



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS AGRÓNOMOS



**“Trabajo Fin de Máster Universitario en  
Tecnología Agroambiental para una Agricultura  
Sostenible”**

# **Influencia del cultivo ecológico en la producción de vid (*Vitis vinifera* L.)**

**AUTORA: Cristina Pérez Cidoncha**

**DIRECTORA: Pilar Baeza Trujillo**

**CONVOCATORIA: Julio 2013**

Trabajo Fin de Máster:

*Influencia del cultivo ecológico en la producción de vid (Vitis vinifera L.)*

---

A Elisa Chozas y a mi hermana, mi ejemplo

A los ratoncitos coloraos

---

*Autora: Cristina Pérez Cidoncha*

**“Cuando bebas agua, recuerda la fuente”**

Proverbio chino

---

## **RESUMEN**

La incipiente preocupación social por el medio ambiente, junto a la búsqueda de valor añadido en el vino y el incremento de la superficie de cultivo de vid en ecológico, ha derivado en distintas normativas y reglamentos hasta la definición actual de “vino ecológico” (Reglamento de Ejecución (UE) N° 203/2012 de la Comisión).

El objetivo de este trabajo fue conocer cómo afecta el cultivo ecológico en gestión del viñedo y en la producción de uva de calidad, para lo que se plantearon cuatro tratamientos del viñedo: ecológico, biodinámico, tradicional y tradicional mejorado. En cada uno de ellos se evaluaron parámetros fisiológicos, productivos y la evolución de maduración de baya (sacarimétrica y polifenólica). Además se realizaron vinificaciones de cada tratamiento que fueron analizadas posteriormente. El estudio comprendió una campaña.

En base a los resultados obtenidos durante una campaña, no se observaron diferencias significativas en el rendimiento y peso de madera de poda, pero sí en el índice de Ravaz en los tratamientos biodinámico y tradicional mejorado.

En la composición del mosto, todos los parámetros son correctos no habiendo diferencias entre tratamientos. La única diferencia encontrada fue en el pH siendo el tratamiento tradicional mejorado el que obtuvo un valor más bajo.

**Palabras clave:** producción ecológica, polifenoles, calidad enológica.

## **ABSTRACT**

The emerging social concern for the environment and the interest to increase the product value in the wine industry has been translated in to different standards and regulation parameters for the organic viticulture and the creation of the term "organic wine" (Commission Implementing Regulation (EU) No 203/2012 of the Commission).

The aim of this study was to determine how organic farming affect the management of the vineyard and the production of quality grapes. To that end, four different treatments of vines were planned: ecological, biodynamic, traditional and improved traditional. The study was for one season. Each of them was evaluated by the study of physiological parameters, production parameters and the berry maturation evolution (sugar and polyphenol). After the vinification with the different treatments, a subsequent analysis from each one was carried out.

Based on the results obtained, no significant differences resulted neither in yield nor pruning weight.

In the composition of the must, all parameters are correct. The lowest pH value presented was the improved traditional treatment. No differences were obtained in phenolic maturation between treatments.

**Keywords:** organic production, polyphenols, wine production quality

## **AGRADECIMIENTOS**

Me gustaría agradecer a todas las personas que han participado en este trabajo, directa o indirectamente.

Al Centro de Estudios e Investigación para la Gestión de Riesgos Agrarios y Medioambientales (CEIGRAM), por concederme la ayuda para la realización de este Trabajo Fin de Máster.

A Pilar Baeza. Por meterme en el cuerpo el gusanillo de la viticultura y de la investigación. Por tantas y tantas cosas que he aprendido en todo este tiempo. Por el crecimiento profesional y personal. Gracias.

A Maite Sánchez. Por soportar mis preguntas y más preguntas. Por lo mucho que estoy aprendiendo y por darme la oportunidad de trabajar contigo.

A Olga Fernández, de manera muy especial. Por sacar de lo mejor de misma, por aguantarme y apoyarme desde el inicio de la redacción de este trabajo.

A Esther Hernández por darme tanto apoyo SIEMPRE.

A mis compañeros de faena, Gema e Iván. A Rochi. A los compañeros del depart

A todo el personal de la La Verdosa S.L.

A mis chicas, que me dan lo mejor de sí mismas. Tener amigas así es un orgullo.

A mi familia. Por aguantar que esté todo el día a por uvas y en la parra. Por vuestra paciencia y entusiasmo

A todos los demás que siempre me han demostrado su apoyo y cariño. Mil gracias por todo.

## ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

A	Absorbancia (nm)
ATT	Acidez total titulable (g de ácido tartárico/L)
Bio	Biodinámico
C.E.	Conductividad eléctrica (dS/m)
C.I.C.	Capacidad de intercambio catiónico
Ec.	Ecuación
Eco	Ecológico
ETc	Evapotranspiración del cultivo (mm)
ETm	Evapotranspiración mensual (mm/mes)
ET <sub>0</sub>	Evapotranspiración de referencia (mm)
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
FIBL	<i>Forschungsinstitut für biologischen Landbau</i> (Switzerland, Germany, Austria). Research Institute of Organic Agriculture.
HCl	Ácido clorhídrico
HR	Humedad relativa (%)
IFOAM	<i>International Federation of Organic Agriculture Movements</i>
IPT	Índice de polifenoles totales
Ite	Integral térmica eficaz (°C)
MAGRAMA	Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
N	Norte
ns	No significativo
O	Oeste
P	Precipitación (mm)
p	Nivel de probabilidad
Pe	Precipitación efectiva (mm)
PMP	Peso madera de poda (kg de madera de poda/cepa ó kg/m <sup>2</sup> )
P100	Peso de 100 bayas (g)
Rto.	Rendimiento (Mg/ha)
Rad	Radiación (MJ/m <sup>2</sup> )
SEAE	Sociedad Española de Agricultura Ecológica

r.p.m.	Revoluciones por minuto
S	Sur
SIAR	Sistema de información agroclimática para el regadío
SST	Sólidos solubles totales (°Brix)
Trad	Tradicional
Trad mej	Tradicional mejorado
TH <sub>2</sub>	Ácido tartárico
Tm	Temperatura media (°C)
Tmáx	Temperatura media de máxima (°C)
TMáx	Temperatura máxima (°C)
Tmín	Temperatura media de mínimas (°C)
TMín	Temperatura mínima (°C)
UTC	<i>Universal Time Coordinate</i>
UTM	<i>Universal Transverse Mercator</i>



## **ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla I.1.</b> Evolución general de la estructura soporte de la producción ecológica española .....	2
<b>Tabla I.2.</b> Distribución de la superficie de producción ecológica de vid en España ...	3
<b>Tabla II.1.</b> Características climáticas medias del periodo 2006-2011 .....	11
<b>Tabla II.2.</b> Características meteorológicas del año 2011 .....	12
<b>Tabla II.3.</b> Descripción de los horizontes del suelo.....	13
<b>Tabla II.4.</b> Características edafológicas de la parcela experimental .....	14
<b>Tabla II.5.</b> Características edafológicas de la parcela experimental .....	14
<b>Tabla II.6.</b> Características edafológicas de la parcela experimental .....	14
<b>Tabla II.7.</b> Características edafológicas de la parcela experimental .....	14
<b>Tabla II.8.</b> Distribución del riego aplicado en función del tratamiento .....	19
<b>Tabla III.1.</b> Peso de la madera de poda.....	28
<b>Tabla III.2.</b> Descomposición del rendimiento .....	30
<b>Tabla III.3.</b> Eficiencia en el uso de riego en cada tratamiento .....	32
<b>Tabla III.4.</b> Análisis del mosto en vendimia.....	33
<b>Tabla III.5.</b> Análisis del contenido de compuestos fenólicos en vendimia.....	34
<b>Tabla III.6.</b> Análisis de las vinificaciones.....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura I.1.</b> Logotipo vigente de producción ecológica en la Unión Europea.....	2
<b>Figura II.1.</b> Mapa de situación de la finca del ensayo .....	9
<b>Figura II.2.</b> Detalle de la parcela del ensayo .....	10
<b>Figura II.3.</b> Diagrama ombrotérmico del año medio (2006-2011) Estación Villa del Prado .....	12
<b>Figura II.4.</b> Esquema del diseño experimental .....	15
<b>Figura II.5.</b> Vista aérea del viñedo y de la parcela del ensayo .....	15
<b>Figura II.6.</b> Esquema de una subparcela.....	16
<b>Figura II.7.</b> Medida del potencial hídrico foliar .....	18
<b>Figura II.8.</b> Poda invernal de los tratamientos .....	20
<b>Figura II.9.</b> Vendimia de cada punto de muestreo y pesaje de la misma .....	21
<b>Figura II.10.</b> Vinificaciones de los tratamientos .....	26
<b>Figura III.1.</b> Descomposición del rendimiento .....	31
<b>Figura III.2.</b> Comparativa de la evolución semanal del potencial hídrico foliar en cada manejo de cultivo .....	32
<b>Figura III.3.</b> Evolución semanal del peso de 100 bayas .....	35
<b>Figura III.4.</b> Comparación de la evolución semanal entre el pH y la AT del mosto... 35	35
<b>Figura III.5.</b> Evolución semanal del contenido en sólidos solubles totales .....	35
<b>Figura III.6.</b> Evolución semanal del índice de polifenoles totales .....	35
<b>Figura III.7.</b> Evolución semanal del contenido en antocianos extraíbles .....	35
<b>Figura III.8.</b> Evolución semanal del contenido en antocianos totales .....	35

## **ÍNDICE GENERAL**

I. INTRODUCCIÓN.....	1
I.1. IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA .....	1
I.2. NORMATIVA DE LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA DE UVA Y VINO .....	4
I.2.1 CONCEPTO DE AGRICULTURA ECOLÓGICA .....	4
I.2.2 NORMATIVA EUROPEA.....	4
I.2.3 NORMATIVA ESPAÑOLA .....	5
I.3. INFLUENCIA DEL CULTIVO ECOLÓGICO EN LA VID .....	6
I.3.1 INFLUENCIA SOBRE EL SUELO .....	6
I.3.2 INFLUENCIA SOBRE LA PLANTA .....	6
I.3.3 INFLUENCIA SOBRE EL VINO.....	7
I.3.4 COSTES DE LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA.....	8
I.6. OBJETIVOS.....	17
II. MATERIALES Y MÉTODOS .....	9
II.1 LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO.....	9
II.2 CARACTERÍSTICAS DEL VIÑEDO. MATERIAL VEGETAL .....	10
II.2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES .....	10
II.2.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.....	10
II.2.3 CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS .....	13
II.3 PROTOCOLO EXPERIMENTAL .....	15
II.3.1 DISEÑO EXPERIMENTAL .....	15
II.3.2 DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTOS.....	16
II.3.3 CÁLCULO DEL RIEGO .....	18
II.3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS .....	19
II.4 EVALUACIÓN AGRONÓMICA .....	20
II.4.1 DESARROLLO VEGETATIVO .....	20
II.4.1.1 PESO DE LA MADERA DE PODA .....	20
II.4.2 RENDIMIENTO Y DESCOMPOSICIÓN DEL RENDIMIENTO .....	20
II.4.3 EVOLUCIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL MOSTO .....	22

