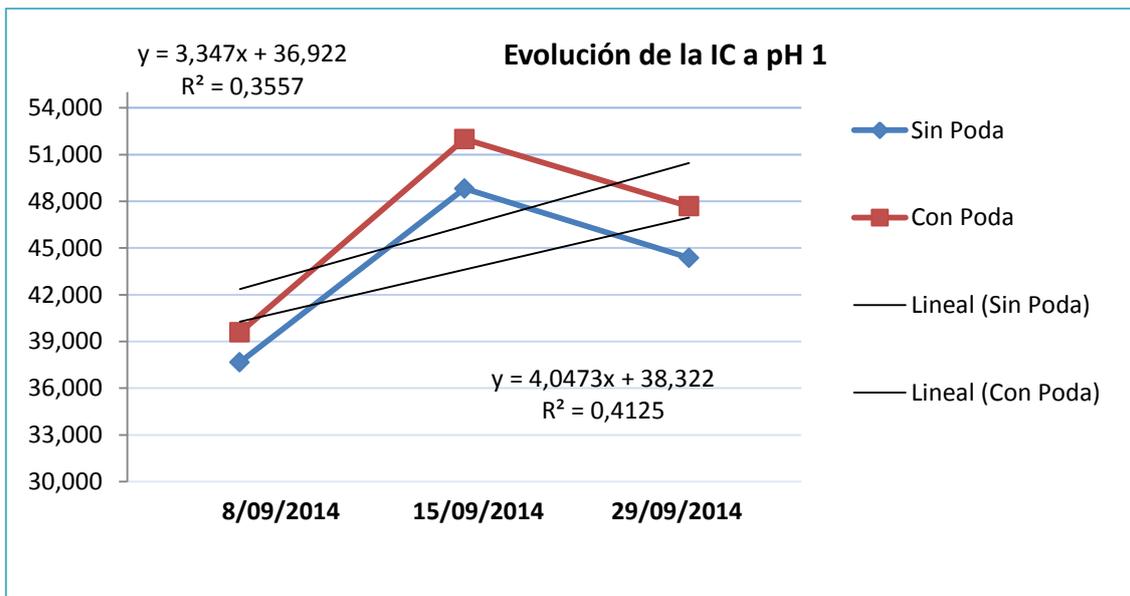


Figura 6.24. Representación gráfica de la intensidad colorante en función del tipo de poda aplicado.

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.

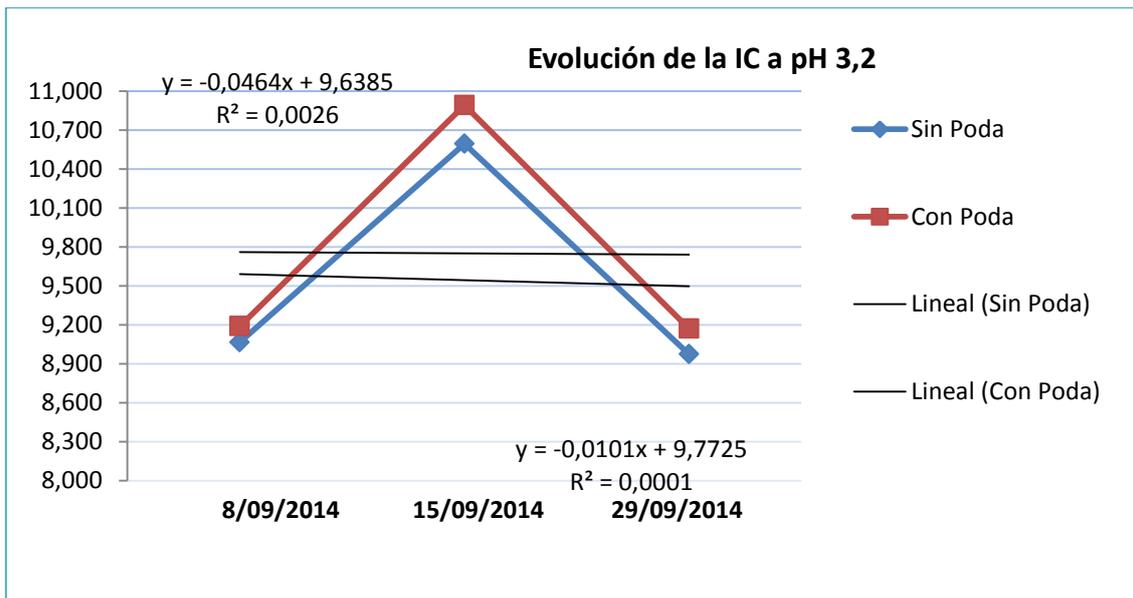


Figura 6.25. Representación gráfica de la intensidad colorante en función del tipo de poda aplicado.

#### EFFECTO DEL TIPO DE PODA.

#### EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE ANTOCIANOS.

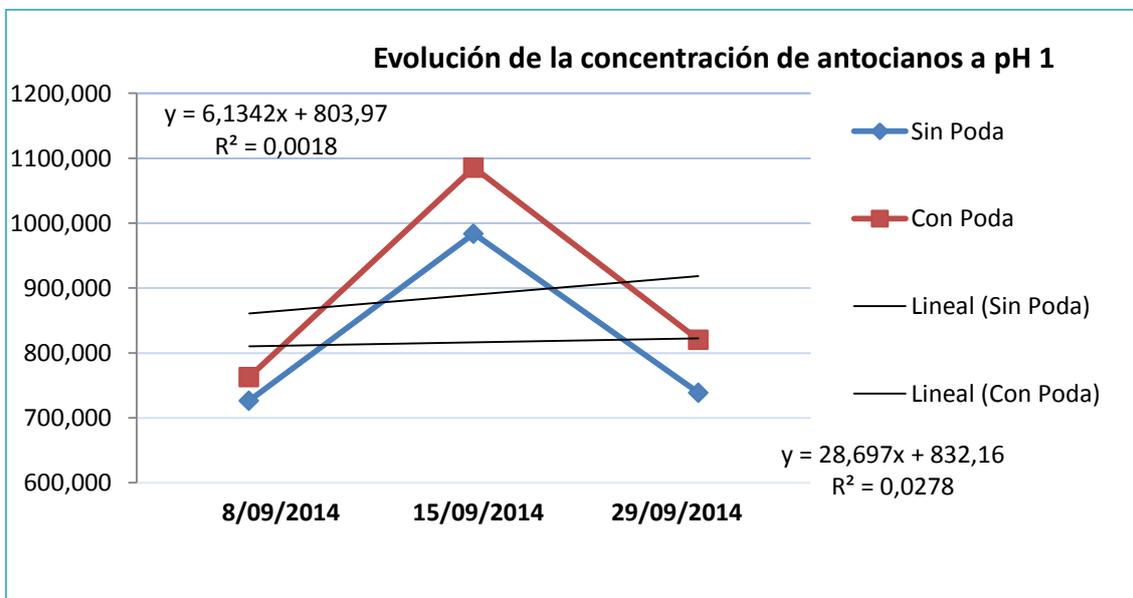


Figura 6.26.-Representación gráfica de la concentración de antocianos (mg/L) en función del tipo de poda.

