

**Universidad Pública de Navarra**

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS AGRONOMOS**

**Nafarroako Unibertsitate Publikoa**

**NEKAZARITZAKO INGENIARIEN  
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKO**

**CUBIERTA VEGETAL FRENTE A LABOREO EN DOS ZONAS CON DISTINTA  
DISPONIBILIDAD HÍDRICA. INFLUENCIA SOBRE PRODUCCIÓN, VIGOR,  
CALIDAD Y ESTADO HÍDRICO DE LA VID**

presentado por

NURIA DIEZ BUENO - *k*

*aurkeztua*

INGENIERO AGRONOMO  
*NEKAZARITZA INGENIARITZA*

Marzo, 2012/ 2012-ko, martxoa

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA**  
**NAFARROAKO UNIBERTSITATE PUBLIKOA**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS AGRÓNOMOS**

**NEKAZARITZA INGENIARIEN GOI-MAILAKO ESKOLA TEKNIKOA**

**“CUBIERTA VEGETAL FRENTE A LABOREO EN DOS ZONAS CON DISTINTA  
DISPONIBILIDAD HÍDRICA. INFLUENCIA SOBRE PRODUCCIÓN, VIGOR,  
CALIDAD Y ESTADO HÍDRICO DE LA VID”**

Trabajo de Fin de Carrera presentado por Doña Nuria Diez Bueno al objeto de optar al título de Ingeniero Agrónomo. Dirigido por Jon Kortabarría Mantzizidor y Ana Aizpurua Insausti de la empresa Neiker-Tecnalia (Instituto Vasco de investigación y Desarrollo Agrario), y tutor Bernardo Royo Díaz profesor del Departamento de Producción Agraria.

Nekazaritza Ingeniaria titulua eskuratzeko helburuarekin Nuria Diez Bueno-k aurkeztutako Karrera amaierako lana. Jon Kortabarría Mantzizidor eta Ana Aizpurua Insausti-k zuzendua, Bernardo Royo Díaz Nekazal Ekoizpeneko Saileko irakaslearen tutoretzapean.

Directores/Zuzendariak

Tutor/ Tutorea

Autor/Egilea

Jon Kortabarría Mantzizidor

Bernardo Royo Díaz

Nuria Diez Bueno



Ana Aizpurua Insausti



## **Resumen:**

El estado hídrico de la vid tiene una gran implicación agronómica ya que afecta de manera muy importante a la producción y calidad de la uva. Cada vez es más habitual el uso de cubiertas vegetales, debido a estudios que demuestran los efectos beneficiosos que tiene sobre el equilibrio entre vigor y producción. Esto es debido a la competencia que las cubiertas ejercen sobre la vid, y a los efectos que desencadenan esta técnica sobre la producción y la calidad.

El objetivo de este trabajo es evaluar la influencia de una cubierta vegetal frente al laboreo convencional en dos tipos de suelo con diferente dotación hídrica (suelo de pendiente con riego y suelo de vaguada sin riego) y su influencia sobre el estado hídrico de la planta, la producción, el vigor y la calidad.

El presente trabajo final de carrera se realizó en una parcela de Bodegas y Viñedos Zuazo y Gastón situado en Oyón (Álava), que colabora con la empresa Neiker-Tecnalia (Instituto Vasco de investigación y Desarrollo Agrario) que desde el 2008 dirige un ensayo en la misma. La parcela experimental es un viñedo plantado en 1980 de la variedad Tempranillo injertado sobre patrón 41B, de conducción en espaldera, de cordón doble Royat y con un marco de plantación de 3 x 1,2m. Según se analizaron estadísticamente los datos de potencial hídrico se observó interacción entre el tipo de suelo y el manejo por ello se ha realizado el tratamiento estadístico separando los datos por tipo de suelo para estudiar el manejo y por manejo a la hora de estudiar el tipo de suelo.

Cuando separamos por tipo de suelo, en el caso de la pendiente con riego, los resultados muestran que la cubierta vegetal inicialmente provoca mayor estrés hídrico que el suelo labrado, pero esta tendencia es contraria cuando la cubierta ya está segada. Esto es debido a que el agua de los riegos es mejor aprovechada bajo cubierta vegetal por una mejor infiltración. No observamos que esto afecte a la expresión vegetativa pero se observan diferencias en parámetros de producción y calidad, con una mayor producción en el tratamiento de laboreo y una menor acidez total. En el caso del hondón sin riego la tendencia del suelo desnudo es de mayor crecimiento vegetativo y mayor producción, y obtenemos menor grado alcohólico en suelo desnudo con respecto a la cubierta.

Cuando separamos por manejo, en el caso de suelo desnudo, la pendiente con riego tiende a producir menos debido a un menor peso de racimo, y en lo referente a parámetros de calidad el grado y el pH son mayores. El mayor déficit hídrico medido antes de envero y la mayor disponibilidad hídrica durante la maduración, ha favorecido una mejor calidad de uva.

Las diferencias en cuanto al comportamiento de las viñas debidas al manejo del suelo se explican por la influencia del mismo en el estado hídrico del suelo y de la planta. Las cubiertas vegetales compiten con la viña por el agua mientras están activas, pero también mejoran la infiltración del agua de lluvia y de riego durante el verano y hacen que ésta sea mejor aprovechada por la planta.

# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
1.1	SITUACIÓN ACTUAL DE LA VID .....	12
1.1.1	Situación actual de la viña en el mundo .....	12
1.1.2	Situación actual de la viña en España .....	13
1.1.3	Situación actual de la viña en el País vasco .....	14
1.2	BOTANICA.....	16
1.3	MORFOLOGÍA DE LA VID .....	18
1.3.1	Parte radicular.....	18
1.3.2	Parte Aérea .....	19
1.3.2.1	Troncos y brazos .....	19
1.3.2.2	Pámpanos y sarmientos .....	20
1.3.2.3	Hojas .....	20
1.3.2.4	Zarcillos e inflorescencias .....	21
1.3.2.5	Yemas.....	22
1.3.2.6	Racimos y bayas .....	22
1.4	CICLO VEGETATIVO DE LA VID.....	24
1.4.1	Lloro. ....	24
1.4.2	Desborre. ....	24
1.4.3	Crecimiento. ....	25
1.4.4	Agostamiento.....	26
1.4.5	Caída de hojas.....	26
1.5	CICLO REPRODUCTOR DE LA VID.....	27
1.5.1	Iniciación floral .....	27
1.5.2	Floración, polinización, fecundación y cuajado. ....	28
1.5.3	Desarrollo y maduración de las uvas .....	29
1.5.3.1	Acumulación de azúcares. ....	30
1.5.3.2	Disminución de la acidez.....	31
1.5.3.3	Polifenoles .....	31
1.6	AGUA EN LA PLANTA.....	33
1.6.1	Funciones.....	33
1.6.2	Absorción .....	33
1.6.2.1	Absorción por las hojas .....	33
1.6.2.2	Absorción por las raíces .....	33
1.6.3	Transporte.....	35
1.7	EFFECTO DEL REGIMEN HÍDRICO EN LA VID .....	36
1.7.1	Efecto sobre el desarrollo vegetativo.....	36
1.7.2	Efecto sobre el desarrollo reproductivo y la producción .....	37
1.7.3	Efecto sobre la calidad de la cosecha .....	37
1.8	MANEJO DE LOS SUELOS VITÍCOLAS .....	40
1.8.1	Cubierta vegetal .....	40