II.4.3.1 TRATAMIENTO DE LA MUESTRA .....	22
II.4.3.2 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES .....	20
II.4.3.3 DETERMINACIÓN DEL pH .....	23
II.4.3.4 DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TOTAL TITULABLE .....	23
II.4.3.5 DETERMINACIÓN DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS .....	23
II.5. EVALUACIÓN ENOLÓGICA .....	26
II.5.1 VINIFICACIÓN .....	26
II.5.2 ANÁLISIS DE LAS VINIFICACIONES .....	27
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	28
III.1. RESPUESTA AGRONÓMICA .....	28
III.1.1. DESARROLLO VEGETATIVO .....	28
III.1.1.1. PESO DE LA MADERA DE PODA.....	28
III.1.2. RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES .....	30
III.1.3. EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA .....	32
III.1.4. ANÁLISIS DE MOSTO .....	33
III.2. RESPUESTA ENOLÓGICA .....	77
III.2.1. ANÁLISIS DE LAS VINIFICACIONES .....	37
IV. CONCLUSIONES .....	39
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	40

**Capítulo I.**  
**INTRODUCCIÓN**

# I. INTRODUCCIÓN

## I.1. IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA

Entre el año 2000 y el 2010 la superficie ecológica mundial ha crecido un 148,6%, de 14,9 a 37 millones de hectáreas. España se encuentra en quinto lugar mundial en superficie de cultivo ecológico con 1,5 millones de hectáreas y con 2.747 elaboradores en 2010 (MAGRAMA, 2012).

Además, nuestro es el tercer país en exportación de materias primas y productos ecológicos, con un valor de 454 millones de euros en 2010. Por otro lado, Estados Unidos es el mayor importador mundial de alimentos ecológicos (45%) junto con Alemania (14%).

Hay que destacar que los países de la eurozona que más consumen este tipo de productos son Suiza, Dinamarca y Austria con un valor de 153, 142 y 118 euros por habitante y año frente a Noruega, Irlanda y España con 28, 23 y 20 euros por habitante y año, respectivamente.

Las tendencias generales en el mercado mundial de los productos ecológicos han cambiado recientemente:

- En los últimos 4 ó 5 años el mercado mundial de productos ecológicos ha crecido significativamente en todos los grandes mercados consumidores (con un promedio del 8% de crecimiento, exceptuando el Reino Unido cuyo mercado se ha reducido)
- Los grandes mercados como EEUU, Canadá, Alemania, Francia, Italia y Suiza, han crecido con mucha fuerza, y los expertos auguran nuevos crecimientos en la próxima década.

- En mercados como China, el consumo de productos ecológicos se ha multiplicado por 4 en los últimos cinco años; y en Brasil se registraron crecimientos anuales del 40%; en los principales países asiáticos se prevén crecimientos del 20%.
- En este contexto, interesa observar el comportamiento de mercados como EEUU, Alemania, Francia, Reino Unido, Italia y Suiza.

Desde el punto de vista productivo, la evolución de superficie ecológica, así como el número de productores y operadores ha sufrido un fuerte incremento en los últimos años (Tabla I.1).

**Tabla I.1.** Evolución general de la estructura soporte de la producción ecológica española

	AÑOS DE REFERENCIA					
	1991	1995	2000	2005	2009	2011
Superficie ecológica inscrita (000 Has)	4,23	24,08	380,92	807,57	1.602,87	1.845,04
Nº total de operadores	396	1233	14060	17509	27.756	36.364
Nº total de productores ecológicos	346	1042	13394	15693	25.291	32.206
Superficie promedio por productor (Has)	12,23	23,11	28,44	51,46	63,38	57,29

FUENTE: PRODESCON, S.A. a partir de datos MAGRAMA

En referencia al tipo de industria transformadora de productos ecológicos, las bodegas de producción ecológica así como embotelladoras, han aumentado hasta ser 456 debido a un incremento del 80,5% de la producción de uva entre los años 2009 y 2011.

Así pues, esta industria representó el 16,5% del total de establecimientos industriales o de elaboración de productos de agricultura sostenible. El mayor número de bodegas o embotelladoras ecológicas se sitúa en Cataluña, con 86 empresas. Le siguen a continuación en cuanto a número de firmas Castilla-La Mancha, con 60; la C. Valenciana, con 59 y Andalucía, con 41 empresas.

En cuanto a la superficie dedicada al cultivo ecológico en España, la vid ocupa el cuarto lugar por detrás de los cereales y el olivar. Sólo en 2011, la producción de uva ecológica fue de 162.000 toneladas.

A pesar de que actualmente la superficie dedicada al viñedo en ecológico se incrementa cada año, en líneas generales hay una tendencia a la baja en la superficie dedicada al viñedo en España (19,95% durante el periodo 2000-2012). Según encuestas del Ministerio de Agricultura en el año 2012, la superficie actual es de 967.055 hectáreas.

Como ocurre en la superficie de viñedo en España, la comunidad autónoma con mayor extensión y producción de viñedo ecológico es Castilla La Mancha.

**Tabla I.2.** Distribución de la superficie de producción ecológica de vid en España (2011)

CCAA	Superficie inscrita (ha)	Superficie productiva (ha)	Producción (toneladas)
Castilla La Mancha	47.690	12.976	72.660
Región de Murcia	10.418	8.944	32.640
Comunidad Valenciana	6.810	3.489	15.203
Cataluña	5.316	2.689	21.183
Extremadura	2.259	737	3.391
Castilla y León	2.044	1.065	5.659
Navarra	977	787	2.752
Aragón	954	551	1.282
Andalucía	804	485	1.940
La Rioja	501	275	1.797
Islas Canarias	359	315	0
Islas Baleares	343	268	2.473
Comunidad de Madrid	279	211	285
País Vasco	209	87	563
Galicia	54	35	120
<b>Total España</b>	<b>79.017</b>	<b>32.914</b>	<b>161.948</b>

FUENTE: PRODESCON, S.A. a partir de datos MAGRAMA



## **I.2. NORMATIVA DE LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA DE UVA Y VINO**

### **I.2.1. CONCEPTO DE AGRICULTURA ECOLÓGICA**

La agricultura ecológica se define como:

“La agricultura ecológica es un sistema de producción que mantiene y mejora la salud de los suelos, los ecosistemas y las personas. Se basa fundamentalmente en procesos ecológicos, la biodiversidad y los ciclos adaptados a las condiciones locales, sin usar insumos que tengan efectos adversos. La agricultura orgánica combina tradición, innovación y ciencia para favorecer el medio ambiente que compartimos y promover relaciones justas y una buena calidad de vida para todos los que participan en ella” (IFOAM, 2008).

### **I.2.2. NORMATIVA EUROPEA**

La primera normativa aparece en 1991 con el **Reglamento (CEE) n° 2092/1991** del Consejo, sobre producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios de origen vegetal. Este Reglamento constituye el reconocimiento legal de esta agricultura en el ámbito comunitario y fija las directrices de producción y transformación, así como las normas de control en todos los procesos.

El 19 de julio de 1999, el Consejo aprueba el **Reglamento (CE) n° 1804/1999**, en el que se fijan las normas comunitarias relativas a la producción de productos ecológicos de origen animal.

Se realizaron modificaciones de reglamentos anteriores hasta la publicación del **Reglamento (CE) N° 834/2007** del Consejo de 28 de junio de 2007 sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el Reglamento (CEE) n° 2092/91. Además, se establecen las directrices para la elaboración de “vino procedente de uvas ecológicas”

Por último, el 8 de marzo de 2012 se publica el **Reglamento de Ejecución (UE) N° 203/2012 de la Comisión** que modifica el Reglamento (CE) n° 889/2008, por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) n° 834/2007 del Consejo, en lo que respecta a disposiciones de aplicación referidas al vino ecológico.



**Figura I.1** Logotipo vigente (julio de 2010) de producción ecológica en la Unión Europea

### **I.2.3. NORMATIVA ESPAÑOLA**

En España publica el **Real Decreto 1852/93** sobre producción agrícola ecológica, en el que se reconoce a las Comunidades Autónomas su plena competencia para aplicar directamente el reglamento europeo y dictar las normas necesarias para su obligado cumplimiento.

## **I.3. INFLUENCIA DEL CULTIVO ECOLÓGICO EN LA VID**

### **I.3.1. INFLUENCIA SOBRE EL SUELO**

Los suelos manejados bajo cultivo ecológico tienen mayor contenido de humus, mayor estabilidad física, mayor conservación de la fertilidad, mayor capacidad de retención de agua, mayor actividad biológica, más biomasa, mejor estructura del suelo y mayor población de hongos micorrízicos simbióticos (Hole *et al.*, 2005; Wells *et al.*, 2000). También se ha visto que aumenta el contenido en carbono orgánico y el secuestro de CO<sub>2</sub> en el suelo (Gattinger *et al.*, 2012; Pimentel *et al.*, 2005). La actividad microbiana también se ve favorecida y lo que ayuda a mantener la salud del suelo y mejorar la absorción de nutrientes por las plantas (Lavelle, 1997). Además, el pH del suelo tiende a aumentar con los sistemas de manejo orgánicos (Fließbach *et al.*, 2007).

Algunas prácticas orgánicas tienen efectos negativos sobre los suelos. El principal resultado fue que las prácticas orgánicas aumentaron la densidad de nematodos del suelo (Coll *et al.*, 2012). Algunos autores sugieren que el suelo bajo la gestión convencional es menos capaz de sostener mesofauna en comparación con los suelos bajo manejo orgánico (Wheeler y Crisp, 2011).

### **I.3.2. INFLUENCIA SOBRE LA PLANTA**

Los rendimientos de los cultivos son un 20% menor en los sistemas orgánicos, aunque la entrada de los fertilizantes y la energía se reduce entre un 34-53% y la entrada de pesticidas en un 97% (Mäder *et al.*, 2002; La Torre *et al.*, 2011). Al inicio de la conversión de manejo tradicional a ecológico se reduce el rendimiento en un 9% y luego tiende a estabilizarse (Wheeler y Crisp, 2011).

En la implantación de un nuevo viñedo utilizando métodos puramente orgánicos puede ser más difícil, costoso y entrada en producción más lenta que por medios convencionales debido a que los abonos químicos son más eficientes y aportan

nutrientes altamente disponibles para los viñedos jóvenes. El establecimiento y crecimiento inicial es más lento (McCoy y Parlevliet, 2001).

La calidad de uvas tintas en producción ecológica es mayor que en viticultura convencional, aunque no así en uvas blancas (Wheeler y Crisp, 2011).