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.

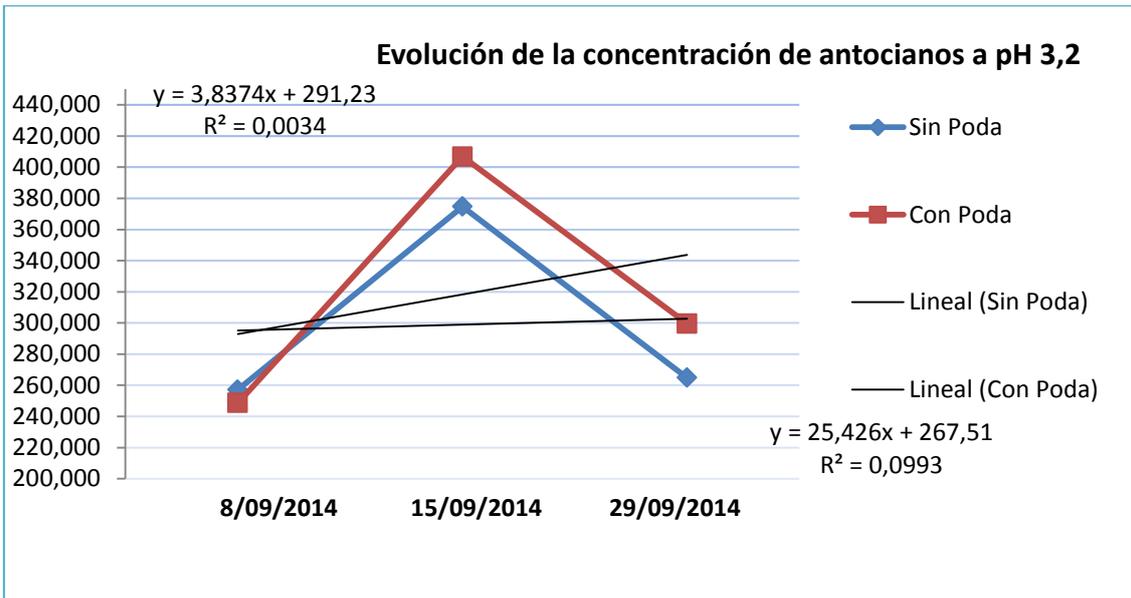


Figura 6.27.-Representación gráfica de la concentración de antocianos (mg/L) en función del tipo de poda.

#### EFFECTO DEL TIPO DE PODA.

#### EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE POLIFENOLES.

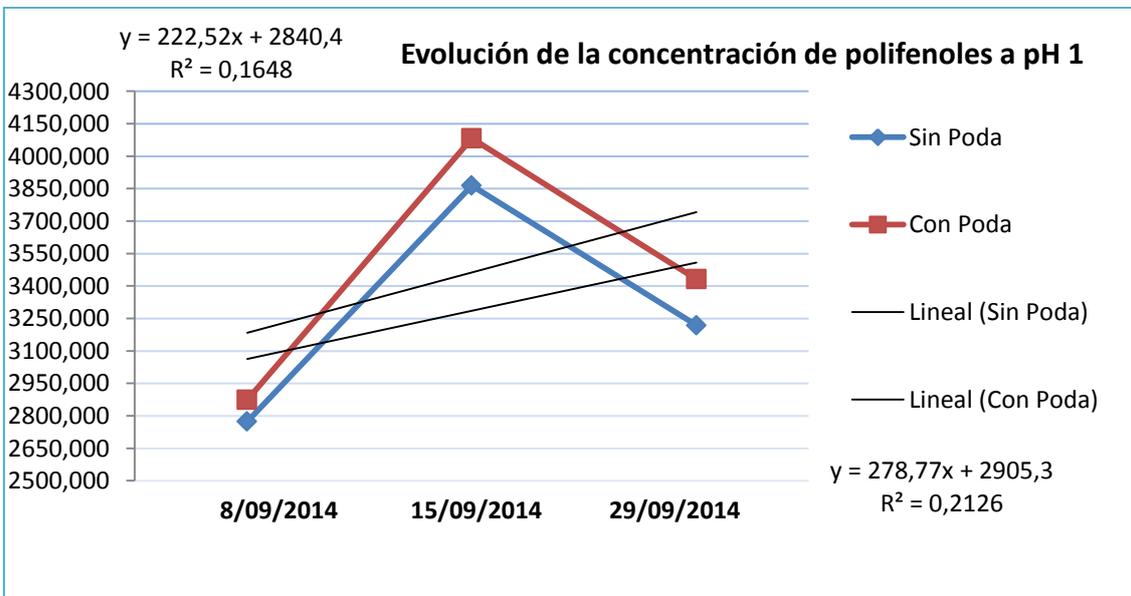


Figura 6.28. Representación gráfica de la concentración de polifenoles (mg/L) en función del tipo de poda.

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.

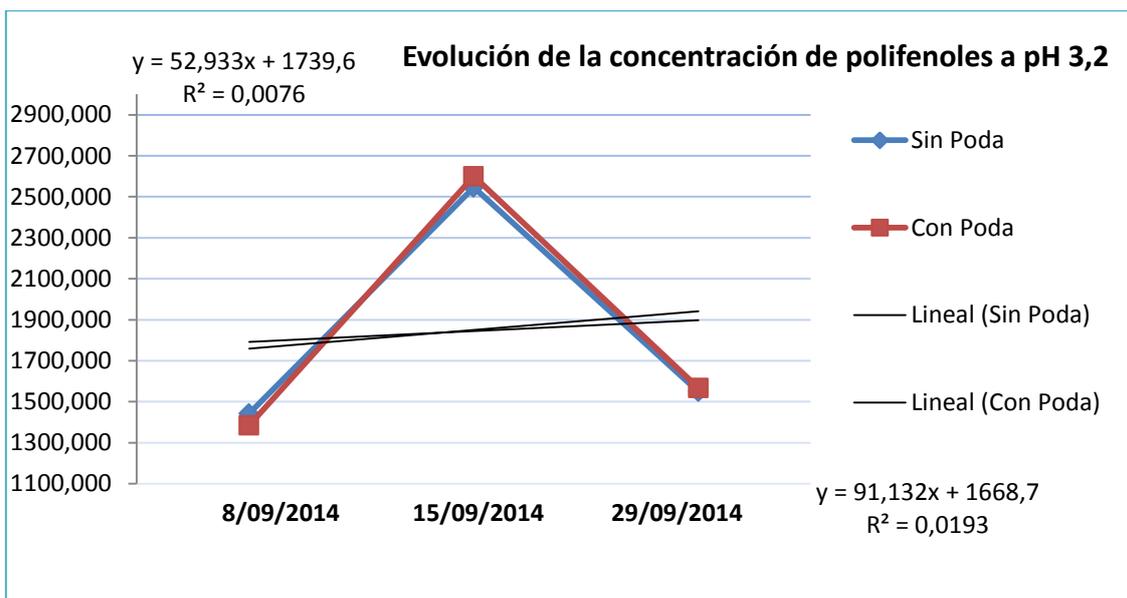


Figura 6.29. Representación gráfica de la concentración de polifenoles (mg/L) en función del tipo de poda.