1.8.1.1	Control del vigor .....	41
1.8.1.2	Control de producción .....	42
1.8.1.3	Control de la calidad de uva .....	43
1.8.1.4	Control de las condiciones del suelo y la erosión .....	43
1.8.2	Tipos de cubiertas .....	44
1.8.2.1	Cubiertas sembradas y cubiertas naturales .....	44
	♦ <i>Cubierta sembrada:</i> .....	44
	♦ <i>Cubierta Natural</i> .....	44
1.8.2.2	Ocupación en el tiempo .....	45
	♦ <i>Cubierta temporal:</i> .....	45
	♦ <i>Cubierta permanente:</i> .....	45
1.8.2.3	Ocupación del terreno.....	45
	♦ <i>Cubierta total:</i> .....	45
	♦ <i>Cubierta parcial o localizada</i> .....	46
1.8.3	Especies que se implantan en las cubiertas vegetales .....	46
1.9	JUSTIFICACIÓN .....	47
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>50</b>
<b>3</b>	<b>MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>52</b>
3.1	MATERIALES Y MÉTODOS .....	52
3.1.1	Material vegetal .....	52
3.1.2	Estados fenológicos .....	52
3.1.3	Manejo de suelo en los tratamientos .....	52
3.1.4	Diseño del ensayo .....	52
3.1.5	Climograma y riegos .....	55
3.1.6	Control del estado hídrico del suelo. ....	55
3.1.7	Medida de potencial hídrico en tallo.....	56
3.1.8	Medida de diámetro de pámpano.....	57
3.1.9	Producción de uva .....	57
3.1.10	Producción de madera de poda .....	57
3.1.11	Calidad de mosto .....	57
3.2	TRATAMIENTO DE DATOS .....	59
3.2.1	Análisis Estadístico .....	59
<b>4</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>62</b>
4.1	EVALUACIÓN DEL CONTENIDO HÍDRICO DEL SUELO.....	62
4.2	EVALUACIÓN DEL POTENCIAL HÍDRICO .....	69
4.2.1	Influencia del manejo de suelo en cada tipo de suelo .....	69
4.2.2	Influencia del tipo de suelo en cada manejo .....	73
4.3	EVALUACIÓN DEL VIGOR. PARÁMETRO DE DIAMETRO DE PÁMPANO .....	75
4.3.1	Influencia del manejo de suelo en cada tipo de suelo .....	75
4.3.2	Influencia del tipo de suelo en cada manejo .....	78
4.4	EVALUACIÓN DEL VIGOR. PARÁMETRO PESO DE PODA.....	80
4.4.1	Influencia del manejo de suelo en cada tipo de suelo .....	80

4.4.2	Influencia del tipo de suelo en cada manejo .....	81
4.5	EVALUACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE UVA.....	82
4.5.1	Influencia del manejo de suelo en cada tipo de suelo .....	82
4.5.2	Influencia del tipo de suelo en cada manejo .....	83
4.6	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA UVA .....	85
4.6.1	Influencia del manejo de suelo en cada tipo de suelo .....	85
4.6.2	Influencia del tipo de suelo en cada manejo .....	86
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>90</b>
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>92</b>

## **Indice de Tablas:**

Tabla N°1: Superficie de viña por comunidades autónomas. Fuente: MARM, 2009.....	14
Tabla N°2: Rangos óptimos definidos por la Casa del Vino (DFA), para el grado probable, acidez total tartárica, ácido tartárico, ácido málico y pH.....	58
Tabla N° 3: Rangos de potencial hídrico de tallo relacionados con el estrés de la vid. Según el INTA.....	69
Tabla N°4: Medidas de peso de poda en pendiente y hondón con diferente manejo y diferencias significativas. ....	81
Tabla N°5: Medidas de peso de poda cubierta vegetal y suelo desnudo con diferente tipo de suelo y diferencias significativas. ....	81
Tabla N°6: Medidas de producción en pendiente y hondón con diferente manejo y diferencias significativas. ....	83
Tabla N°7: Medidas de producción cubierta vegetal y suelo desnudo con diferente tipo de suelo y diferencias significativas. ....	84
Tabla N°8: Medidas de calidad del mosto en pendiente y hondón con diferente manejo y diferencias significativas. ....	86
Tabla N°9: Medidas de calidad del mosto en cubierta vegetal y suelo desnudo con diferente tipo de suelo y diferencias significativas. ....	87

## **Índice de Figuras:**

Figura N° 1: Evolución de la superficie de viña plantada en el mundo. Organización internacional de la viña y el vino OIV .....	13
Figura N° 2: Desniveles topográficos de la parcela. ....	53
Figura N° 3: Localización de las parcelas del ensayo en la parcela Costanillas de Oyón (Alava) y situación de las sondas de medida de humedad del suelo. ....	54
Figura N° 4: Climograma. ....	55
Figura N° 5: Representación de los datos recogidos por el enviroscan de contenido de agua del suelo en la zona de hondón con cubierta. ....	65
Figura N° 6: Representación de los datos recogidos por el enviroscan de contenido de agua del suelo en la zona de pendiente con cubierta. ....	66
Figura N° 7: Representación de los datos recogidos por el enviroscan de contenido de agua del suelo en la zona de hondón con suelo desnudo. ....	67
Figura N° 8: Representación de los datos recogidos por el enviroscan de contenido de agua del suelo en la zona de pendiente con suelo desnudo. ....	68
Figura N° 9: Representación gráfica de las medidas de potencial hídrico en pendiente en suelo labrado y suelo con cubierta vegetal y zona de vaguada en suelo labrado y suelo con cubierta vegetal. ....	71
Figura N° 10: Representación gráfica de las medidas de potencial hídrico de cubierta vegetal en los dos tipos de suelo y laboreo en los dos tipos de suelo. ....	74
Figura N° 11: Representación gráfica de la evolución del diámetro de pámpano en pendiente en suelo labrado y suelo con cubierta vegetal. ....	77
Figura N° 12: Representación gráfica de la evolución del diámetro de pámpano zona de vaguada en suelo labrado y suelo con cubierta vegetal. ....	77
Figura N° 13: Representación gráfica de la evolución del diámetro de pámpano en pendiente en suelo labrado y suelo con cubierta vegetal. ....	78
Figura N° 14: Representación gráfica de la evolución del diámetro de pámpano en pendiente en suelo labrado y suelo con cubierta vegetal. ....	79

# INTRODUCCIÓN

## 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA VID

#### 1.1.1 Situación actual de la viña en el mundo

La vid es especie muy plástica capaz de adaptarse a climas diferentes a los de su zona de origen, y por ello crece en las zonas cálidas de todo el mundo comprendidas entre los 20° y 50°N-S como son, Europa occidental, los Balcanes, California, Australia, Sudáfrica o algunos países sudamericanos como Chile y Argentina.