### **I.3.3. INFLUENCIA SOBRE EL VINO**

La evidencia empírica sugiere que los alimentos producidos orgánicamente tienen menores niveles de sustancias contaminantes (Reganol *et al.*, 2010). También se produce un el aumento del contenido en antioxidantes (Benbrook, 2005), el aumento de los metabolitos fenólicos (Tarozzi *et al.*, 2006) y niveles más bajos de nitratos (Woese *et al.*, 1997). Hassall *et al.* (2005) encontraron niveles más altos de azúcar en las variedades de cultivo ecológico que las variedades de uva con cultivo convencional. También tienen contenidos significativamente más altos en vitamina C, hierro, magnesio y fósforo (Worthington, 2001).

Según un estudio realizado por FIBL y la Universidad de Bourgogne en Dijon, mostró que los vinos ecológicos tienen niveles medios mayores de resveratrol.

### **I.3.4. COSTES DE LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA**

Al principio de la conversión de convencional a ecológico, se produce un incremento del 10% en los costes de producción por mano de obra y mantenimiento del suelo. (Wheeler y Crisp, 2011).

Mäder *et al.* (2002) consideran que la energía necesaria para producir una unidad de materia seca es un 20-56% menor que en convencional y en consecuencia coste de producción es un 36-53% más bajo por unidad de superficie.

## **I.5. OBJETIVOS DEL TRABAJO**

Las nuevas orientaciones de la PAC tratan de corregir los desequilibrios del modelo productivista, desincentivando la producción y fomentando una agricultura más respetuosa con el medio ambiente en el marco de un desarrollo sostenible. Por otro lado, cada vez hay una mayor restricción en cuanto a las materias activas muy contaminantes empleadas en los productos fitosanitarios que implican métodos de lucha alternativa y/o preventiva adecuados en cada caso.

Además, la creciente necesidad de exportar los vinos producidos en España por el descenso acusado del consumo interno, hace plantearse estrategias de comercialización que aporten valor añadido al producto.

De igual manera, analizaremos las posibles alternativas de cultivo para conseguir disminuir el pH de los vinos e incrementar la acidez total, problema de acusada importancia en la viticultura de zonas cálida, como es el caso de España.

En base a las premisas anteriores, el propósito de este trabajo es:

- Analizar las consecuencias del cultivo ecológico en la vid, en base a la producción y calidad de la uva
- Conocer la respuesta del cultivo en las técnicas agronómicas aplicadas
- Evaluar el potencial enológico

**Capítulo II.**  
**MATERIALES Y MÉTODOS**

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### II.1. LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO

El ensayo se realizó en las *Bodegas Arrayán*, en la finca “La Verdosa”, en el paraje Montes El Alamín, perteneciente al término municipal de Santa Cruz del Retamar (Toledo). Se localiza en las coordenadas 40° 10′ 08,1″ N y 04°19′00,6″ O (0387869 (x) – 4447338 (y)).

La finca dispone de una superficie de viñedo de 29,6 hectáreas dividido en 6 parcelas donde se cultivan las variedades Syrah, Cabernet Sauvignon, Merlot y Petit Verdot. Perteneció a la Denominación de Origen Méntrida (Toledo)



Figura II.1. Mapa de situación de la finca del ensayo

## II.2. CARACTERÍSTICAS DEL VIÑEDO. MATERIAL VEGETAL

### II.2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

La parcela del ensayo está plantada en el año 2001 con la variedad Syrah (clon 300) sobre pie R140/101. La finca se encuentra a una altitud de 514 metros, en la pendiente de una planicie (7%).



**Figura II.2.** Detalle de la parcela del ensayo

El marco de plantación es de 1,8 x 3 metros (3704 cepas/hectárea), con dos plantas en cada punto de plantación y poda en cordón unilateral, con una altura de formación de 1,1 metros. La orientación de las filas es Norte-Sur. El riego se efectúa por goteo con un caudal de 2,2 L/h con una distancia entre goteros de 0,6 metros (Figura II.2).

### II.2.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

La estación meteorológica consultada es la de Villa del Prado (Madrid), perteneciente a la red SIAR-MAGRAMA, con coordenadas UTM 391839 X y 4456610 Y. La climatología es de tipo Continental – Mediterráneo, según la clasificación climatológica de Papadakis .



**Tabla II.1.** Características climáticas medias del periodo 2006-2011

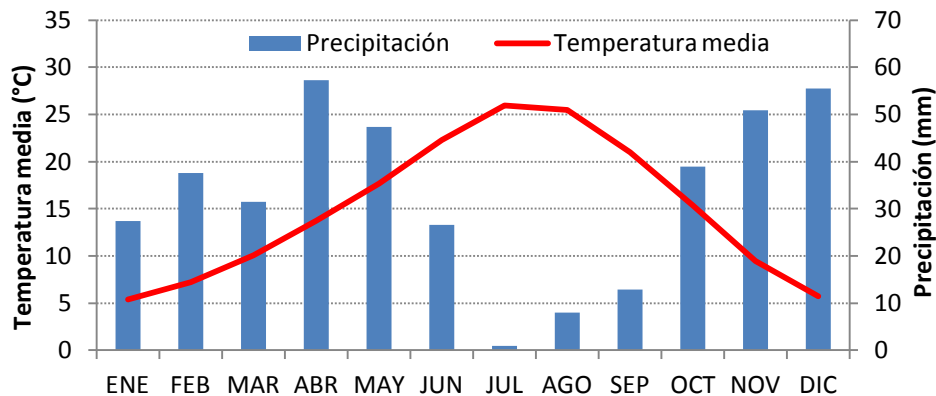
	Tmed (°C)	Tmáx (°C)	TMax (°C)	Tmín (°C)	TMin (°C)	HR (%)	Rad (MJ/m <sup>2</sup> )	P (mm)	ETo (mm)	ITe (°C)
ENE	5,4	10,9	20,4	0,6	-7,1	81,5	6,7	27,37	26,60	
FEB	7,2	13,5	21,3	1,5	-6,3	74,9	9,9	37,5	40,68	
MAR	10,1	16,9	25,1	1,9	-4,5	64,6	15,0	31,5	77,97	
ABR	13,8	20,9	30,4	6,7	-1,6	64,1	19,4	57,3	103,42	118
MAY	17,6	25,0	35,7	10,0	1,9	56,8	23,5	47,3	142,46	237
JUN	22,3	30,1	39,1	13,6	7,8	48,1	25,9	26,5	170,28	370
JUL	26,0	34,4	39,5	16,1	10,0	34,6	27,7	0,9	205,02	495
AGO	25,5	34,0	40,0	16,1	8,5	37,6	24,2	8,0	180,18	480
SEP	21,0	29,1	39,6	13,0	5,2	49,8	18,7	12,9	116,95	330
OCT	15,4	22,9	33,2	8,7	-1,6	63,6	12,8	39,0	68,55	169
NOV	9,4	15,8	24,7	3,8	-9,6	75,8	8,3	50,9	33,92	
DIC	5,7	11,4	18,9	0,9	-9,7	79,6	6,4	55,5	24,10	
<b>ANUAL</b>	<b>15,0</b>	<b>22,1</b>	<b>40,0</b>	<b>7,7</b>	<b>-9,7</b>	<b>60,9</b>	<b>16,6</b>	<b>394,9</b>	<b>1190,1</b>	<b>2199</b>

Fuente: Estación meteorológica Villa del Prado, Madrid (SIAR-MAGRAMA). Tmed: Temperatura media (°C); Tmáx: Temperatura media de máximas (°C); TMax: Temperatura máxima (°C); Tmín: Temperatura media de mínimas (°C); TMin: Temperatura mínima (°C); HR: Humedad relativa media (%); Rad: Radiación media (MJ/m<sup>2</sup>); P: Precipitación (mm); ETo: Evapotranspiración (mm); ITe: Integral térmica eficaz (°C).

Las temperaturas medias de julio y agosto para el periodo 2006-2011 fueron de 25,98 °C y 25,48 °C respectivamente, con una precipitación media anual de 395 mm (Tabla II.1.; Figura II.3).

La integral térmica eficaz fue de 2199 °C y se enmarca dentro de la zona IV de Winkler (1927- 2204 °C), donde son posibles los vinos naturales dulces, pero en los años cálidos los frutos de variedades más aceptables tienden a ser de baja acidez. Los vinos blancos comunes y tintos de mesa son satisfactorios si se producen de variedades con acidez alta. Es zona de posible riego.

En el año 2011, las temperaturas medias del mes de julio, agosto y septiembre fueron 25,25 °C, 25,22 °C y 21,47 °C, respectivamente. Se produjo una precipitación de 452 mm y una integral térmica eficaz de 2343 °C (zona V Winkler: más de 2204 °C).



**Figura II.3.** Diagrama ombrotérmico año medio (2006-2011). Estación Villa del Prado.

**Tabla II.2.** Características meteorológicas del año 2011

	Tmed (°C)	Tmáx (°C)	TMáx (°C)	Tmín (°C)	TMín (°C)	HR (%)	Rad (MJ/m <sup>2</sup> )	P (mm)	ET <sub>0</sub> (mm)	ITe (°C)
ENE	5,8	11,2	16,6	1,5	-7,1	81,5	6,8	47,6	24,9	
FEB	7,7	15,0	21,3	0,9	-2,9	70,3	11,8	35,3	45,9	
MAR	10,1	15,4	23,0	4,8	-1,6	70,7	12,3	72,7	66,0	
ABR	16,1	23,3	27,9	9,6	5,2	64,7	20,6	63,9	31,5	182
MAY	19,2	26,8	33,2	11,7	5,3	61,1	24,2	31,6	142,6	286
JUN	22,9	30,9	39,0	13,7	8,3	46,7	27,9	48,6	177,1	388
JUL	25,3	33,5	37,3	15,8	10,5	36,3	28,6	0,0	207,7	473
AGO	25,2	33,9	38,9	15,9	8,5	43,4	24,2	21,8	174,4	472
SEP	21,5	30,8	36,1	12,5	6,6	44,3	20,8	0,0	125,0	344
OCT	16,4	25,5	33,2	8,3	3,1	54,8	14,9	30,8	75,7	198
NOV	10,9	16,3	21,9	6,7	-0,2	82,1	7,5	86,5	31,2	
DIC	5,9	12,5	18,9	0,5	-3,9	80,4	7,4	13,2	25,1	
<b>ANUAL</b>	<b>15,6</b>	<b>22,9</b>	<b>39,0</b>	<b>8,5</b>	<b>-7,1</b>	<b>61,4</b>	<b>17,2</b>	<b>451,8</b>	<b>1206,3</b>	<b>2343</b>

Fuente: Estación meteorológica Villa del Prado, Madrid (SIAR-MAGRAMA). Tmed: Temperatura media (°C); Tmáx: Temperatura media de máximas (°C); TMáx: Temperatura máxima (°C); Tmín: Temperatura media de mínimas (°C); TMín: Temperatura mínima (°C); HR: Humedad relativa media (%); Rad: Radiación media (MJ/m<sup>2</sup>); P: Precipitación (mm); ET<sub>0</sub>: Evapotranspiración (mm); ITe: Integral térmica eficaz (°C).