#### EFFECTO DEL TIPO DE PODA.

#### EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE TANINOS.

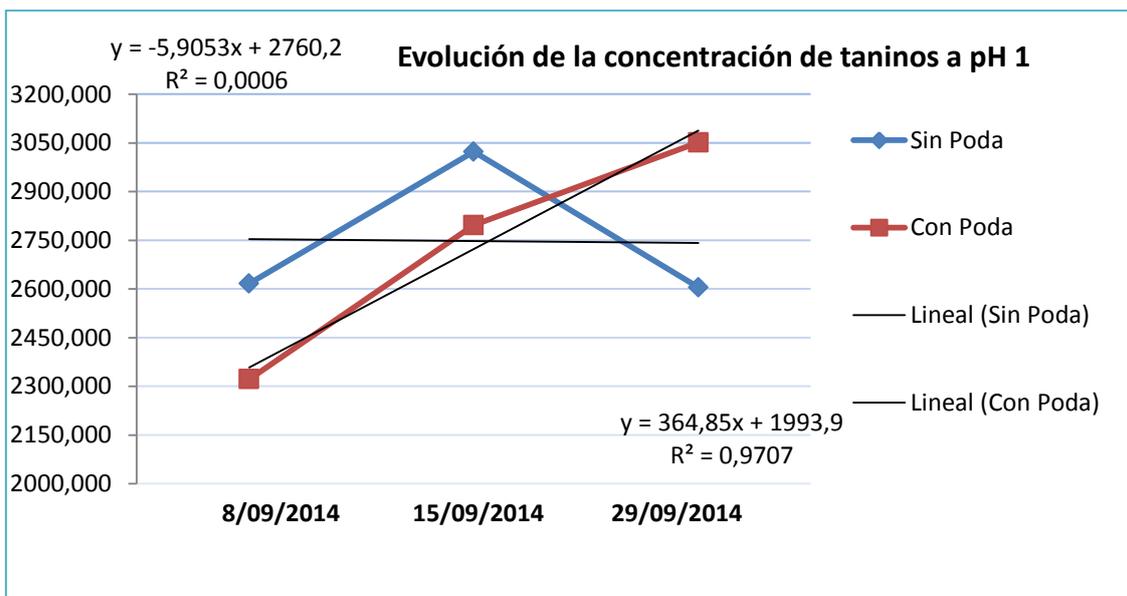


Figura 6.30. Representación gráfica de la concentración de taninos en función de la poda.

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.

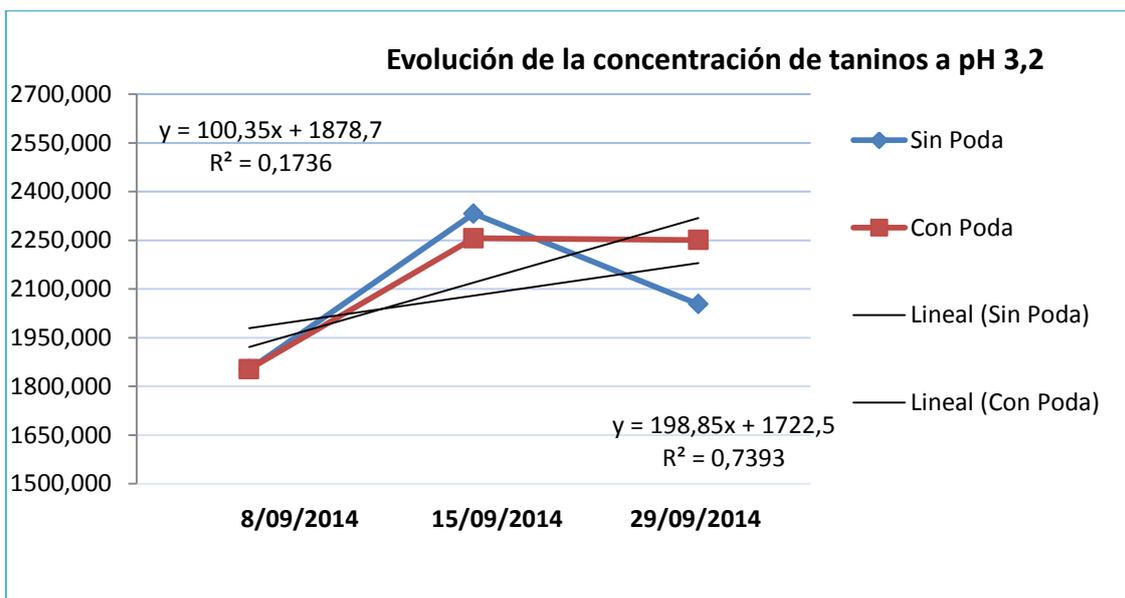


Figura 6.31. Representación gráfica de la concentración de taninos en función de la poda.