Estas zonas tienen en común cuatro estaciones climáticamente bien marcadas. El crecimiento vegetativo se da entre primavera y otoño, inactivándose en invierno.

La evolución de la superficie de los viñedos en el mundo es un reflejo de situaciones diversas que se viven en los distintos continentes y países.

En África ya se alcanzan 394 miles de ha (mha) y prosigue aumentando la superficie sobre todo en terrenos tunecinos. También en América la superficie de viñedo sigue aumentando ligeramente alcanzando 982 mha gracias a países como Argentina, Brasil y Chile.

En Asia también aumenta la superficie aunque una parte significativa de este viñedo se destina todavía a la producción de productos no fermentados, en países como Irán, Turquía y Siria y a producción de uva de mesa de los viñedos chinos.

En la Unión Europea (UE) de los 27 la aplicación de la nueva Organización Común Mercado (OCM) ha llevado a la implementación del procedimiento de abandono definitivo con primas durante tres campañas consecutivas, 2008-2009, 2009-2010 y 2010-2011.

Los principales países de la UE afectados son España (reducción del viñedo prevista cercana a 45.000 ha inducida únicamente por la aplicación del reglamento comunitario), Italia (11.900 ha), Francia (10.300 ha, pero obedeciendo a una recuperación del abandono definitivo anticipado de tres años respecto a los otros Estados miembros), Hungría (1.500 ha) y Portugal (2.300 ha).

Después de un crecimiento constante hasta finales de 1970, la superficie mundial plantada de viñedos muestra una disminución como resultado de los incentivos al

arranque de la Unión Europea (UE) y de los arranques significativos efectuados en la antigua Unión Soviética.

En la figura 1 se muestra la evolución de la superficie mundial a lo largo de los años y la reducción de superficie se está estabilizando.

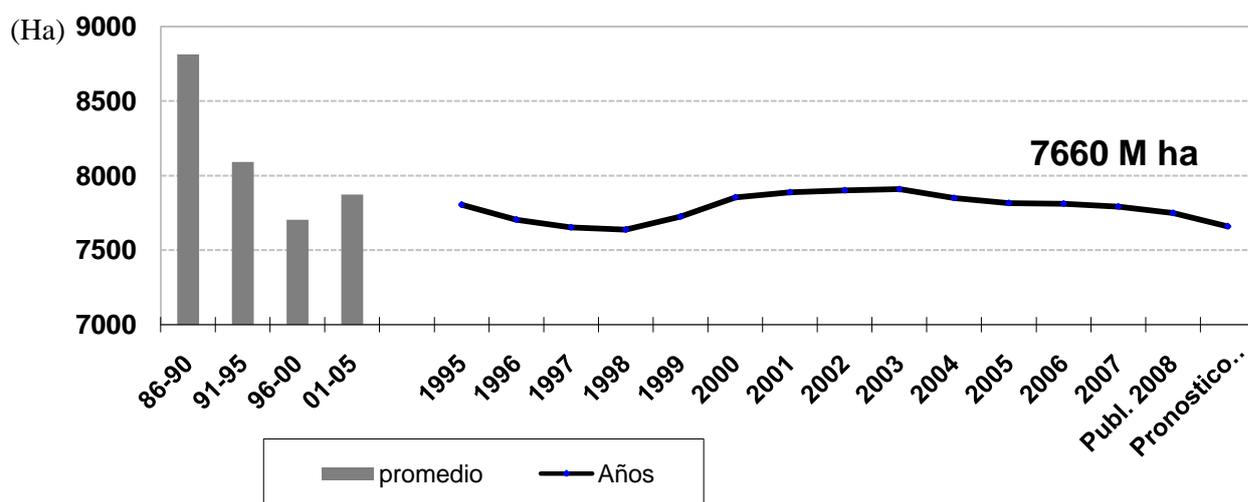


Figura N° 1: Evolución de la superficie de viña plantada en el mundo. Organización internacional de la viña y el vino OIV

### 1.1.2 Situación actual de la viña en España

España junto con Francia e Italia son los países que concentran la mitad de la producción mundial de vino.

Las ayudas de la UE para el arranque de viñedo han supuesto la cifra de 96.287 ha arrancadas en España, que suponen un 8,5% de la superficie de viñedo que había plantada en España al inicio de estos arranques (Fuente: MARM).

El 96% de la producción de uva en España se destinada a la vinificación, siendo la variedad más cultivada Tempranillo. Tan solo el 3% se destina a su consumo en fresco y el resto, 1%, para pasificación y viveros según el MARM., (2009).

Tabla N°1: Superficie de viña por comunidades autónomas. Fuente: MARM, 2009.

Provincias y Comunidades Autónomas	Superficie total (ha)		
	Secano	Regadío	Total
Galicia	25.901	–	25.901
P. de Asturias	95	–	95
Cantabria	56	–	56
País Vasco	10.973	2.630	13.603
Navarra	12.012	13.065	25.077
La Rioja	35.531	8.699	44.230
Aragón	35.436	10.252	45.688
Cataluña	58.130	3.791	61.921
Baleares	1.038	757	1.795
Castilla y León	70.345	2.235	72.580
Madrid	12.827	166	12.993
Castilla la Mancha	407.985	121.001	528.986
C. Valenciana	59.587	25.324	84.911
R. de Murcia	30.727	14.112	44.839
Extremadura	83.139	5.387	88.526
Andalucía	36.022	2.867	38.889
Canarias	16.569	2.390	18.959
ESPAÑA	896.373	212.676	1.109.049

Alrededor de la mitad de la superficie del viñedo en España se ubica en Castilla la Mancha, y País vasco se ocupa el treceavo lugar en cuanto a superficie con 13.603 ha.

### 1.1.3 Situación actual de la viña en el País vasco

En el País Vasco existen dos grandes zonas de tradición vitivinícola, por un lado está la zona de los valle atlánticos donde se produce el denominado Txakoli que es un vino blanco y por otra parte en la provincia de Álava, que es zona de producción de vino tinto, principalmente.