En esta zona se dan los vinos de mesa blancos y tintos comunes pueden hacerse con variedades de acidez alta. Los vinos para postre pueden ser muy buenos. Es zona de riego.

### II.2.3. CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS

El material de partida es la arcosa (arenisca de cuarzo), con buen drenaje y sin pedregosidad. Tiene erosión laminar intensa y salinidad nula.

Su clasificación taxonómica es según la FAO Haplic Cambisol (Dystric, Novic) y Typic Dystroxerept según Soil Taxonomy.

**Tabla II.3.** Descripción de los horizontes del suelo

A <sub>p</sub>	0-17 (cm)	Color: pardo claro, 10YR 6/3 (seco); pardo claro, 7.5 YR 6/3 (húmedo). Estructura: fuerte, en bloques subangulares, gruesa. Consistencia: no adherente, no plástica, muy firme y muy dura. Pocas raíces de todos los tamaños. Pedregosidad: 1%. Límite con el horizonte inmediato: gradual y plano.
B <sub>w</sub>	17-54 (cm)	Color: pardo amarillento claro, 10 YR 6/4 (seco); pardo, 7.5 YR 4/3 (húmedo). Estructura: fuerte, en bloques subangulares, gruesa. Consistencia: no adherente, plástica, firme y ligeramente dura. Pocas raíces medianas y pequeñas. Frecuentes poros finos. Pedregosidad: 0%. Límite con el horizonte inmediato inferior: gradual y ondulado.
C	>54 (cm)	Color: pardo amarillento, 10 YR 5/6 (seco); pardo, 10 YR 4/3 (húmedo). Estructura: moderada en bloques subangulares, mediana. Consistencia: no adherente, ligeramente plástica, friable y blanda. Sin raíces. Muchos poros gruesos. Pedregosidad: 0%.

**Tabla II.4.** Características edafológicas de la parcela experimental

Horizonte	Grava (%)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clasificación
A <sub>p</sub>	9,7	77,5	6,7	15,8	Franco-arenosa
B <sub>w</sub>	1,2	53,4	16,9	29,7	Franco-arcillo-arenosa
C	12,5	53,5	20,7	25,2	Franco-arcillo-arenosa

**Tabla II.5.** Características edafológicas de la parcela experimental

Horizonte	pH H <sub>2</sub> O (1:2,5)	pH KCl (1:2,5)	C.E. (dS/m)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Caliza activa (%)	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )
A <sub>p</sub>	5,5	4,7	0,30	-	-	1,14
B <sub>w</sub>	5,4	4,7	0,15	-	-	-
C	6,7	5,2	0,14	-	-	-

**Tabla II.6.** Características edafológicas de la parcela experimental

Horizonte	M.O. (%)	N (%)	C/N	P Olsen (ppm)	Cationes de cambio (cmol <sup>+</sup> /g)				C.I.C. (cmol <sup>+</sup> /kg)	% V
					Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>		
A <sub>p</sub>	2,2	0,061	16,1	17,3	7,1	2,3	0,3	0,6	24,4	42,3
B <sub>w</sub>	1,0	0,028	15,7	11,0	9,8	3,8	0,2	0,7	25,5	56,8

**Tabla II.7.** Características edafológicas de la parcela experimental

Horizonte	Elementos mayoritarios (g/kg)									
	Na	Mg	Al	Si	P	S	K	Ca	Fe	Mn
A <sub>p</sub>	3,0	5,9	70,5	329,6	0,6	0,7	43,2	5,2	13,4	0,4
B <sub>w</sub>	2,2	10,1	95,0	292,6	0,6	0,2	36,6	5,7	30,1	0,3
C	2,5	10,7	91,9	292,8	0,5	0,2	32,1	6,9	29,4	0,2

### III. 3. PROTOCOLO EXPERIMENTAL

#### III.3.1. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental se dispuso en tres bloques o repeticiones, en los que el tratamiento (manejo de cultivo) se distribuye al azar (Figura II.4).

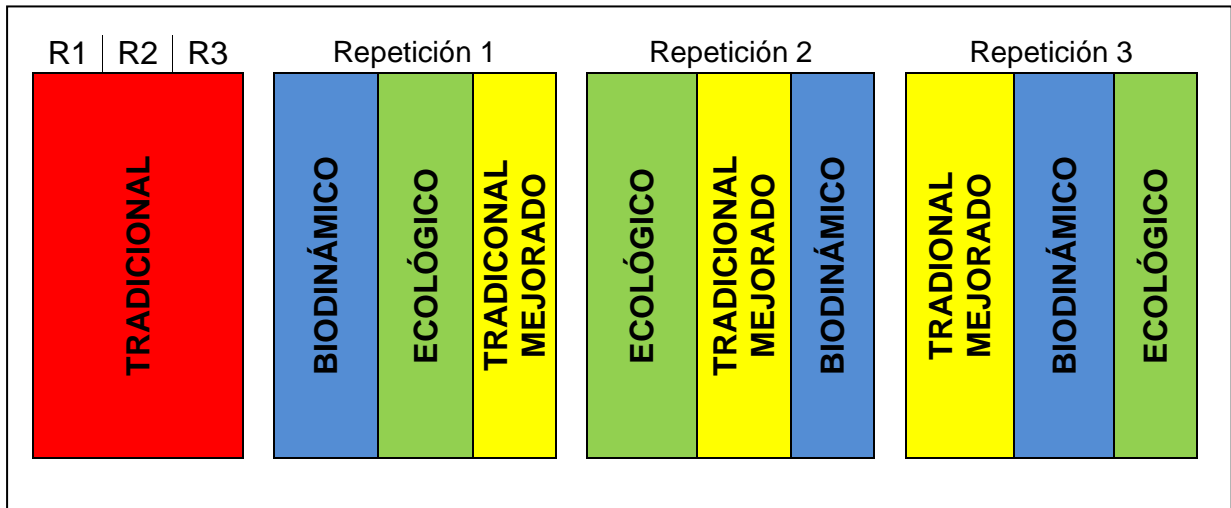


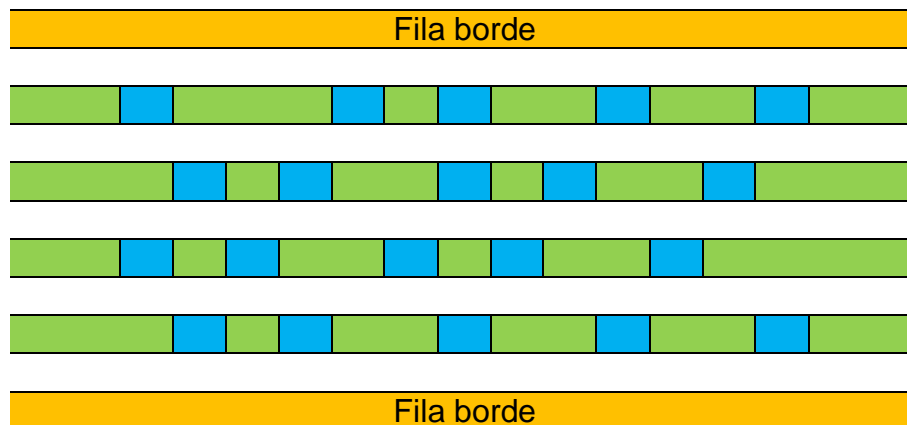
Figura II.4. Esquema del diseño experimental

La parcela del ensayo tiene una superficie aproximada de dos hectáreas. Cada tratamiento se compone de seis filas, cuatro de control y dos de borde (Figura II.5).



Figura II.5. Vista área del viñedo y de la parcela del ensayo (rojo).

Para el seguimiento de maduración, se muestreó en cada subparcela a lo largo de las filas (*strip plot*) de forma aleatoria y al azar. Para el estudio del desarrollo vegetativo y la respuesta agronómica, se marcaron 5 puntos de muestreo (2 cepas en cada punto) en cada fila de control de cada subparcela (Figura II.6).



**Figura II.6.** Esquema de una subparcela. Los puntos de control (color azul) se distribuyen a lo largo de las filas control (color verde), excluyendo las filas borde (color naranja)

El criterio para elegir dichos puntos de muestreo fue que las cepas estuviesen sanas, que presentasen homogeneidad y fueran representativas del conjunto de cada tratamiento. Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente como un diseño factorial totalmente al azar.

### III.3.2. DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTOS

Los tratamientos planteados en el ensayo son los siguientes: manejo tradicional (rojo), manejo tradicional mejorado (amarillo), biodinámico (azul) y ecológico (verde).

- **Manejo tradicional**

Es el que se realiza en la finca. El manejo del suelo será de aplicación de herbicida en la línea (pre-emergencia o post-emergencia según desarrollo) y en la calle arado.

En las cepas, la vegetación se dispuso en forma desparramada o *sprawl*. Se aplicó abono foliar (N-P-K Mg+Microelementos 30-10-10 Mg+Micro, a razón de 4,8 kg/ha). Debido a la aparición de mildiu, se hizo un tratamiento anti-mildiu sistémico.

- **Manejo tradicional mejorado**

La vegetación se dispuso de forma desparramada o *sprawl* y se dejó una carga mayor, ya que en la poda de invierno sólo se realizó con prepodadora. El manejo del suelo fue con herbicida en la línea y la cubierta vegetal espontánea. Se aplicó abono foliar cuando se consideró oportuno (N-P-K Mg+Microelementos 30-10-10 Mg+Micro, a razón de 4,8 kg/ha). Debido a la aparición de mildiu, se hizo un tratamiento anti-mildiu sistémico.

- **Manejo ecológico**

Se realizó laboreo racional en la calle y en la línea de manera superficial durante el periodo de actividad de la vid. También se incorporó abono orgánico (4000 kg/ha de estiércol de oveja) y los tratamientos preventivos contra mildiu y oídio (azufre y cobre). Debido a la aparición de mildiu, se hizo un tratamiento con cobre para frenar el desarrollo de la enfermedad.

- **Manejo biodinámico**

Se aplicaron los Preparados 500 (boñiga en cuerno) en el desborre y 501 (sílice en cuerno) después de vendimia (Joly, 2008; Masson, 2009). Ambas aplicaciones se realizaron con mochila. También se incorporó abono orgánico (4000 kg/ha de estiércol de oveja). El mantenimiento del suelo fue el mismo que en el tratamiento ecológico. Debido a la aparición de mildiu, se hizo un tratamiento con cobre. Todas las operaciones se realizaron teniendo en cuenta el momento óptimo de aplicación (día flor, raíz, hoja o fruto).

### II.3.3 CÁLCULO DEL RIEGO

El cálculo de riego se realizó mediante las necesidades requeridas por la planta en función de su estado hídrico. Para ello se midió el potencial hídrico foliar ( $\Psi_f$ ) de la planta a las 11 horas UTC (*Universal Time Coordinate*). Las medidas se realizaron semanalmente con una cámara de presión tipo *Scholander* en hojas adultas, sanas y bien expuestas a la radiación solar. La hoja seleccionada se embolsó, se cortó por el peciolo y se introdujo en la cámara de presión para medir el potencial, con una velocidad de  $0,02 \text{ MPa s}^{-1}$  (Figura II.7).