#### EFFECTO DE LA DISPOSICIÓN DE LA ESPALDERA.

#### EVOLUCIÓN DE LA INTENSIDAD COLORANTE.

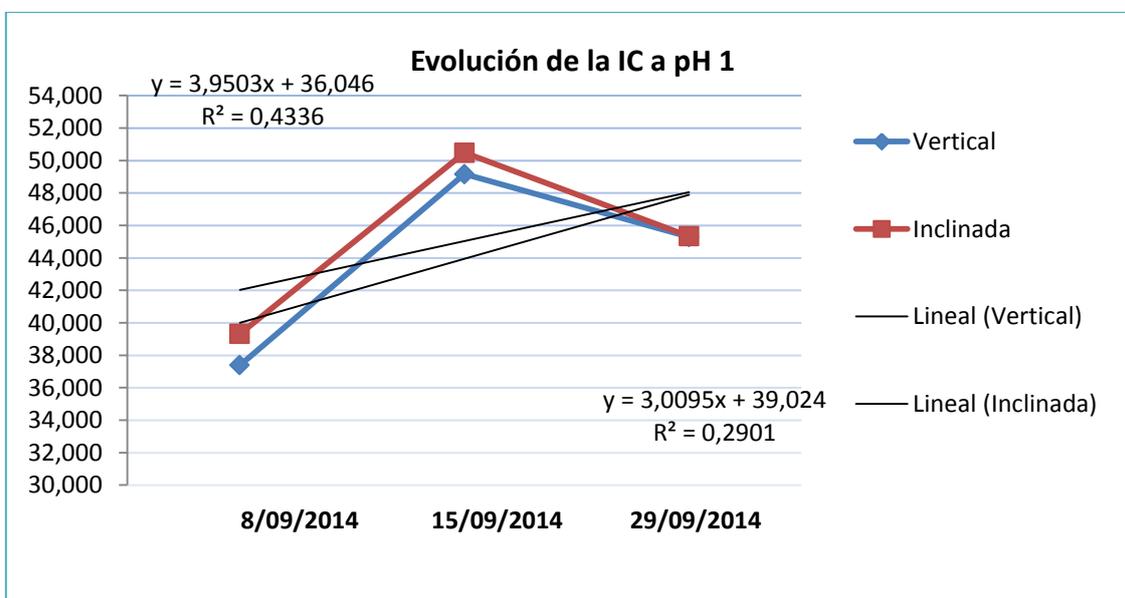


Figura 6.32. Representación gráfica de la Intensidad Colorante en función del tipo de espaldera.

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.

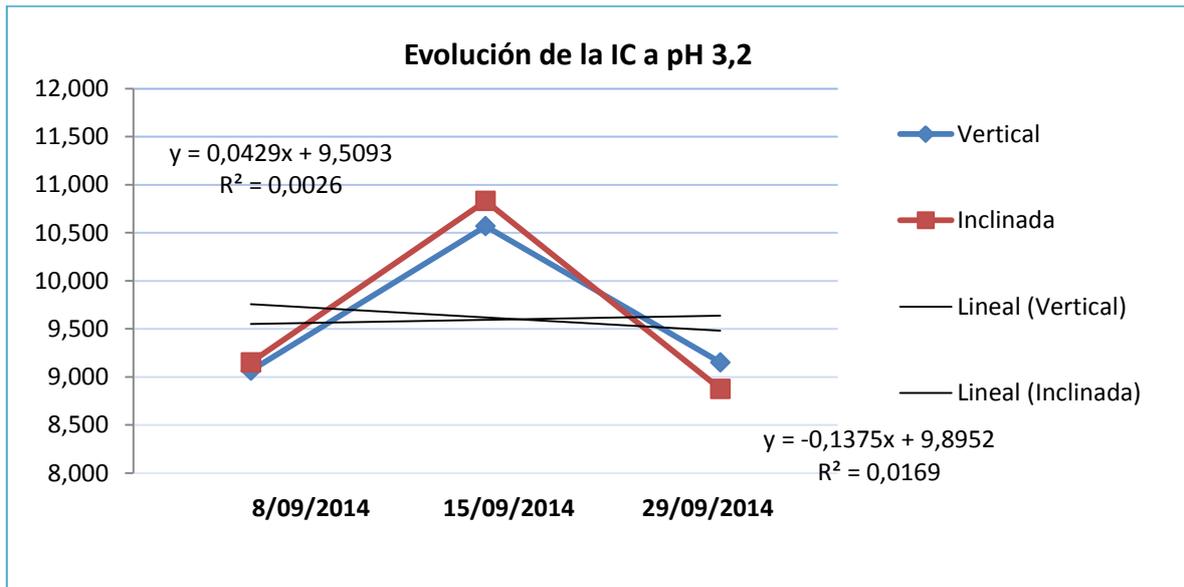


Figura 6.33. Representación gráfica de la Intensidad Colorante en función del tipo de espaldera.

#### EFFECTO DE LA DISPOSICIÓN DE LA ESPALDERA.

#### EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE ANTOCIANOS.

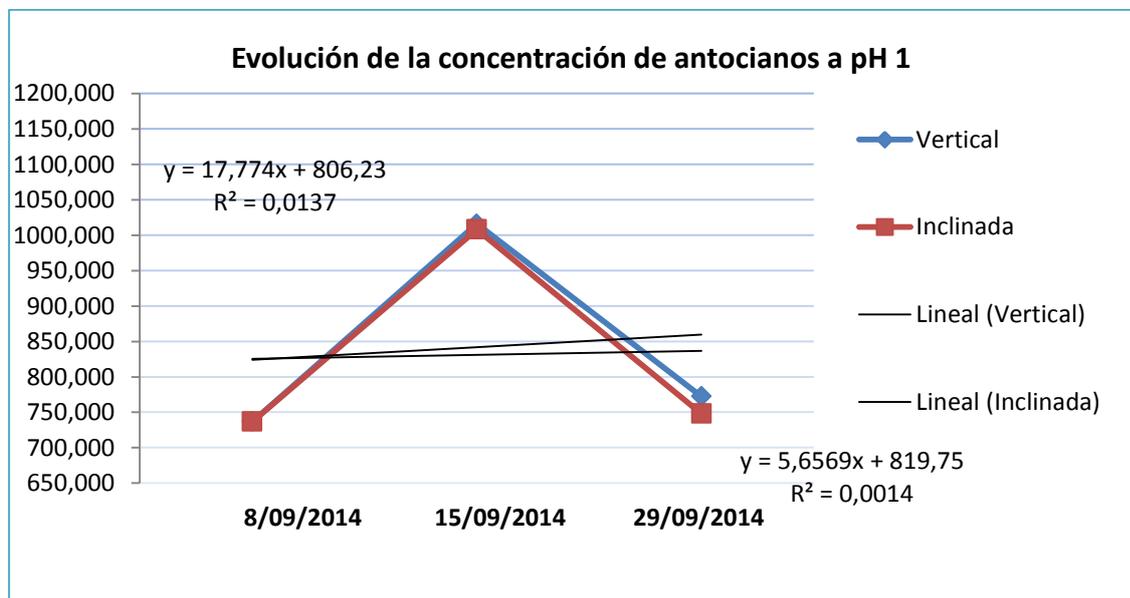


Figura 6.34. Representación gráfica de la concentración de antocianos en función de la disposición de la espaldera.

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.