El txakoli es un vino especial ligado a la costa, con gran tradición en Guipúzcoa, Bizkaia y la zona de Ayala de la provincia de Álava. Tiene un total de 700 ha cultivadas de las cuales 300 ha pertenecen a la Denominación de Origen de Bizkaiako Txakolina, 350 ha a la D.O. Getariko Txakolina y 100 ha D.O. Arabako Txakolina.

La Denominación de Origen Calificada Rioja comprende 63.593 hectáreas de viñedo se distribuyen entre La Rioja (43.885 has.), Álava (12.934 has.) y Navarra (6.774 has). El Reglamento de esta Denominación enumera los 144 términos municipales concretos (118 en La Rioja, 18 en Álava y 8 en Navarra) en los que se ubican "los terrenos que el Consejo Regulador considera aptos para la producción de uva con la calidad necesaria".

Toda la zona se beneficia de la confluencia de dos climas tan opuestos como el atlántico y mediterráneo, que proporcionan temperaturas suaves y precipitaciones anuales algo superiores a los 400 L/m<sup>2</sup>, condiciones muy idóneas para el desarrollo de la vid.

De acuerdo con los rendimientos máximos permitidos por el Reglamento a fin de optimizar la calidad de los vinos (6.500 kg por hectárea en variedades tintas y 9.000 kg por hectárea en variedades blancas), la producción media actual de la Denominación se sitúa entre 280 y 300 millones de litros, de los que el 90% corresponde a vino tinto y el resto a blanco y rosado.

Rioja Alavesa está situada al margen de la ribera del Ebro y descende en laderas escalonadas desde la Sierra de Cantabria. Está integrada por los municipios de Baños de Ebro-Mañueta, Kripán, Elciego, Elvillar-Bilar, Labastida-Bastida, Laguardia, Lanciego-Lantziego, Lapuebla de Labarca, Leza, Moreda de Álava, Navaridas, Oyón-Oion, Samaniego, Villabuena de Álava-Eskuernaga y Yécora-Ekora.

El 79% del vino que se produce en la Rioja Alavesa se elabora a partir de la variedad de uva conocida como Tempranillo. Es un tipo de uva apta para envejecer, de buen color y moderada acidez. Su nombre procede de la precocidad con la que madura. Otras variedades con las que nos podemos encontrar son: viura, garnacha, mazuelo, graciano, garnacha blanca y malvasía.

## 1.2 BOTANICA

La vid es una planta de División *Espermafita* perteneciente a la Subdivisión de la *Angiospermas*, de la Clase de las *dicotiledóneas*, de la Familia de las *Vitaceas* y Genero *Vitis* (Martínez de Toda, 1991).

Es una liana, sarmentosa y trepadora, que se fija a tutores naturales o artificiales, mediante órganos llamados zarcillos de los que va provista. Cuando estos tutores faltan se extiende sobre la superficie del terreno, en posición más o menos erguida, ocupando extensiones de consideración (Hidalgo, 2002).

Se puede estimar que la vid cultivada llega a España hace 3000 ó 4000 años, pero sin embargo la *Vitis Silvestris* estaba ya presente a finales de la Era Terciaria. Las sucesivas glaciaciones de la Era Cuaternaria no impiden que esta especie vuelva a colonizar los espacios que ocupaba antes (Martínez de Toda, 1991).

El género *Vitis* está compuesto por varias especies como *Vitis Rotundifolia*, *Vitis Riparia*, etc. Estas son las especies más importantes del género *Vitis* (Martínez. de Toda, 1991):

Sección Muscadinia: Comprende 3 especies entre las que destaca *Vitis rotundifolia*.

- *Vitis rotundifolia* que se corresponde con las vides americanas que se encontraron los españoles en Florida. Es la única inmune a la filoxera.

Sección Euvitis:

- *Vitis labrusca*: (Americana) Gran parecido con *V. vinífera*. No hay nudos ni zarcillos o racimos. Mucha coloración. Poca resistencia a filoxera. No sabe como la vid europea. Su papel en los cruzamiento ha sido considerable pero no ha dado buenos resultados; tiene alta productividad y resistencia a mildiu y oídio, además, transmite al vino gusto y perfumes desfavorables.
- *Vitis riparia*: Originaria de América del Norte. Es la que más al norte se cultiva. Llega hasta las montañas rocosas y hasta el Golfo de Méjico. Ocupa las riberas de los ríos (Riparia=Ribera). Raíces finas, bastante amarillentas, poco potentes, con ángulo geotrópico muy grande. Planta para terrenos “fáciles” y buenos, la planta no presenta gran resistencia a caliza activa. Muy resistente a filoxera. Se cruza con *Rupestris* (vigor) y *Berlandieri* (Resistencia a caliza) y los híbridos constituyen portainjertos enormemente extendidos por el mundo.

- *Vitis berlandieri*: Originaria de Texas. Limítrofe al Este con Riparia. Racimos bastante grandes, piramidales, negros. Sensible al frío, pero menos que *V. Vinifera*. Toma muy bien el injerto. Resiste mucho a la caliza activa y buena resistencia frente a la filoxera. El único inconveniente es que arraiga mal. Se utiliza en hibridación para la obtención de los principales portainjertos.
- *Vitis rupestris*: Originaria del Missisipi, pero no se extiende al Norte por el frío. Es más tardía que Riparia, y resiste muy bien la filoxera. La variedad más importante es Rupestris de Lot que tiene un color de madera característico, rojo muy intenso. Rupestris de Lot resiste bien la caliza activa, a mildiu y oídio pero menos que Riparia. Es muy frecuente en España ya que era muy cómodo para los viveristas por su facilidad de enraizamiento.
- *Vitis Vinifera*: Es la especie de Europa y Asia Occidental; la única significativamente cultivable. Bayas de sabor succulento, grandes, con aptitudes viníferas. Sensible al frío, a la filoxera y a enfermedades criptogámicas, pero resistente a la clorosis. Se utiliza como productor directo en ausencia de filoxera y como injerto cuando la zona está filoxerada. Su papel ha sido considerable en los cruzamientos efectuados para obtener portainjertos resistentes a clorosis. El número de variedades se estima en alrededor de 10.000.

### 1.3 MORFOLOGÍA DE LA VID

En la vid se distingue entre la parte radicular, formada por las raíces y la parte aérea, formada por el tronco, los brazos, los sarmientos, las hojas, los frutos y zarcillos.

#### 1.3.1 *Parte radicular*

La función principal de la raíz es la de obtener del suelo el agua y los elementos minerales necesarios para la cepa, agua y elementos minerales que son conducidos hasta las hojas a través de los vasos de xilema.

La raíz juega un importante papel de almacenamiento, pues en sus tejidos se depositan numerosas sustancias de reserva (principalmente almidón) que sirven en el momento de la maduración, para completar la producción diaria de sustancias sintetizadas por las hojas y en la primavera siguiente, ya que el desarrollo inicial de los brotes se hace, en gran parte, debido a las reservas almacenadas en el sistema radicular. Por otra parte, las raíces sirven para fijar la cepa al suelo y asegurar la estabilidad de toda la parte aérea (Martínez de Toda, 1991).