**Figura II.7.** Medida del potencial hídrico foliar. Corte de la hoja (izda.) y medida en la cámara de presión (dcha.)

Se midió en los cuatro tratamientos para conocer el estado hídrico de la planta en cada uno de ellos y así aplicar el riego diferencialmente. Esta medición se realizó el día antes de aplicarse el riego, en condiciones más estresantes.

El riego se efectuó según los valores fijados de potencial hídrico foliar ( $-1,4 \text{ MPa}$ ), teniendo en cuenta los datos meteorológicos de la semana anterior y con el cálculo de las necesidades de riego ( $ET_c = ET_0 \cdot k_c$ ). El periodo de riego fue desde el 24 de junio hasta el 31 de agosto.

El riego aplicado en cada tratamiento fue distinto en base a las necesidades hídricas de para cada uno (Tabla II.8).



**Tabla II.8.** Distribución del riego aplicado en función del tratamiento

	<b>Horas de riego</b>	<b>Aplicación (mm)</b>
Biodinámico	100	122
Ecológico	100	122
Tradicional	96	117
Tradicional mejorado	113	138

### II.3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

En cada subparcela hay 5 puntos de muestreo en cada fila control con dos plantas, lo que supone un total de 40 cepas.

Se realizó el análisis de la varianza para un diseño de bloques al azar con un factor (manejo del cultivo).

La significación de dichos análisis (ANOVA) se terminó para los niveles de probabilidad  $p < 0,05$  (\*),  $p < 0,01$  (\*\*) y  $p < 0,001$  (\*\*\*). Para demostrar las diferencias significativas, realizó la comparación de medias con el Test de Duncan para un 0,05 nivel de significación.

El programa utilizado en todos los análisis estadísticos fue SPSS, versión 15 (IBM Company).

## II.4. EVALUACIÓN AGRONÓMICA

### II.4.1. DESARROLLO VEGETATIVO

#### II.4.1.1. PESO DE LA MADERA DE PODA

El peso de la madera de poda es una medida que permite conocer el desarrollo vegetativo de las cepas. Está muy relacionado con la superficie foliar de las cepas. Para ello se realizó en los cuatro tratamientos.



**Figura II.8.** Poda invernal de los tratamientos

Para ello, se pesó la madera de poda de cada punto de muestreo de cada subparcela independientemente, las mismas cepas de donde se evaluó la cosecha. Se determinaron los kg de madera de poda/cepa, g/sarmiento y kg madera de poda/m<sup>2</sup>.

El peso se midió con un dinamómetro (Pesola ®) de 50 de sensibilidad y 5 kg de pesada.

### II.4.2. RENDIMIENTO Y DESCOMPOSICIÓN DEL RENDIMIENTO

Una vez se alcanzó el punto óptimo de madurez sacarimétrica (24 °Brix) se vendimió cada punto de muestreo. Se contaron los sarmientos, los racimos de cada punto y se pesaron individualmente para obtener la descomposición del rendimiento medio de cada subparcela y de cada tratamiento.



**Figura II.9.** Vendimia de cada punto de muestreo (izda.) y pesaje de la misma (dcha.)

Para esta medida, se utilizó una báscula electrónica (Gram® PM-60) de 60 kg de pesada máxima y con una sensibilidad de 0,01 kg, así como cajas específicas de vendimia previamente etiquetadas (Figura II.9).

A partir de esta medida, se obtuvieron los parámetros de rendimiento, fertilidad, cuajado así como el peso de 100 bayas.

## **II.4.3. EVOLUCIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL MOSTO**

### **II.4.3.1. TRATAMIENTO DE LA MUESTRA**

Desde enero hasta vendimia, se muestrea semanalmente los distintos tratamientos para conocer la evolución en la maduración de las uvas. Para ello, se cogían 100 bayas para análisis del mosto y 160 bayas para evaluar el contenido en polifenoles al azar a lo largo de la subparcela. Dichas bayas se embolsaron y conservaron refrigeradas hasta su posterior análisis en el laboratorio.

Al llegar al laboratorio, pesamos las muestras y dividiendo entre las bayas muestreadas obtenemos el peso de 100 bayas. Posteriormente, se prensan las 100 bayas manualmente con un pasapuré para obtener el mosto, excluyendo las pepitas y hollejos. Después se centrifuga a 3500 r.p.m. durante 4 minutos, al cabo de los cuales se recoge el sobrenadante que posteriormente analizaremos.

### **II.4.3.2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES**

El contenido en sólidos solubles totales (SST) representa el grado de maduración sacarimétrica de las bayas y por consiguiente ayuda a predecir el momento de vendimia así como el grado alcohólico probable que tendrá el futuro vino.

Para su determinación se utiliza un refractómetro que detecta el ángulo de desviación de luz y mediante este calcula la concentración de azúcares en la muestra. El resultado se expresa en °Brix, que representa el porcentaje de sacarosa en el mosto (g/100 mL o g/100g de mosto).

En la medición se emplearon unas gotas del sobrenadante, previamente obtenido, en un refractómetro Atago® modelo Pallette.

### II.4.3.3. DETERMINACIÓN DEL pH

La importancia del pH es determinante puesto que selecciona los microorganismos que pueden desarrollarse en el mosto. Del mismo modo, influye sobre el color del vino ya que los antocianos son rojos a pH ácido y tienden a naranja-amarillentos a pH más altos. También influye en el potencial de oxidación-reducción del vino y la relación entre sulfuroso libre y combinado. Dicha medida se realiza con un pH-metro. El pH-metro utilizado fue de la marca CRISON, modelo 2000.

### II.4.3.4. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TOTAL TITULABLE

Para conocer el desarrollo en la maduración de las bayas es muy importante la evolución de la acidez en el mosto, ya que en el supuesto de ser baja debe ser corregida en bodega.

Para su determinación se empleó un valorador automático METROHM®, modelo 848 Tritino Plus, el cual realiza una valoración ácido-base utilizando como reactivo valorante hidróxido sódico (NaOH) a una concentración de 0,1 N hasta pH 8,2 con 10 mL de mosto.

La acidez total viene expresada en g/L de ácido tartárico, expresada en la siguiente ecuación:

$$\text{g TH}_2/\text{L} = 0,75 \cdot V_{\text{NaOH gastado}} \text{ (mL)} \quad \text{[Ec. 1]}$$

### II.4.3.5. DETERMINACIÓN DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS

Para estimar la composición fenólica de la baya se utilizó el método de extracción propuesto por Glories y Augustin (1993). El método consiste extraer rápidamente los antocianos de las películas, por una parte en condiciones

suaves y por otra en condiciones más extremas, permitiendo romper las barreras de difusión.

La determinación de las concentraciones de antocianos totales y extraíbles se realizó por el método de decoloración por sulfuroso (Ribereau-Gayon y Stonestreet, 1965).

Para ello, se emplean dos disoluciones, una a pH 1 (HCl 0,1 N) para la extracción de los antocianos totales, y otra a pH 3,2 (solución de ácido tartárico 5 g/L) para la extracción de los antocianos extraíbles.

La muestra de 160 bayas se trituró de forma grosera durante dos minutos con una batidora de vaso (Turbo blender, Princess). A partir de la pasta obtenida se obtuvieron dos muestras de 50 mL, determinando la densidad a través del °Brix de la pasta. A una muestra se le adicionaron 50 mL de solución a pH 1 (HCl 0,1 N) y a la otra muestra se le adicionaron 50 mL de solución a pH 3,2 (solución de ácido tartárico 5 g/L), se agitaron manualmente y se esperaron cuatro horas. Pasado este tiempo se infiltraron las muestras con lana de vidrio. De esta forma se obtuvieron una muestra a pH 1 y otra a pH 3,2.

Para determinar el índice de polifenoles totales (IPT) se realizó una dilución en la que a 1 mL de la muestra de pH 3,2 se le añadieron 39 mL de agua destilada, y se midió la absorbancia a 280 nm, en una cubeta de cuarzo de 1 cm de paso, con un espectrofotómetro (P Selecta Spectrophotometer UV-2005). El índice de polifenoles totales se calculó según la siguiente ecuación:

$$\text{IPT} = 40 \times 2 \times A_{280} \quad \text{[Ec. 2]}$$

Donde:

$$A_{280} = \text{absorbancia a 280 nm}$$

NOTA: 40 y 2 son los factores de dilución anteriores a la medida.

La determinación de las concentraciones de antocianos totales y extraíbles se realizó el siguiente procedimiento. Del filtrado a pH 1 (antocianos totales), o del filtrado a pH 3,2 (antocianos extraíbles), se tomaba 1 mL y se le añadía 1 mL de etanol 0,1% de HCl y 20 mL de HCl 2%. De esta solución se obtenían dos volúmenes de 10 mL. Al primero se le añadían 4 mL de agua destilada (muestra), y el segundo se decoloraba mediante la adición de 4 mL de metabisulfito sódico (muestra decolorada). Estas dos muestras se dejaban reposar 20 minutos y después se realizaban las medidas de absorbancia a 520 nm en el espectrofotómetro modelo (P Selecta Spectrophotometer UV-2005).

Las medidas se realizaron con cubetas de plástico de 1 cm de paso. La concentración de antocianos, totales o extraíbles, se expresa en mg malvidina/L y se obtiene de la siguiente ecuación:

$$\text{Antocianos totales o extraíbles (mg malvidina/L)} = 2 \times 875 \times (A_{520} \text{ muestra} - A_{520} \text{ blanco})$$

**[Ec. 3]**

Donde:

$A_{520}$  muestra: absorbancia de la muestra

$A_{520}$  blanco: absorbancia de la muestra decolorada con sulfuroso a 520 nm

875: coeficiente de extinción de la malvidina

## II.5. EVALUACIÓN ENOLÓGICA

### II.5.1. VINIFICACIÓN

Una vez realizada la vendimia de los distintos tratamientos y subparcelas, se trasladó la uva a la bodega donde realizó las vinificaciones. Se realizó una vinificación por tratamiento, con uva procedente de las tres repeticiones.

Durante la noche posterior a la vendimia, se introdujeron las cajas de vendimia con la uva en cámara frigorífica a 4 °C. Posteriormente, se encubaron 180 kg de uva en cada barrica (de 225 L) por tratamiento y repetición, con un total de 12, y se procedió a la fermentación con la barrica abierta, tapada con plástico (Figura II.10). Se corrigieron con 200 g TH<sub>2</sub> cada barrica. Hasta que se inició la fermentación alcohólica espontánea pasados 4-5 días, se realizaba un bazuqueo diario y dos durante el tiempo que duró dicha fermentación. Para controlar la temperatura de fermentación y no fuese excesiva, se refrigeró la pasta con hielo.