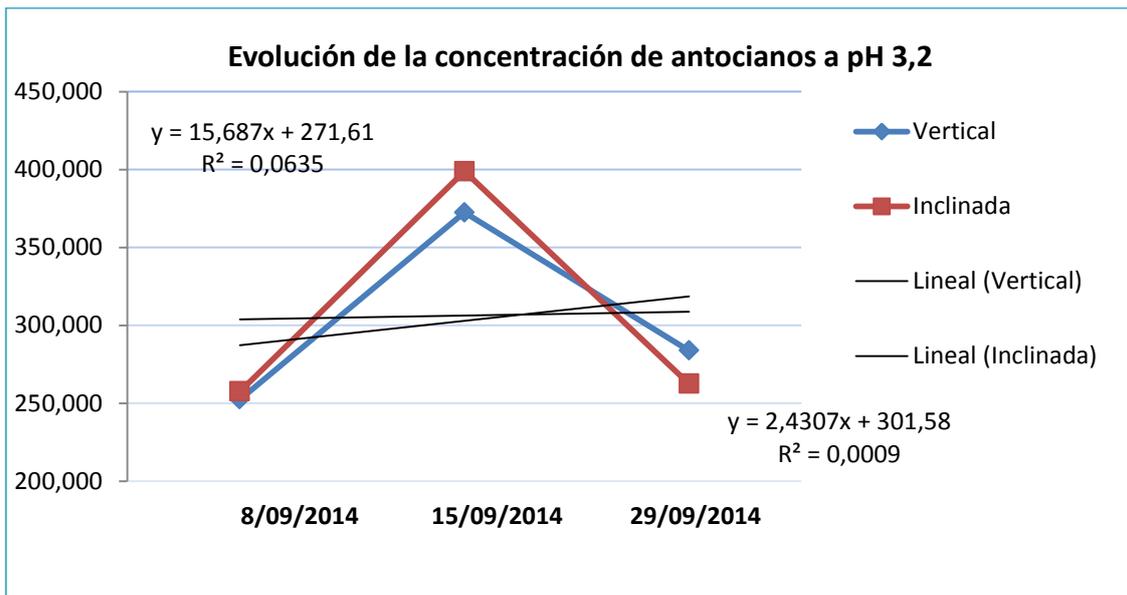


Figura 6.35. Representación gráfica de la concentración de antocianos en función de la disposición de la espaldera.

#### EFFECTO DE LA DISPOSICIÓN DE LA ESPALDERA.

#### EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE POLIFENOLES.

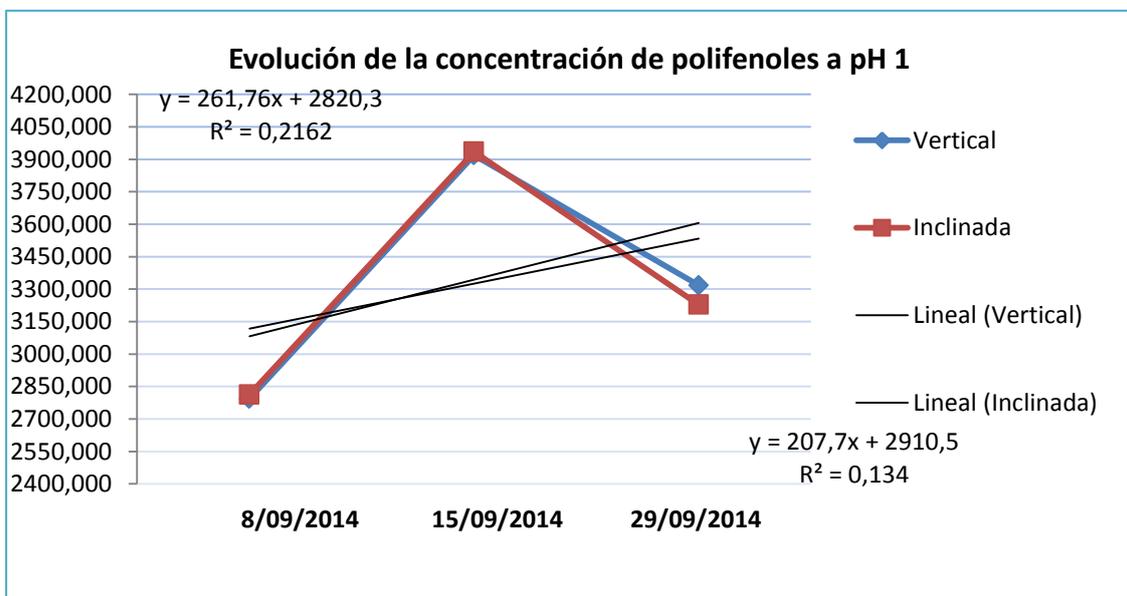


Figura 6.36. Representación gráfica de la concentración de polifenoles (mg/L) en función de la disposición del viñedo.

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.

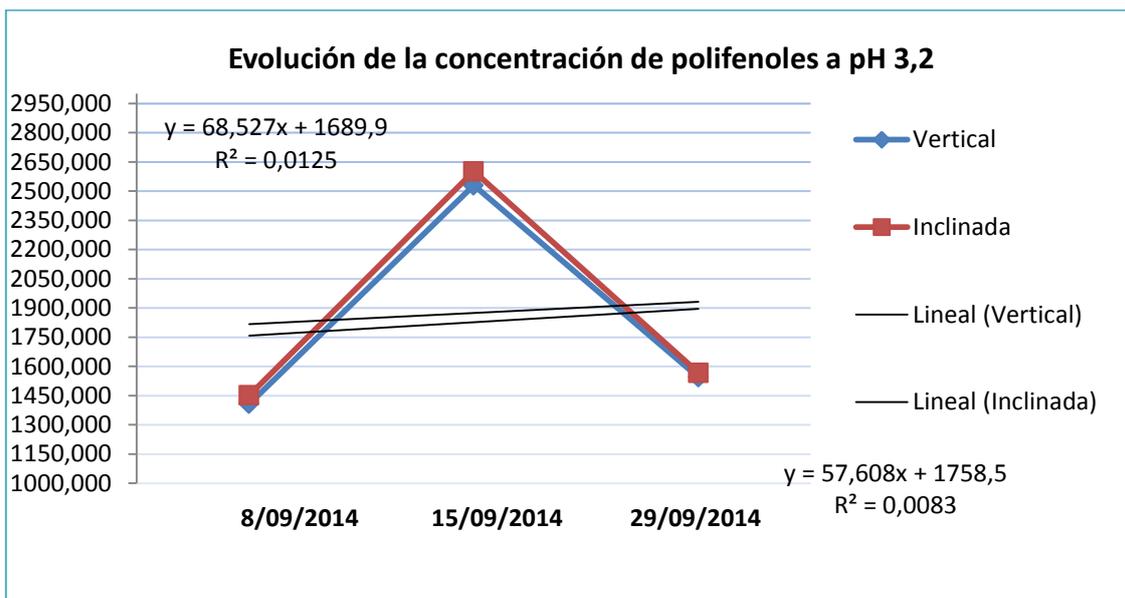


Figura 6.37. Representación gráfica de la concentración de polifenoles (mg/L) en función de la disposición del viñedo.