La extremidad terminal de la raíz está constituida por un cono obtuso que es la cofia, formada por varias capas de células muy apretadas unas contra otras. Esta cofia protege la raíz y le permite propagarse en tierra evitando el daño físico al tropezar con piedras u obstáculos duros, tiene función protectora (Martínez de Toda, 1991).

A poca distancia de esta punta hay una región provista de los llamados pelos absorbentes, por los que penetra el agua con las diversas sales alimenticias que se encuentran en el suelo. A medida que se alarga la raicilla, esta región se desplaza, conservando su distancia prácticamente fija a la punta. Nuevos pelos nacen cerca de ésta, y los más alejados mueren y caen (Hidalgo, 2002).

El crecimiento de la raíz tiene lugar: en longitud, por el meristemo terminal de su extremo inferior, protegido por la cofia o piloriza; y en diámetro, por la creación de capas de corcho y corteza de la zona generatriz externa, y más todavía por la formación de capas de líber y madera originadas por el cambium. Las plantas procedentes de semilla tienen una raíz principal pivotante mientras son jóvenes, pero en el transcurso del tiempo, la raíz principal se atrofia dando lugar a las raíces adventicias. En las plantas procedentes de estacas, por multiplicación asexual o vegetativa, las raíces que se forman pueden considerarse todas primarias, de las que parten las secundarias, constituyendo

todo la cabellera radical. Si no hay obstáculos en el terreno las raíces tienden a profundizar en el mismo (geotropismo positivo), pero también se desplazan hacia aquellas zonas del suelo más ricas en humedad y en nutrientes (quimiotropismo) (Hidalgo, 2002).

Además, las raíces respiran; esto es, absorben oxígeno del aire o disuelto en el agua que circula entre los intersticios de la tierra, y exhalan anhídrido carbónico, contribuyendo, con esa combustión, a proporcionar a la planta la energía necesaria. Las raíces de la cabellera absorben por sus pelos el agua y sustancias minerales contenidas en la tierra, dando lugar a la savia bruta.

La conducción de la savia bruta es consecuencia de la presión radicular, inducida por los fenómenos osmóticos y la aspiración ejercida en las hojas por la transpiración.

### 1.3.2 *Parte Aérea*

La viña en estado espontáneo es una liana, gracias a sus tallos sarmentosos y a sus zarcillos que cuando encuentran un soporte o tutor se enroscan en él y trepan en busca de la luz.

En la parte aérea de la vid distinguimos el tronco, brazos, pulgares o varas (trozos de ramos formados el año anterior), y los pámpanos o ramos herbáceos del año, que por su agostamiento en el otoño se convierten a su vez en sarmientos, con sus hojas, zarcillos y racimos.

#### 1.3.2.1 TRONCOS Y BRAZOS

El tronco puede alcanzar dimensiones considerables. Nunca es recto como el tronco de los árboles, es siempre ondulado y retorcido, no solo alrededor de los tutores, sino incluso en condiciones libres. Tampoco es liso, está cubierto por la acumulación de viejas cortezas de años sucesivos que son eliminadas por la acción del felógeno constituyendo un conjunto de cortezas exfoliables que constituyen el ritidoma (Martínez de Toda, 1991).

Los brazos son los encargados de conducir los nutrientes y repartir la vegetación y los frutos en el espacio. Al igual que el tronco también están recubiertos de una corteza. Los brazos portan los tallos del año, denominados pámpanos cuando son herbáceos y sarmientos cuando están lignificados.

### 1.3.2.2 PÁMPANOS Y SARMIENTOS

Cada año, las yemas de vid se desarrollan dando lugar a un brote herbáceo; nos podemos encontrar los siguientes tipos de brotes:

- Pámpano o sarmiento: es aquel que tiene su origen en la madera de dos años, aquél cuyo desarrollo se busca al hacer la poda. Son los responsables de la cosecha.
- Chupón: Es aquel que tiene su origen en madera vieja (tronco y brazos). Procede de yemas que permanecieron latentes en la madera vieja. No se buscan en la poda y generalmente hay que eliminarlos mediante la operación en verde llamada “espergurado”.
- Nieto: Es un brote secundario que está ubicado en la axila de las hojas del pámpano. Se desarrolla en el mismo periodo vegetativo que éste y no puede alcanzar gran tamaño.

Cualquier pámpano o sarmiento presenta, en determinados puntos más o menos equidistantes, unos abultamientos que reciben el nombre de nudos. El intervalo comprendido entre dos nudos consecutivos se denomina entrenudo y constituye la mayor parte de la longitud del brote (Martínez de Toda, 1991).

### 1.3.2.3 HOJAS

En el nudo del pámpano se insertan las hojas, las yemas u ojos, los racimos y los zarcillos, cuando los hay, del modo siguiente: Las hojas se insertan en los nudos por sus peciolo, alternativamente opuestas (divergencia de 180°). Los zarcillos, nacen también en el nudo, pero en el lugar opuesto a la inserción de las hojas (Hidalgo, 2002).

Están compuestas por un peciolo y un ensanchamiento en lámina, llamado limbo, surcado por nerviaduras de diferentes órdenes. El limbo es la parte más importante de la hoja. Su aspecto es laminar pentalobulado, con cinco nervios principales, cinco senos y cinco lóbulos dentados. Las hojas pueden tener varias formas.

Haciendo un corte transversal del limbo se distingue: la epidermis superior del haz, cutinizada y con pocos estomas; la epidermis inferior del envés, menos cutinizada y con muchos estomas, y entre ambas epidermis el mesófilo.

Las funciones de las hojas son de una gran complejidad, pues en ellas los elementos minerales absorbidos por el sistema radicular, constituyendo la savia bruta, se transforman en savia elaborada que nutrirá a todos los órganos de la planta, a través de los vasos. La hoja tiene como funciones la fotosíntesis, la respiración y la transpiración:

- La fotosíntesis: es la elaboración de nutrientes a partir de elementos inorgánicos simples ( $\text{CO}_2$  y agua) utilizando para ello la energía proveniente de la luz. Esta energía es captada por pigmentos verdes que se encuentran en las células de las hojas, los cloroplastos, los cuales contienen clorofila, que es la encargada de combinar el  $\text{CO}_2$  extraído del aire y el agua absorbida por las raíces, desprendiendo oxígeno. De esta manera, y de dicha combinación, surgen los hidratos de carbono.
- La respiración: consiste en el proceso de liberar energía, la cual es aprovechada por la planta para movilizar los demás cambios químicos que se producen en ella, además de la fotosíntesis. Partiendo de esta premisa, el azúcar es transformado en sustancias más simples. La respiración actúa inversamente en relación a la fotosíntesis: en esta última la energía es almacenada, en tanto que la respiración es liberada; el oxígeno reacciona con el hidrógeno y el carbono del azúcar formando agua y  $\text{CO}_2$ , con desprendimiento de energía. Esta energía es utilizada por la cepa para el crecimiento, la reproducción, la formación de frutos, la absorción de nutrientes, la constitución de diversas sustancias químicas, tales como los ácidos tartárico, málico, taninos, etc.
- La transpiración: es la pérdida de agua en forma de vapor a través de los estomas, la cutícula, y la peridermis. De la cantidad absorbida por el suelo, transportada por el tallo y transpirada hacia la atmósfera, solamente una fracción muy pequeña se incorpora a biomasa. Las hojas pierden agua a través de los estomas como consecuencia de la actividad fotosintética del mesófilo. La transpiración se incrementa por la acción de factores ambientales como la humedad del aire, las condiciones de luz y temperatura.