**Figura II. 10.** Vinificaciones de los tratamientos

Una vez finalizó la fermentación alcohólica, se procedió a mojar el sombrero. Se realizó el prensado de las barricas con un prensado vertical tras 18 días del encubado. Se mezcló el vino de las tres repeticiones de cada tratamiento en depósitos de acero inoxidable (siempre-llenos). Dicho vino se trasegó a barricas y se limpió de lías gruesas para que comenzase la fermentación maloláctica espontánea.



## **II.5.2 ANÁLISIS DE LAS VINIFICACIONES**

Se enviaron los análisis de las vinificaciones de los cuatro tratamientos a la Estación Enológica Manchega (Manzanares, Ciudad Real). Allí se realizaron los análisis de los parámetros básicos del vino.

**Capítulo III.**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### III.1. RESPUESTA AGRONÓMICA

##### III.1.1. DESARROLLO VEGETATIVO

##### III.1.1.1. PESO DE MADERA DE PODA

El peso de madera de poda es el indicador más preciso del vigor de la cepa (Huglin, 1986). Refleja en conjunto el rendimiento productivo, crecimiento y desarrollo de la vegetación y por extensión, el potencial productivo de la vid (Yuste, 1995).

El análisis estadístico de este parámetro no mostró diferencias significativas entre los cuatro tratamientos. El peso medio del sarmiento es un buen indicador del desarrollo vegetativo. Los niveles óptimos están entre 40-50 g, estando todos los tratamientos muy por debajo de este rango (Tabla III.1.). Esto es debido a que los pámpanos eran muy largos y no se completó el agostamiento.

**Tabla III.1.** Peso de la madera de poda

	<b>PMP</b> (kg/cepa)	Sig.	<b>Peso</b> <b>sarmiento</b> (g)	Sig.	<b>Índice de</b> <b>Ravaz</b>	Sig.
Biodinámico	0,43	--	16,2	--	6,74	a
Ecológico	0,54	--	20,7	--	4,85	b
Tradicional	0,48	--	18,3	--	4,38	b
Tradicional mejorado	0,43	--	21,8	--	6,28	a
	ns		ns		*	

Sig.: significación estadística; ns: no significativo; \*:  $p < 0,05$ ; \*\*:  $p < 0,01$ ; \*\*\*:  $p < 0,001$ ; PMP: peso de madera de poda.

El índice de Ravaz representa el equilibrio entre la vegetación y la producción del viñedo, expresado en kg de cosecha/kg de madera de poda. Debe estar entre 5 y 10 según Smart y Robinson (1991). Para otros autores, el óptimo está entre 4 y 7.

En nuestro caso, el índice de Ravaz en todos los tratamientos ha reflejado un equilibrio entre la producción y vigor de la planta. El manejo biodinámico y el tradicional mejorado alcanzaron valores más altos, coincidiendo con otros estudios de otros autores (Reeve *et al.*, 2005). Algunos autores indican que a mayor fertilidad, el peso de pámpano será mayor (Tejerina, 2008).

### III.1.2. RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES

Se encontraron diferencias significativas de la fertilidad entre tratamientos. El manejo tradicional mejorado obtuvo mayor número de racimos por pámpano aunque menor peso del racimo.

En el número de pámpanos por cepa también se encontraron diferencias, siendo el tratamiento tradicional mejorado el que más tiene debido a que en la poda del año anterior se realizó una “no poda”.

**Tabla III.2.** Descomposición de rendimiento

	<b>Rto.</b> (Mg/ha)	Sig.	<b>P100 bayas</b> (g)	Sig.	<b>Pámp. por cepa</b>	Sig.	<b>Racimos por pámp.</b>	Sig.	<b>Peso racimo</b> (g)	Sig.	<b>Bayas por racimo</b>	Sig.
Bio	10.686	-	121,5	-	14,5	b	1,58	b	123,2	-	101,4	-
Eco	9.701	-	116,9	-	14	b	1,54	b	122,8	-	105,0	-
Trad	7.808	-	112,6	-	14,6	b	1,39	a	103,6	-	92,0	-
Trad mej	10.012	-	111,8	-	16,4	a	1,63	b	101,2	-	90,5	-
	ns		ns		*		*		ns		ns	

Bio: biodinámico; Eco: ecológico; Trad: tradicional; Trad mej: tradicional mejorado; Sig.: significación estadística; ns: no significativo; \*:  $p < 0,05$ ; \*\*:  $p < 0,01$ ; \*\*\*:  $p < 0,001$ ; Rto.: rendimiento; P100 bayas: peso de 100 bayas; Pámp. Por cepa: pámpanos por cepa; Racimos por pámp.: racimos por pámpano.

Hay que destacar que los días previos a vendimia se produjo un fuerte golpe de calor lo que provocó el pasificado en muchos racimos del tratamiento tradicional, afectando al peso de la baya y por lo tanto, al rendimiento final. Estas pérdidas de peso pueden llegar a 25% del rendimiento (Rogiers *et al.*, 2006).

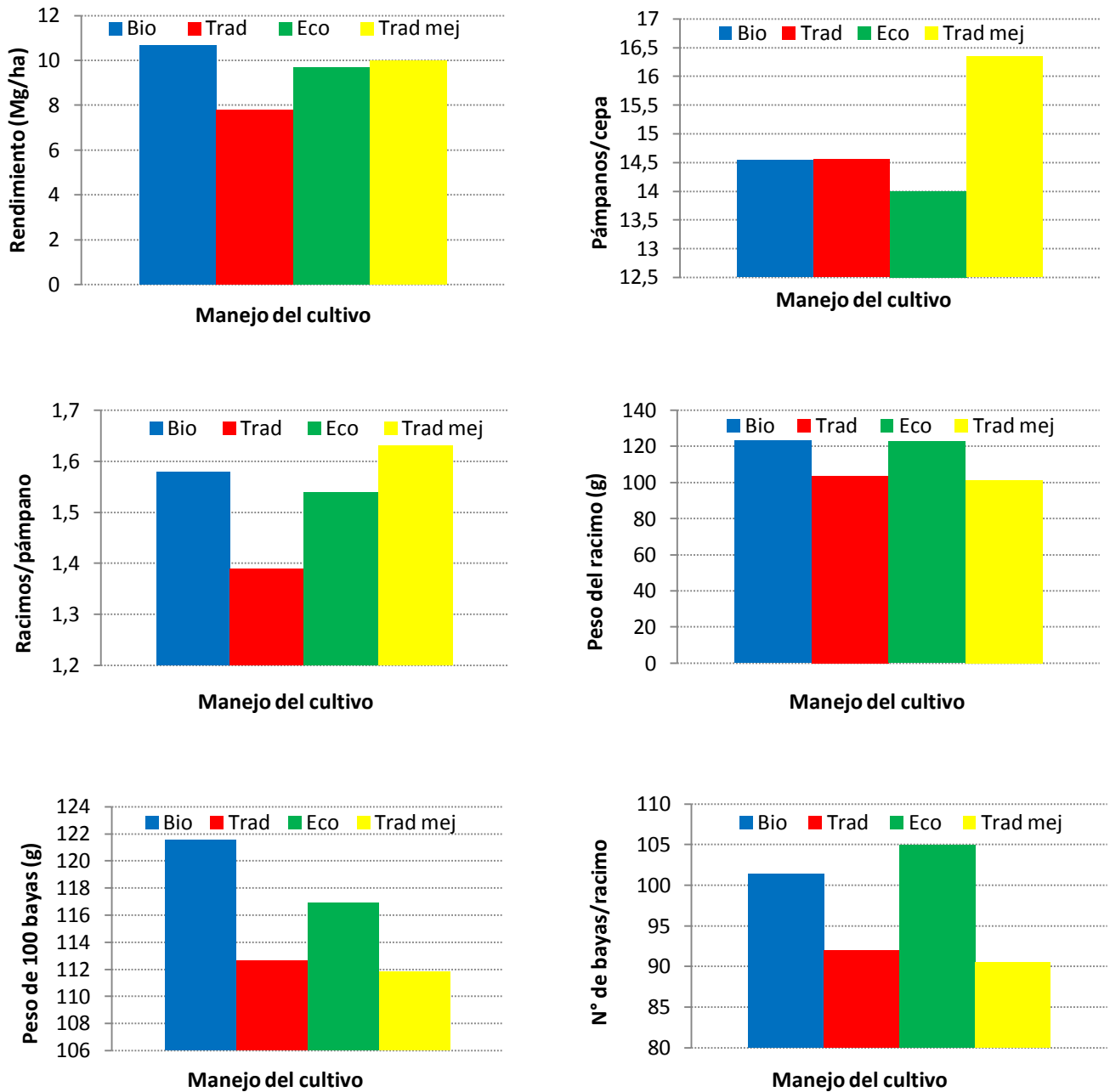


Figura III.1. Descomposición del rendimiento

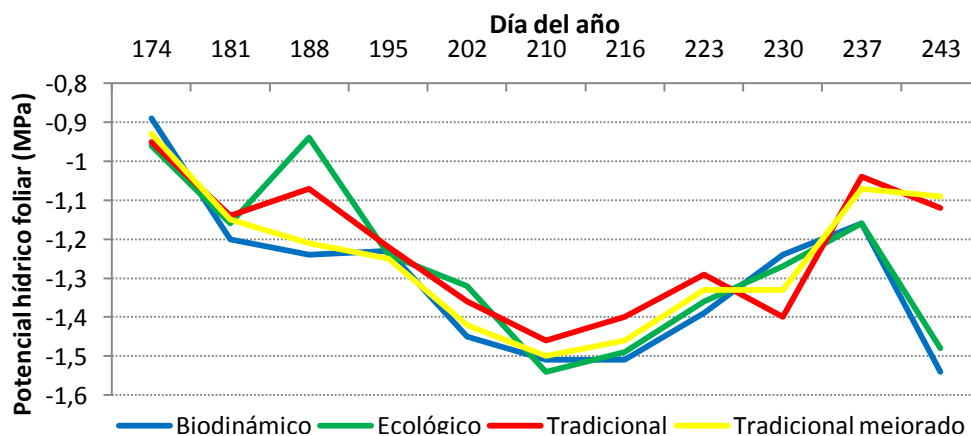
### III.1.3. EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA

Los tratamientos biodinámico y ecológico resultaron ser mucho más eficientes en el uso del agua de riego, ya que el incremento de producción por cada mm de riego aplicado fue de 88 y 80 kg/ha respectivamente (Tabla III.3).

**Tabla III.3.** Eficiencia en el uso de riego en cada tratamiento

Manejo del cultivo	Aumento de producción por incremento de riego (kg cosecha por ha/mm de riego)
Biodinámico	88
Ecológico	80
Tradicional	67
Tradicional mejorado	73

En la Figura II.2 se muestra la evolución semanal de los potenciales hídricos foliares (11 UTC) de cada tratamiento. Se aprecia cómo, en las dos últimas semanas previas a la vendimia, el manejo biodinámico y ecológico alcanzaron niveles elevados de estrés hídrico, próximos a -1,5 MPa. Esta situación no alteró ni la producción ni a la calidad de la uva, demostrando un mejor comportamiento al déficit hídrico.