#### EFFECTO DE LA DISPOSICIÓN DE LA ESPALDERA.

#### EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE TANINOS.

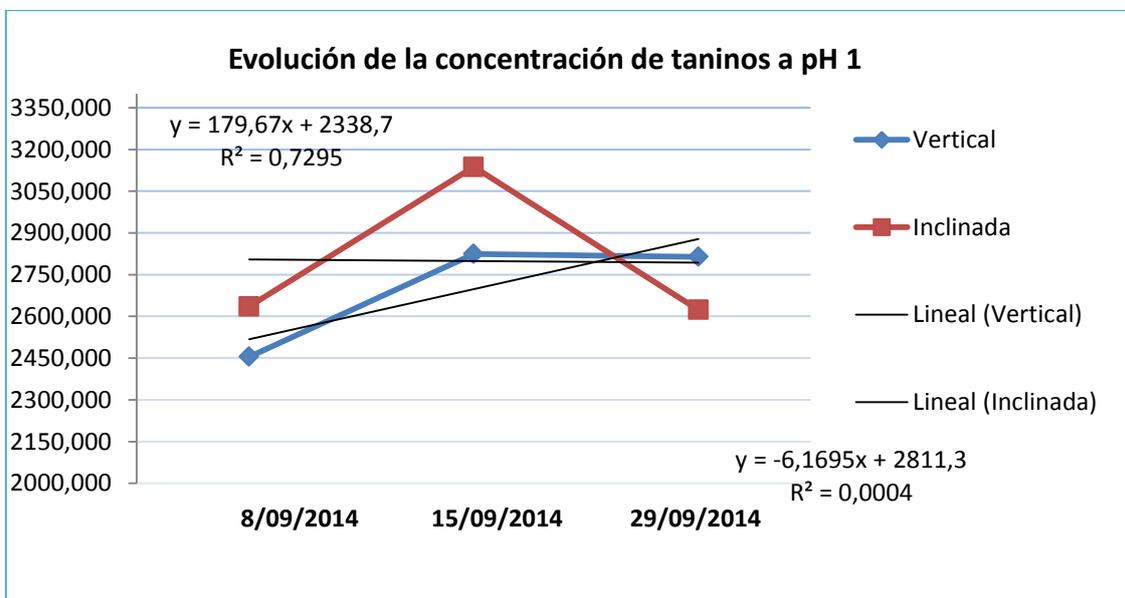


Figura 6.38. Representación gráfica de la concentración de taninos en función de la disposición de la espaldera.

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.

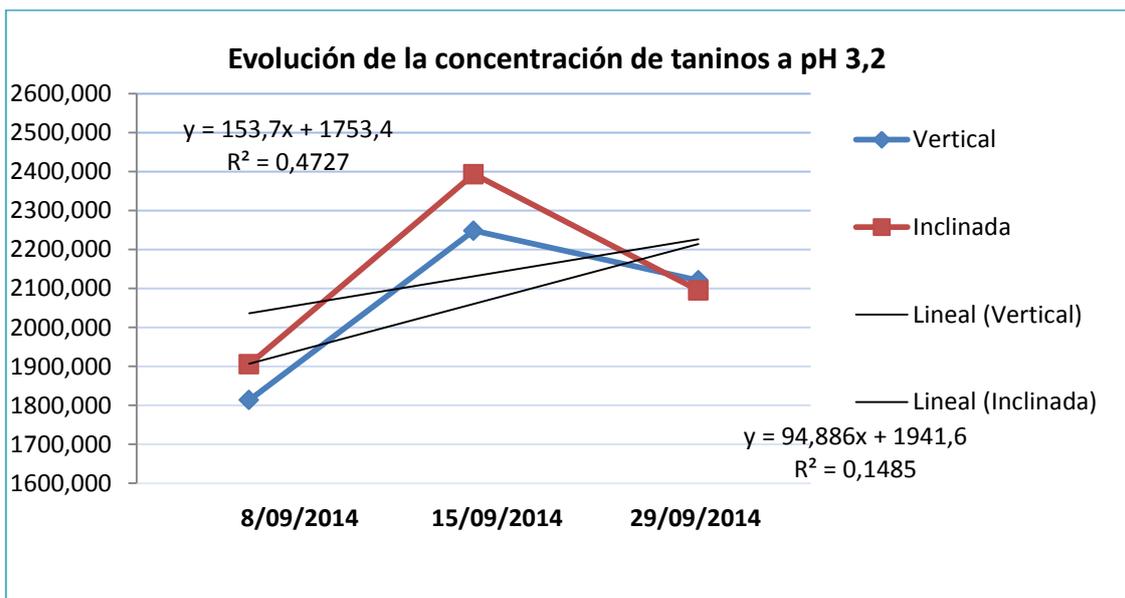


Figura 6.39. Representación gráfica de la concentración de taninos en función de la disposición de la espaldera.

## ANEXO 6.2. VENDIMIA 2014

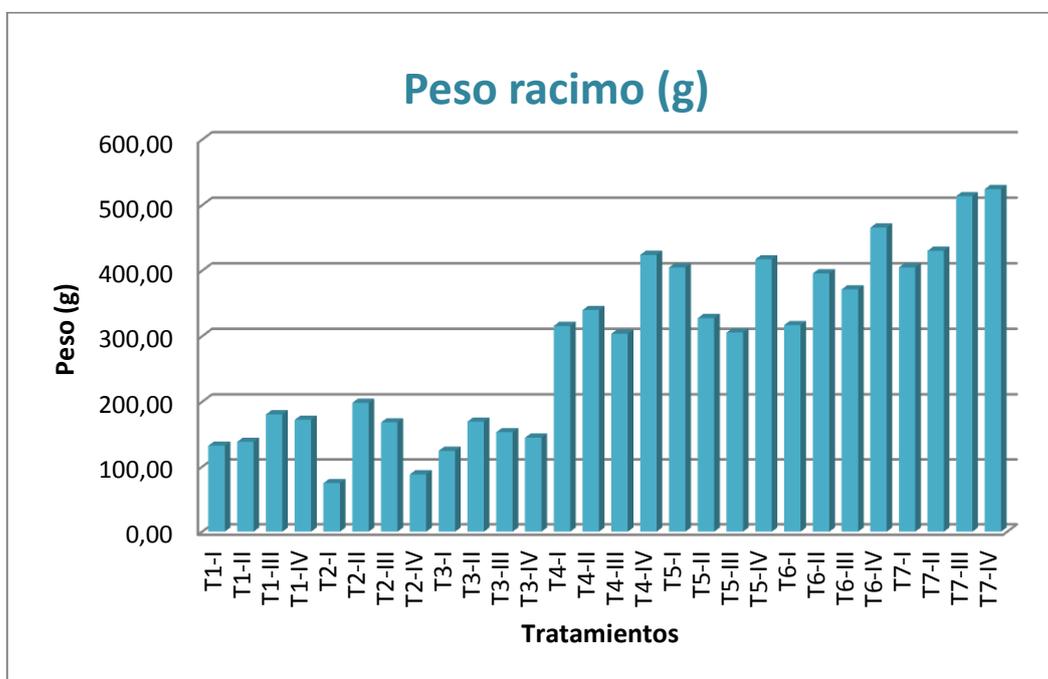


Figura 6.40. Gráfico comparativo del peso Racimo (g) en cada tratamiento.