### 1.3.2.4 ZARCILLOS E INFLORESCENCIAS

Los zarcillos son estructuras comparables a los tallos. Pueden ser bifurcados, trifurcados o polifurcados. Con función mecánica y con la particularidad de que sólo se

lignifican y permanecen, los zarcillos que se enrollan. Tienen una función de sujeción o trepadora.

La inflorescencia de la vid se conoce con el nombre de racimo que es de tipo compuesto. El racimo es un órgano opositifolio, es decir, se sitúa opuesto a la hoja. La vid cultivada lleva de uno a tres racimos por pámpano fértil. Lo normal son dos racimos y rara vez salen cuatro. El racimo está formado por un tallo principal llamado pedúnculo hasta la primera ramificación. La primera ramificación genera los denominados hombros o alas, éstas y el eje principal o raquis, se siguen ramificando varias veces, hasta llegar a las últimas ramificaciones denominadas pedicelos que se expansionan en el extremo constituyendo el receptáculo floral que porta la flor. Dos ramificaciones consecutivas forman una sucesión filotáctica de un ángulo de 90°. Al conjunto de ramificaciones del racimo se le denomina raspón o escobajo (Martínez de Toda, 1991).

### 1.3.2.5 YEMAS

Las yemas se insertan en el nudo, por encima de la axila de inserción del peciolo. Hay dos yemas por nudo: la yema normal o latente, que es de mayor tamaño y se desarrolla generalmente en el ciclo siguiente a su formación, y la yema pronta o anticipada que puede brotar el año de su formación, dando lugar a los denominados nietos de menor desarrollo y fertilidad que los pámpanos normales. Si la yema pronta no brota durante el año de su formación, se cae con los primeros fríos, no supera el periodo invernal. Todas las yemas de la vid son mixtas y axilares (Mullins y cols. 1992).

La yema normal, es de forma más o menos cónica y está constituida por un cono vegetativo principal y uno o dos conos vegetativos secundarios. Estos conos están formados por un tallo embrionario, en los que se diferencian los nudos y entrenudos, los esbozos foliares y en su caso, los esbozos de las inflorescencias, y un meristemo o ápice caulinar en su extremo. Dichos conos vegetativos están protegidos interiormente por una borra algodonosa y exteriormente por dos escamas. Las yemas según la posición en el tallo, de acuerdo con Mullins y cols. (1992), se clasifican en apicales y axilares.

### 1.3.2.6 RACIMOS Y BAYAS

Los racimos presentan un número de flores variable según la fertilidad de las yemas que puede oscilar de 50/100 flores para los pequeños a 1000/1500 en los grandes. La forma y tamaño final de los racimos es variable según la variedad, clon y el estado de

desarrollo. Se denomina racima a los ramilletes desarrollados en los nietos, que una vez que fructifican no suelen completar su maduración. A veces también se les da el nombre de grumos (Mullins y col. 1992).

El número de racimos se determina en el ciclo precedente al de su aparición (Lavee y col., 1967). Aunque el número de racimos que realmente aparece en una yema puede verse modificado por circunstancias posteriores, como la temperatura (Pouget., 1981), por defoliaciones (May y col., 1969; Bennett y col., 2002) y por el déficit hídrico que actúa como depresor de la fertilidad en fechas cercanas al cuajado (Hardie y Considine., 1976) o cuando el déficit se produce tras el envero (Matthews y Anderson., 1989).

Cumplida la fecundación, aparece como resultado el grano de uva o baya, que engorda rápidamente, y que está constituido por una película exterior, hollejo; una pulpa, que rellena casi todo el grano y las pepitas. El grano de uva es una baya de forma y tamaño variables. Más o menos esférica u ovalada, y por término medio de 12 a 18 mm de diámetro (Hidalgo, 2002).

- Hollejo (epicarpio): es la parte más externa de la uva y como tal, sirve de protección del fruto. Membranoso y con epidermis cutinizada, elástico. En su exterior aparece una capa cerosa llamada pruina. La pruina se encarga de fijar las levaduras que fermentan el mosto y también actúa como capa protectora.

El color del hollejo varía según el estado fenológico en el que se encuentra. En la fase herbácea es de color verde y a partir del envero es de color amarillo en variedades blancas, y rosado o violáceo, en variedades tintas. Es el responsable del color, pues es donde residen los polifenoles que dan color al mosto (antocianos y flavonoides). En las variedades tintoreras (Garnacha tintorera) también se acumula materia colorante en la pulpa.

- Pulpa: representa la mayor parte del fruto. La pulpa es translúcida a excepción de las variedades tintoreras y muy rica en agua, azúcares, ácidos, aromas, etc. Se encuentra recorrida por una fina red de haces conductores, denominándose pincel a la prolongación de los haces del pedicelo.
- Pepitas: las pepitas son las semillas rodeadas por una fina capa (endocarpio) que las protege. Son ricas en aceites y taninos. Están presentes en número de 0 a 4 semillas por baya.

## 1.4 CICLO VEGETATIVO DE LA VID

En climas templados la vid posee un ritmo de vegetación discontinuo, es una planta leñosa perenne que tiene alternancia de periodos de vegetación y periodos de reposo. Sin embargo, en zonas de clima tropical la planta permanece en constante vegetación. A continuación vamos a describir los periodos del ciclo de la vid.

### 1.4.1 Lloro.

Antes de la entrada en vegetación, se observa, al final del invierno, una exudación de savia en las heridas de poda. La duración de los lloros es generalmente de varios días, puede alcanzar hasta tres o cuatro semanas.

Los lloros corresponden a la entrada en actividad del sistema radicular por acción de la elevación de la temperatura del suelo. Se produce una activación de la respiración celular, una recuperación de la absorción de agua y de elementos minerales, así como la movilización de reservas. La cantidad de líquido que se derrama es generalmente poca, pero a veces importante (de 0,2 a 3 litros por cepa). Depende del patrón, la edad de la cepa (más en cepas jóvenes) y la velocidad de de recalentamiento (Reynier, 2002).