**Figura III.2.** Comparativa de la evolución semanal del potencial hídrico foliar (11 UTM) en cada manejo del cultivo.

### III.1.4. ANÁLISIS DEL MOSTO

En el análisis estadístico indicó diferencias significativas en el pH, siendo el valor más deseable el del manejo tradicional y el más deficiente el del tradicional por ser más elevado, aunque todos se encuentran en valores óptimos. El pH influye en la estabilidad del vino y es muy importante tener en cuenta que durante las fermentaciones producidas en la elaboración del vino puede subir hasta 0,2 puntos con respecto al valor del mosto (Tabla III.4). En zonas cálidas, los valores de pH altos son un problema y es necesario buscar estrategias para conseguir disminuirlos.

El contenido en sólidos solubles totales tampoco mostró grandes diferencias puesto que se consideró como criterio de vendimia un óptimo de 24 °Brix. Los valores de todos los tratamientos están ligeramente por encima ya que en los días previos a la vendimia subieron bruscamente las temperaturas.

**Tabla III.4.** Análisis de mosto en vendimia

	<b>SST</b> (°Brix)	Sig.	<b>pH</b>	Sig.	<b>AT</b> (g TH <sub>2</sub> /L)	Sig.
Biodinámico	25,23	--	3,47	b	5,50	--
Ecológico	25,36	--	3,47	b	5,75	--
Tradicional	26,06	--	3,56	a	5,62	--
Tradicional mejorado	25,06	--	3,39	c	5,62	--
	ns		**		ns	

Sig.: significación estadística; ns: no significativo; \*: p<0,05; \*\*: p<0,01; \*\*\*: p<0,001; SST: sólidos solubles totales; AT: acidez total; TH<sub>2</sub>: ácido tartárico.

La acidez total expresa el contenido en ácidos orgánicos en la uva, ácido tartárico y málico, que aporta frescura en el vino. Debe alcanzar valores óptimos, en torno a 6 g TH<sub>2</sub>/L, para que no se produzca una caída excesiva en la elaboración y se pierda por precipitaciones tartáricas.



Cualquier técnica de cultivo que suponga incrementar la producción, provocará una reducción en la relación entre el ácido tartárico y málico, aumentando el pH del mosto. Dentro del ensayo, no se dieron diferencias significativas entre tratamientos.

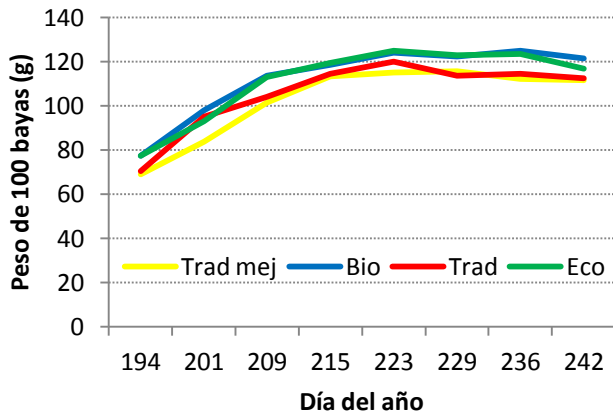
**Tabla III.5.** Análisis del contenido de compuestos fenólicos en vendimia

	<b>IPT</b>	<b>Sig.</b>	<b>Antocianos extraíbles</b> (mg malvidina/L)	<b>Sig.</b>	<b>Antocianos totales</b> (mg malvidina/L)	<b>Sig.</b>
Biodinámico	64,02	--	1141,0	--	2108,8	--
Ecológico	66,29	--	1168,4	--	2317,6	--
Tradicional	69,25	--	1286,3	--	2214,3	--
Tradicional mej.	63,04	--	1177,2	--	2230,1	--
	ns		ns		ns	

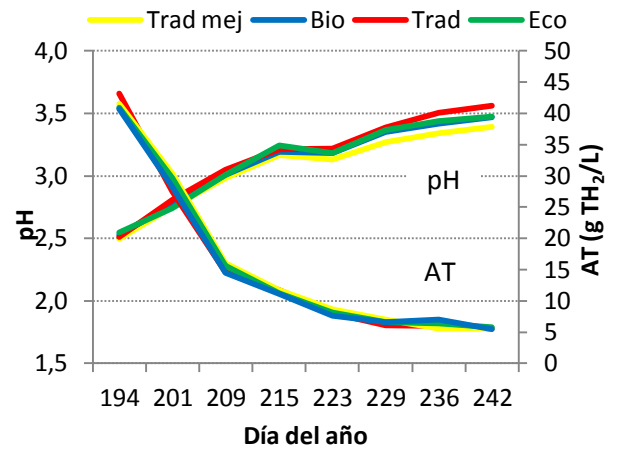
Sig.: significación estadística; ns: no significativo; \*:  $p < 0,05$ ; \*\*:  $p < 0,01$ ; \*\*\*:  $p < 0,001$ ; IPT: índice de polifenoles totales; Tradicional mej.: tradicional mejorado.

Por otro lado, la evolución de los antocianos desde el envero hasta la maduración de la baya se caracteriza por tres fases. En el inicio se produce un incremento del contenido de polifenoles, seguido de una rápida acumulación que tiende a estabilizarse finalizando en un descenso progresivo hasta el final de la maduración. Estos compuestos aportarán al vino cualidades como el color, aromas, sabor, astringencia, etc. (Singleton y Esau, 1969).

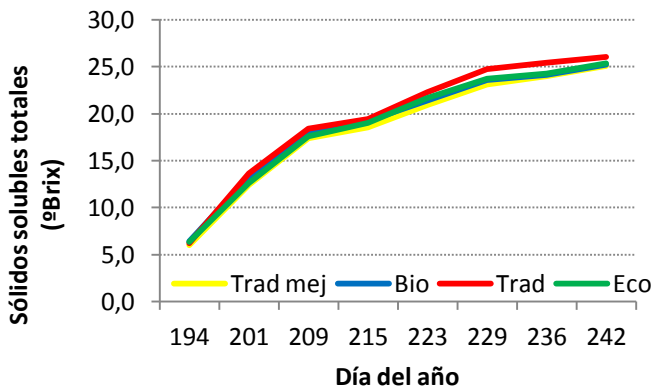
En los datos obtenidos en el contenido en compuestos fenólicos, no se evidenciaron diferencias significativas (Tabla III.5.). Todos los valores de IPT, antocianos extraíbles y totales se encuentran en valores normales.



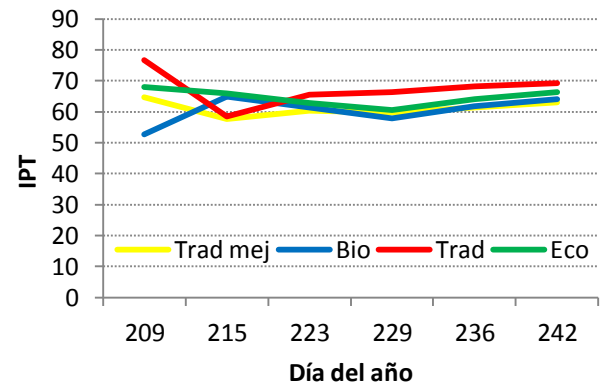
**Figura III.3.** Evolución semanal del peso de 100 bayas.



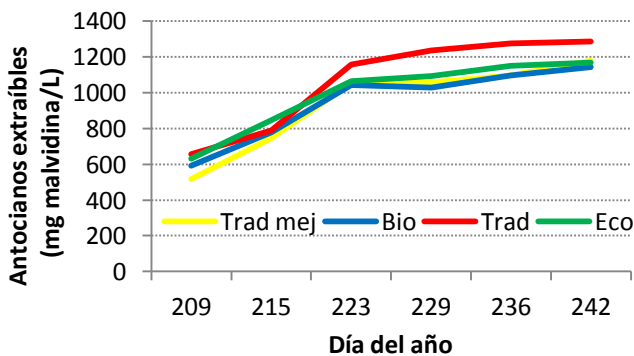
**Figura III.4.** Comparación de la evolución semanal entre el pH y la AT del mosto.



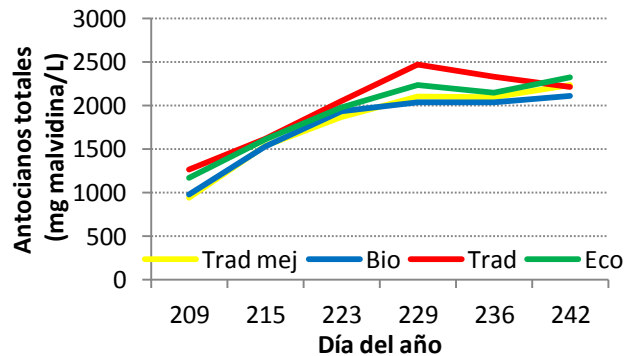
**Figura III.5.** Evolución semanal del contenido en sólidos solubles totales (°Brix).



**Figura III.6.** Evolución semanal del índice de polifenoles totales (IPT).



**Figura III.7.** Evolución semanal del contenido en antocianos extraíbles (mg malvidina/L).



**Figura III.8.** Evolución semanal del contenido en antocianos totales (mg malvidina/L).

Además, hay que tener en cuenta el tamaño de la baya porque a bayas de menor tamaño hay mayor relación pulpa-hollejo, lo que implica mayor contenido en compuestos fenólicos (Reyero *et al.*, 2005). Es muy importante que el contenido fenólico en el mosto sea elevado porque en la elaboración se perderá un tercio de la materia colorante (Dupuy *et al.*, 1980).

## III.2. RESPUESTA ENOLÓGICA

### III.2.1. ANÁLISIS DE LAS VINIFICACIONES

Aunque no se ha realizado análisis estadístico de estos datos, es muy interesante comentar la evolución de los tratamientos desde el mosto hasta el final de la elaboración. El análisis de dichas vinificaciones muestra en líneas generales que el tratamiento que mejor se comportó enológico es el tradicional mejorado debido a que los valores de pH, AT, grado alcohólico, glicerina y azúcares reductores son los deseados. En el extremo opuesto, el tratamiento que peor aptitud enológica tuvo es el tradicional.

**Tabla III.6.** Análisis de las vinificaciones

	<b>Biodinámico</b>	<b>Ecológico</b>	<b>Tradicional</b>	<b>Tradicional mejorado</b>
pH	3,8	3,8	3,9	3,7
AT (g TH <sub>2</sub> /L)	5,8	5,9	5,9	6,2
Grado alcohólico (% vol)	14,5	14,6	14,7	14,3
Azúcares reductores (g/L)	1,8	1,9	1,9	1,7
Glicerina (g/L)	7,8	8,1	7,2	8,1
IPT	47,0	52,0	50	43
Intensidad de color	16,0	17	18	17
Tonalidad de color	0,56	0,55	0,58	0,53

AT: acidez total; % vol.: porcentaje volumétrico; IPT: índice de polifenoles totales.