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.

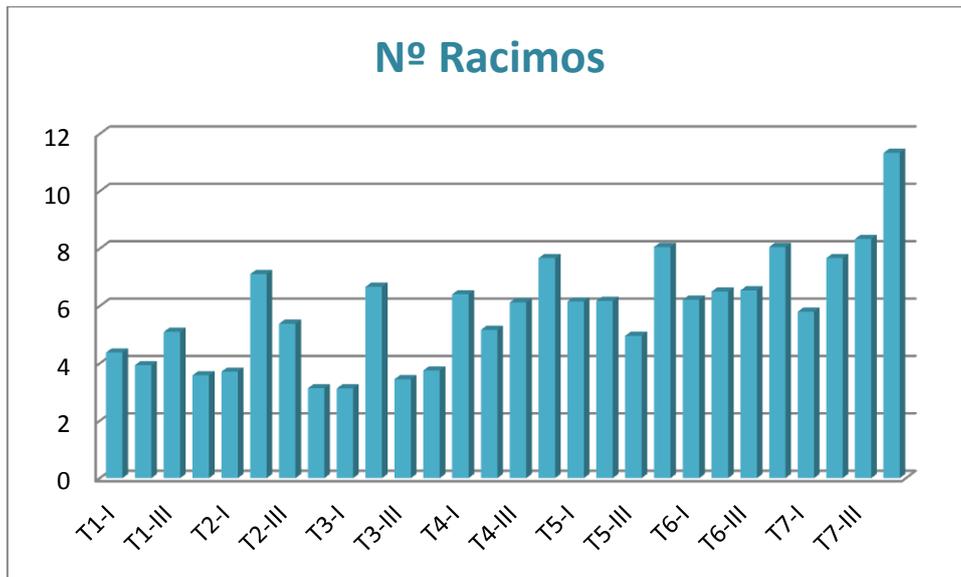


Figura 6.41. Nº Racimos en cada tratamiento.

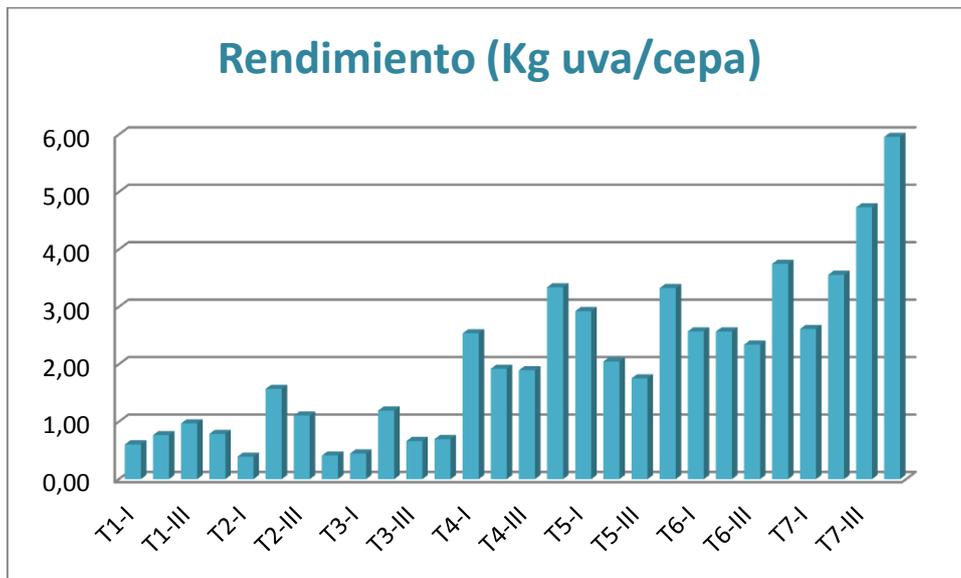


Figura 6.42. Peso rendimiento (kg uva/cepa) en cada tratamiento.

### ANEXO 6.3 POTENCIAL HÍDRICO 2014

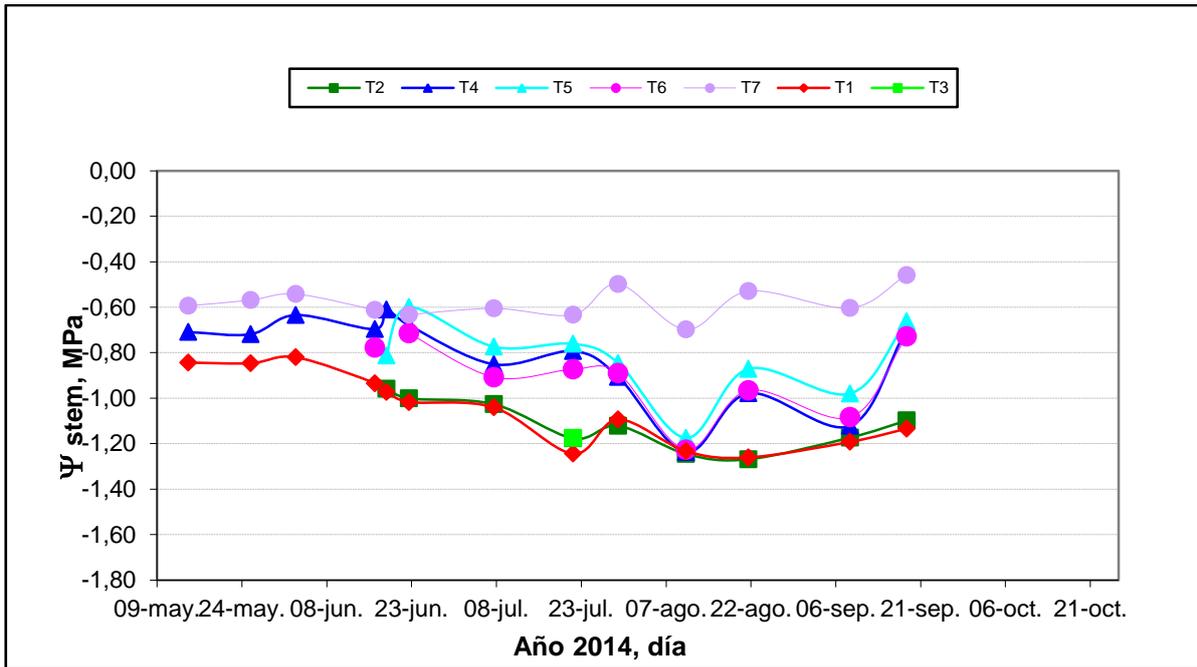


Figura 6.43. Evolución del potencial hídrico medido al mediodía.