La composición de los lloros es muy variable dependiendo de la velocidad del lloro, época de recogida, año considerado, etc. Suelen contener cationes, nitrógeno, sales, azúcares y aminoácidos. El pH también varía con la naturaleza del suelo (Reynier, 2002).

### 1.4.2 Desborre.

El desborre constituye la primera manifestación visible del crecimiento e indica el comienzo del desarrollo celular en el aparato vegetativo de la cepa.

La fecha de desborre es un estado fenológico importante a determinar, se suelen utilizar los estados de referencia de Baggiolini (1952), que hacen referencia a 16 estados fenológicos definidos por letras.

Para apreciar e identificar el momento de desborre los siguientes estados fenológicos definidos por Baggiolini son:

- Estado A. Yema en estado de reposo invernal, recubierta de las escamas protectoras.

- Estado B. Yema hinchada, las escamas se separan apareciendo claramente visible la borra.
- Estado C. Punta verde; la yema continúa hinchándose y alargándose hasta aparecer en el exterior una punta verde constituida por la extremidad del joven brote.

La temperatura del aire es el principal factor desencadenante del inicio de la actividad biológica de las yemas y actúa muy pronto durante el invierno. En efecto, el desborre es la consecuencia de los efectos de las acumulados de las acciones diarias de la temperatura durante el invierno y comienzo de la primavera. Un invierno suave implica en desborre precoz y viceversa (Reynier, 2002). La brotación es más tardía y más homogénea en climas continentales y septentrionales que en los meridionales templados (Hidalgo, 2002).

También la fecha de desborre y la velocidad viene determinada por la variedad, el vigor de la cepa, las prácticas culturales, accidentes en la vegetación (cepas debilitadas por pedrisco) o por carga excesiva o enfermedades.

Por otra parte, todas las yemas de la planta no brotan al mismo tiempo, sino que lo hacen las últimas de los pulgares y varas no arqueadas, denominadas delanteras, característica que se conoce como acrotonía (Hidalgo, 2002).

### *1.4.3 Crecimiento.*

El desarrollo de los pámpanos se debe a la actividad sumatoria del meristemo terminal de las yemas latentes y de las primicias de entrenudos, hojas, zarcillos y racimos que contienen, comenzando por el de los entrenudos existentes, produciendo nuevas células que se diferencian en los siguientes órganos del pámpano.

En un principio el crecimiento de los pámpanos jóvenes se realiza a expensas de las reservas de la planta; más tarde las hojas adultas formadas exportan alimentos elaborados por ellas hacia las hojas jóvenes e inflorescencia, para después de la parada del crecimiento hacerlos a los racimos.

El desarrollo de los pámpanos más alejados de la base de la vara que los sustenta, es mayor que los más cercanos, lo que igualmente acontece en los cordones de pulgares con los más alejados del tronco respecto a los más próximos. En general hay un privilegio de desarrollo para los pámpanos más alejados del tronco (Hidalgo, 2002).

### *1.4.4 Agostamiento.*

Mientras los racimos maduran, se asiste a un cambio de aspecto de los pámpanos: el color verde desaparece al mismo tiempo que se diferencia netamente la corteza que encontraremos en el invierno en el sarmiento. El pámpano se hace más duro impregnándose de lignina y acumulando sustancias de reserva, en particular almidón; el agostamiento comienza durante la maduración de los frutos, prosigue tras la madurez, mientras las hojas activas vivas no estén vacías de la mayor parte sustancias que han elaborado.

De este agostamiento depende la resistencia a las heladas invernales, el vigor de los pámpanos en la primavera siguiente y, para las operaciones de multiplicación vegetativa, la reanudación del estaquillado y del injerto.

El agostamiento asegura pues, la perennidad de la planta y permite su multiplicación. Todo aquello que contribuye a la destrucción prematura del follaje (heladas precoces, enfermedades criptogámicas, deshojado excesivo) compromete el agostamiento (Reynier, 2002).

### *1.4.5 Caída de hojas.*

Se entiende por caída de la hoja, la caída natural al finalizar el ciclo vegetativo. No se suele denominar defoliación, aplicándose este término para defoliaciones artificiales o producidas por accidentes (Martínez de Toda, 1991).

Cuando comienza a decrecer notablemente la temperatura hasta las proximidades del cero de vegetación (10°C según la variedad y variable según los años) se produce la caída de sus hojas; pero antes, los materiales alimenticios que contienen, descienden, se insolubilizan y se constituyen en reservas en los tejidos vivos de los sarmientos, brazos, tronco, cuello y raíces de la cepa. Las hojas amarillean o se tiñen de colores rojizos, se desecan y caen finalmente. La vid entra así en su fase de reposo invernal (Hidalgo, 2002). Las hojas de las vides más vigorosas permanecen más tiempo sobre la planta (Martínez de Toda, 1991).

## 1.5 CICLO REPRODUCTOR DE LA VID

El desarrollo de los órganos reproductores empieza con la iniciación de las inflorescencias en las yemas latentes el año precedente y la diferenciación de las flores en primavera; después se desarrollan sucesivamente la floración, el cuajado, el crecimiento y la maduración de las bayas del racimo (Reynier, 2002).

### 1.5.1 *Iniciación floral*

La fertilidad de las yemas representa la exteriorización de su iniciación floral, resultado de la acción de factores externos y factores ligados a la planta. Es el resultado de dos fenómenos distintos, según Reynier (2002):

- La inducción floral es el fenómeno fisiológico de la percepción de estímulos que determinan la diferenciación de un meristemo hacia la constitución de la inflorescencia. La inducción se produce en un momento en el que la tasa de crecimiento es máxima y el proceso de la inducción termina cuando el número de hojas por encima de la yema está entre 18 y 21 (Lavee y col., 1967). El proceso de la inducción se mantiene hasta la entrada en latencia de las yemas (mitad del verano) y, por lo tanto, todo lo que ocurre hasta la esa época afecta a las yemas latentes del año siguiente.
- La iniciación floral, propiamente dicha, que es el fenómeno morfológico de la diferenciación de la inflorescencia. La diferenciación de los órganos florales conformados plenamente en pétalos, sépalos, androceo y gineceo no se alcanza hasta algunos días antes de la brotación.

El número de inflorescencias se fija en la fase de predormición de las plantas, siendo por ello predecible la cuantía de iniciación de la futura cosecha mediante cortes y observación de las yemas durante el periodo de latencia y postdormición (Hidalgo, 2002).

Las condiciones para el inicio de las inflorescencias y los factores que determinan la fertilidad de las yemas son de origen diverso, factores climáticos, biológicos y culturales.