El pH del vino es un parámetro de referencia puesto que influye en la estabilidad colorante así como en la microbiológica (Esteban *et al.*, 1999). Además, está fuertemente ligado a la acidez total puesto que son valores antagónicos, cuando el pH es más ácido, más alto será el nivel de acidez y más frescor aporta a los vinos cuando tienen elevado grado de alcohol, como es nuestro caso.

Por otro lado, la glicerina es un alcohol que se produce durante la elaboración del vino y es muy deseable puesto que produce una sensación grasa en los vinos, favoreciendo la untuosidad en boca. Será mayor cuanto mayor contenido alcohólico tenga el vino. Para este parámetro, los tratamientos que mejor se comportan son el tradicional mejorado y el ecológico. El que menor contenido tiene es el tradicional.

En los azúcares reductores, está legislado que vinos por encima de 5 g/L no han terminado la fermentación alcohólica. Todos los tratamientos están por debajo de 2 g/L.

En cuanto al contenido fenólico del vino, podemos observar que existen grandes diferencias en el índice de polifenoles totales (IPT) entre tratamientos. El que mayor concentración tiene es el ecológico. El valor mínimo que se considera para vinos de largas crianzas es de 40, puesto que durante la misma se producirán pérdidas de color.

Como se ha comentado anteriormente, el pH es de enorme importancia puesto que tanto más rápida es la degradación del color rojo-azulado inicial a tonos amarillos-anaranjados en pH altos (Sims y Morris, 1984).

Con respecto al parámetro de intensidad de color (capa), los vinos tintos se encuentran entre 6 y 20. Todos los tratamientos se encuentran muy próximos a 20, aunque el que tiene valores más bajos es el biodinámico.

**Capítulo IV.**  
**CONCLUSIONES**

## IV. CONCLUSIONES

Las conclusiones a continuación expuestas son las que se derivan de los resultados de una única campaña, por lo tanto, y desde un punto de vista agronómico serían necesarios más años de estudio, para que puedan ser concluyentes y poder recomendar un tipo de gestión del viñedo u otra.

No hay diferencias significativas entre tratamientos en el rendimiento y peso de madera de poda. Sin embargo, el índice de Ravaz (relación entre el rendimiento y el desarrollo vegetativo) fue mayor en los tratamientos biodinámico y tradicional mejorado.

Tampoco hubo diferencias entre tratamientos en el nivel de maduración sacarimétrica de las bayas ni en el contenido total de ácidos. En cuanto al pH todos los tratamientos presentan valores óptimos, por debajo del umbral máximo recomendado (3,6), sin embargo, el tratamiento tradicional mejorado es el mejor desde el punto de vista enológico seguido del biodinámico y ecológico, tal como lo confirma el análisis estadístico.

No existen diferencias significativas en la maduración polifenólica, presentando valores en el mosto que lo hacen apto para elaborar un vino para añejar.

**Capítulo V.**  
**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**



## V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Benbrook, C, 2005, Elevating antioxidant levels in food through organic farming and food processing: an organic centre state of science review. The Organic Center. 88 pp.

Coll P., Le Cadre E., Villenave C. 2012. How are nematode communities affected during a conversion from conventional to organic farming in southern French vineyard? *Nematology*, 16 (6): 665-676.

Dupuy P., Combe P., Salgues M. 1980. Recovery of red color from grape pomace. *Proceedings of the University of California (Davis), Grape and Wine Centennial Symposium*. Edited by A.D. Weeb. Ed. University of California Press, Berkeley: 298-299.

Esteban M.A., Villanueva M.J., Lissarrague J.R. 1999. Effect of irrigation on changes in berry composition of Tempranillo during maturation. Sugars, organic acids, and mineral elements. *Am. J. Enol. Vitic.*, 50(4): 418-434.

Fließbach A., Oberholzer H.R., Gunst L., Mäder P. 2007. Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 118 (1-4): 273-284.

Gattinger A., Muller A., Haeni M., Skinner C., Fließbach A., Buchmann N., Mäder P., Stolze M., Smith P., Scialabba N. E., Niggli U. 2012. Enhanced top soil carbon stocks under organic farming. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109 (44): 18226-18231.

Gehlen P., Neu J., Schröder D. 1988. Soil chemical and soil biological properties of conventionally and organically managed vineyards at the Mosel River. *Wein Wissen*, 43: 161-173.

Glories Y., Augustin M. 1993. Maturité phénolique du raisin, conséquences technologiques: application aux millésimes 1991 et 1992. *Compte Rendu Colloque Journée Techn. CIVB, Bordeaux*: 56-61.

Hassall, A, Kristiansen, P & Taji, A 2005. Investigation of management practices and economic viability of vineyards for organic wine production, in *Proceedings of the 8<sup>th</sup> International IFOAM Viticulture & Wine Conference, Adelaide Australia*.

Hole D., Perkins A., Wilson J., Alexander I., Grice P., Evans E. 2005. Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation*, 122: 113-130.

Huglin P. 1986. *Biologie et écologie de la vigne*. Paris. 2: 372. 2-601-03019-4 et 2-85 206-338-7.

IFOAM. 2008. Definition of Organic Agriculture. [www.ifoam.org](http://www.ifoam.org)

Joly N. 2008. *El vino del cielo a la tierra*. Editorial La Fertilidad de la Tierra. 300 pp.

La Torre A., Pompei V., Mandalà C., Cioffi C. 2011. Grapevine downy mildew control using reduced copper amounts in organic viticulture. *Communications in agricultural and applied biological sciences*, 76 (4): 727-735.

Lavelle P. 1997. Faunal activities and soil processes: adaptive strategies that determine ecosystem function. *Advances in Ecology Research*, 27: 3-16.

Mäder P., Fließbach A., Dubois D., Gunst L., Fried P., Niggli U. 2002. Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science*, 296: 1694-1697.

Masson P. 2009. Biodinámica: guía práctica. Para agricultores y aficionados. Editorial La Fertilidad de la Tierra. 150 pp.

McCoy S., Parlevliet G. 2001. Organic production systems guidelines. Rural Industries Research and Development Corporation. 160 pp.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2012. Caracterización del sector de la producción ecológica española en términos de valor, volumen y mercado. Editorial MAGRAMA. 215 pp.

Pimentel D., Hepperly P., Hanson J., Doude D., Seidel R. 2005. Environmental, energetic and economic comparisons of organic and conventional farming systems. *BioScience*, 55: 573-582.

Reeve J.R., Carpenter-Boggs L., Reganold J.P., York A.L., McGourty G., McCloskey L.P. 2005. Soil and winegrape quality in biodynamically and organically managed vineyards. *American Journal of Enology and Viticulture*: 56, 367-376.

Reganold J.P., Andrews P.K., Reeve J.R., Carpenter-Boggs L., Schadt C.W., Alldredge J.R., Ross C.F., Davies N.M., Zhou J. 2010. Fruit and Soil Quality of Organic and Conventional Strawberry Agroecosystems. *PLoS ONE*, 5 (9): 12346-12360.

Real Decreto 1852/1993, de 22 de octubre de 1993, sobre producción Agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios. BOE nº 283 del 26/11/1993, p. 33528-33530.

Reglamento (CEE) 2092/91 del Consejo, de 24 de junio de 1991, sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios. Diario Oficial nº L 198 de 22/07/1991 p. 1-15.

Reglamento (CE) Nº 1804/1999 del Consejo, de 19 de Julio de 1999, por el que se completa, para incluir las producciones animales, el Reglamento

(CEE) nº 2092/91 sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios. Diario Oficial nº L 222 de 24/08/1999 p.1-24

Reglamento (CE) Nº 834/2007 del Consejo, de 28 de junio de 2007, sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el Reglamento (CEE) Nº 2092/91. Diario Oficial nº L 189 de 27/07/2007 p. 1-23.

Reglamento Nº 203/2012 de la Comisión, de 8 de marzo de 2012, que modifica el Reglamento (CE) nº 889/2008, por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) nº 834/2007 del Consejo, en lo que respecta a las disposiciones de aplicación referidas al vino ecológico. Diario oficial L 71 de 09/03/2012 p. 42-47.

Reyero J.R., Lorenzo C., Pardo F., Alonso G.L., Salinas M.R. 2005. Comparación del potencial fenólico de uvas en el momento óptimo de vendimia y características de sus vinos. *Enólogos*, 37: 25-27.

Ribereau-Gayon P., Stonestreet E., 1965. Le dosage des anthocyanes dans le vins rouge. *Bull. Soc. Chim.*, 9, 2649.

Rogiers S.Y., Greer D.H., Hatfield J.M., Orchard B.A., Keller M. 2006. Solute transport into Shiraz berries during development and late-ripening shrinkage. *American Journal of Enology and Viticulture*: 57, 73-80.

Sims C.A., Morris J.R. 1984. Effects of pH, sulfur dioxide, storage time and temperature on the color and stability of red Muscadine grape wine. *Am. J. Enol. Vitic.*, 135 (1): 35-39.

Singleton V.L., Esau P. 1969. Phenolic substances in grapes and wine and their significance. *Advance Food Research. Suppl. 1. Ed. Academic Press, New York.* 282 p.

- Smart R. E., Robinson J.B. 1991. Sunlight into wine. Ed. Ministry of Agriculture and Fisheries. New Zeland. 88 pp.
- Tarozzi A., Hrelia S., Angeloni C., Morroni F., Biagi P., Guardigli M., Cantelli-Forti G., Hrelia P. 2006. Antioxidant effectiveness of organically and non-organically grown red oranges in cell culture systems, *European Journal of Nutrition*: 45, 152-158.
- Tejerina M. 2008. Estudio del comportamiento agronómico y fisiológico de seis variedades blancas de vid (*Vitis vinifera* L.): Airén, Godello, Semillón, Treixadura, Viognier y Verdejo, en secano y regadío. Trabajo Fin de Carrera. E.U.I.T. Agrícola. Universidad Politécnica de Madrid.
- Wheeler S.A., Crisp P. 2011. Going organic viticulture: a case-study comparison in Clare Valley, South Australia. *Australasian Journal of Environmental Management*, 18 (3): 182-198.
- Woese K., Lange D., Boess C., Bögl K. 1997. A comparison of organically and conventionally grown foods \_ a result of a review of the relevant literature. *Journal of the Science of Food and Agriculture*: 74, 281-293.
- Worthington V. 2001. Nutritional quality of organic versus conventional fruits, vegetables and grains. *The Journal of alternative and complementary medicine*, 7 (2): 161-173.
- Yuste J. 1995. Comportamiento fisiológico y agronómico de la vid (*Vitis vinifera* L.) en diferentes sistemas de conducción en secano y regadío. Tesis Doctoral. Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia. ETSI Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. 280 p.