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.

POTENCIAL $\Psi_{13:00}$ (embolsada) M Pa																		
13:00																		
Medias				TRATAMIENTO							RIEGO			Subtratamiento			GLOBAL	
FECHA	DIA	HORA	Día decimal	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	Secano	RDC	Rmax	Control	Inclinado	Poda de Raíces	GLOBAL	
15/05/2014	135	13	135,5	-0,84			-0,71			-0,59	-0,84	-0,71	-0,59	-0,72			-0,72	
26/05/2014	146	13	146,5	-0,85			-0,72			-0,57	-0,85	-0,72	-0,57	-0,71			-0,71	
03/06/2014	154	13	154,5	-0,82			-0,63			-0,54	-0,82	-0,63	-0,54	-0,67			-0,67	
17/06/2014	168	13	168,5	-0,93			-0,70		-0,78	-0,61	-0,93	-0,70	-0,61	-0,75	-0,78		-0,76	
19/06/2014	170	13	170,5	-0,97	-0,96		-0,61	-0,81			-0,97	-0,79		-0,79		-0,89	-0,94	
23/06/2014	174	13	174,5	-1,02	-1,00		-0,68	-0,60	-0,71	-0,63	-1,01	-0,66	-0,63	-0,85	-0,71	-0,80	-0,77	
08/07/2014	189	13	189,5	-1,04	-1,03		-0,85	-0,77	-0,91	-0,61	-1,03	-0,84	-0,61	-0,95	-0,91	-0,90	-0,87	
22/07/2014	203	13	203,5	-1,24	-1,18	-1,18	-0,79	-0,76	-0,87	-0,63	-1,20	-0,81	-0,63	-1,02	-1,02	-0,97	-0,92	
30/07/2014	211	13	211,5	-1,09	-1,12		-0,91	-0,85	-0,89	-0,50	-1,11	-0,88	-0,50	-1,00	-0,89	-0,98	-0,89	
11/08/2014	223	13	223,5	-1,23	-1,25		-1,24	-1,18	-1,23	-0,70	-1,24	-1,21	-0,70	-1,24	-1,23	-1,21	-1,14	
22/08/2014	234	13	234,5	-1,26	-1,27		-0,98	-0,87	-0,97	-0,53	-1,26	-0,94	-0,53	-1,12	-0,97	-1,07	-0,98	
09/09/2014	252	13	252,5	-1,19	-1,17		-1,12	-0,98	-1,08	-0,60	-1,18	-1,06	-0,60	-1,16	-1,08	-1,08	-1,03	
19/09/2014	262	13	262,5	-1,13	-1,10		-0,70	-0,66	-0,73	-0,46	-1,12	-0,70	-0,46	-0,91	-0,73	-0,88	-0,80	
<b>PROMEDIOS TODO EI PERIODO 2014</b>				<b>-0,98</b>	<b>-1,06</b>	<b>-1,18</b>	<b>-0,73</b>	<b>-0,76</b>	<b>-0,83</b>	<b>-0,59</b>	<b>-0,97</b>	<b>-0,75</b>	<b>-0,59</b>	<b>-0,83</b>	<b>-0,86</b>	<b>-0,96</b>		

Figura 6.44. Tabla Potencial Hídrico

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.

#### ANEXO 6.4 DETERMINACIONES EN LABORATORIO 2014



Figura 6.45. Laboratorio de la Universidad Politécnica de Valencia donde se realizó las mediciones de los parámetros de madurez, separación de 4 fracciones de 50 gramos.



Figura 6.46. Laboratorio de la Universidad Politécnica de Valencia donde se realizó las mediciones de los parámetros de madurez, recogida de los homogeneizados tras la trituración en Termomix.

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.



Figura 6.47. Laboratorio de la Universidad Politécnica de Valencia donde se realizó las mediciones de los parámetros de madurez, soluciones de pH 1 y pH 3,2 para añadir a los granos a la hora de triturarlos.



Figura 6.48. Laboratorio de la Universidad Politécnica de Valencia donde se realizó las mediciones de los parámetros de madurez, recogida del filtrado con lana de vidrio.

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.



Figura 6.49. Laboratorio de la Universidad Politécnica de Valencia donde se realizó las mediciones de los parámetros de madurez, pipeteando el filtrado para las determinaciones.

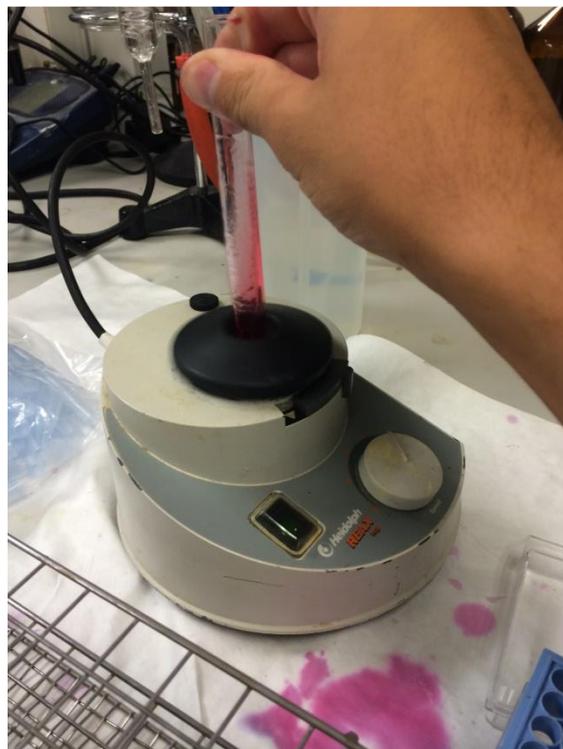


Figura 6.50. Laboratorio de la Universidad Politécnica de Valencia donde se realizó las mediciones de los parámetros de madurez, agitación previa a la lectura en el espectrofotómetro.