Dentro de los factores climáticos que afectan a la fertilidad de las yemas la iluminación es el factor principal de la iniciación de las inflorescencias. Es importante una buena iluminación durante la fase de floración, momento en el que se están

diferenciando los esbozos de las inflorescencias en las yemas que se desarrollarán la campaña siguiente. Parece que es importante tanto una buena iluminación de las yemas como de las hojas cercanas a esa yema. Indirectamente, el sistema de conducción puede favorecer una mayor fertilidad de yemas si permite una buena iluminación en la zona de racimos.

La temperatura tiene una influencia cuantitativa en la iniciación de las inflorescencias, favoreciendo el metabolismo general de la cepa, el crecimiento de los pámpanos y la organogénesis de las yemas.

El vigor de la madera en que se encuentran las yemas favorece la fertilidad de las mismas, aunque las maderas excesivamente vigorosas son menos fértiles. Las distintas yemas de la cepa tienen fertilidades distintas:

- Las yemas principales de las yemas latentes son las más fértiles.
- Las secundarias apenas son poco fértiles o estériles.
- Las yemas prontas pueden producir racimos, pero son pequeños y de escaso valor vinícola.
- Las yemas de la madera o de la corona presentan una fertilidad muy baja.

También cabe señalar que el viticultor puede modificar esta fertilidad con prácticas culturales que afecten a la fertilidad global de la parcela o de una cepa influyendo sobre el vigor (con abonados, carga de la poda), en el porcentaje de desborre por la poda (carga débil y poda corta), sobre la fecha de desborre (poda tardía) y en el microclima inducido por la elección del sistema de conducción (Reynier, 2002).

### *1.5.2 Floración, polinización, fecundación y cuajado.*

La floración corresponde a la expansión de la flor por la apertura (dehiscencia) de la corola, que se deseca y cae. Se produce generalmente en junio, pero la fecha varía con la variedad y las condiciones climáticas del año.

No todas las flores del racimo y, en consecuencia, de una parcela, se abren al mismo tiempo, la floración se escalona de 10 a 15 días. La dehiscencia del capuchón y su caída están favorecidas por la insolación y el calor (mínimo 15°C). A veces el capuchón no cae a causa de la lluvia o de vigor insuficiente y las flores quedan

encapuchadas. Después de la caída del capuchón, los estambres se separan del gineceo, y efectuando una rotación de 180° liberan el polen.

La polinización es la liberación y transporte del polen. Puede ser indirecta (alógama) o directa (autogamia). La alogamia es obligatoria para variedades femeninas que deben estar asociadas en cultivos mixtos con variedades hermafroditas cuya floración se produzca en el mismo periodo. En las variedades hermafroditas, la alogamia permite una mejor fecundación (Reynier, 2002). La mayoría de las variedades de vid que se cultivan son hermafroditas (Hidalgo, 2002).

En las plantas de viña, se habla de una fecundación doble, la de la oosfera y la de los núcleos polares.

El número de frutos maduros es siempre inferior al número de flores que están diferenciadas. Un cierto número de flores fecundadas evolucionan a frutos, se dice que cuajan, mientras que un cierto número de flores no polinizadas y de ovarios fecundados caen, se dice que se corren. La tasa de cuajado es un término que corresponde al número de bayas que quedan en el racimo en relación al número de flores de la inflorescencia. La tasa de cuajado es relativamente baja, incluso en ausencia de corrimiento. Es más elevado en variedades de racimos pequeños que en variedades con grandes inflorescencias. La tasa de cuajado de las inflorescencias de un mismo pámpano decrece desde la base hacia la extremidad (Reynier, 2002).

### *1.5.3 Desarrollo y maduración de las uvas*

La formación y crecimiento de las bayas tiene su origen y es consecuencia de la acción y estímulo triple de la polinización, la fecundación y la formación de semillas, así como del aporte de sustancias nutritivas por la planta.

El crecimiento de la baya es un proceso de gran interés en viticultura ya que condiciona la cantidad de cosecha y además constituye un importante factor de calidad (Santesteban, 2003). El crecimiento de las bayas sigue una doble curva sigmoideal como la mayoría de los frutos (Coombe, 1992). En esta doble curva sigmoideal muchas veces se describen tres fases de desarrollo:

a) Fase I o fase herbácea. Esta fase se da después de floración y está caracterizada por un rápido crecimiento por división y elongación celular (Ollat, 2002). El pico de

división celular se da aproximadamente 8 días después de floración y termina unos 30-40 días después de floración (Jona y Botta, 1988).

b) Fase II o fase de ralentización del crecimiento. Antes del envero se da una fase de ralentización en el crecimiento.

c) Fase III o fase de maduración. Se caracteriza por una segunda fase de crecimiento activo (Coombe, 1973). El crecimiento se da únicamente por elongación (Ojeda y col., 1999).

La característica principal del periodo herbáceo, así denominado por la permanencia de la clorofila en la piel o epicarpio, es el considerable aumento del tamaño del fruto, fundamentalmente por multiplicación celular, consecuencia principal de la aportación de auxinas reguladoras del crecimiento, y en menor grado dependiente de las sustancias nutritivas que ellos mismos elaboran, o que suplementariamente aportan las hojas.

Terminado el periodo vegetativo las bayas pasan al envero, es una etapa en la que cesa el crecimiento y la multiplicación celular, las bayas comienzan a perder la clorofilas y en consecuencia el color verde y comienza a colorearse gracias a los pigmentos que empieza a sintetizar la planta.

Durante el periodo de madurez se produce la reanudación del crecimiento. El aumento de volumen de las bayas durante este periodo, debido a una dilatación celular, se produce por un aporte externo de sustancias nutritivas y agua, con enriquecimiento en azúcar y otros componentes determinantes de la madurez, si bien también el factor hormonal controla el crecimiento del fruto (Hidalgo, 1999)

### 1.5.3.1 ACUMULACIÓN DE AZÚCARES.

El envero corresponde a una acumulación brusca e importante de azúcares en las bayas. Está acompañada de una modificación del color de las uvas, el envero. Este enriquecimiento rápido es el resultado de una modificación del sentido de las migraciones.

Por una parte, los productos de la fotosíntesis cesan temporalmente su circulación descendente hacia las partes vivaces y se dirigen únicamente hacia los racimos, todos los sarmientos participan en esta migración, los azúcares de los sarmientos no fructíferos (principalmente nietos) se dirigen hacia los sarmientos que tienen racimos.

Por otra parte, las reservas en azúcares (sacarosa y principalmente almidón) de la madera y del sistema radicular son movilizadas repentinamente y en proporción más o menos importante en beneficio de los racimos; el nivel de estas reservas es importante para asegurar un buen comienzo de la maduración; cuando las reservas de las partes vivaces han disminuido a lo largo de ciclos vegetativos anteriores y la fotosíntesis actual es insuficiente para satisfacer las exigencias de volumen importante de los racimos, en ese caso podemos observar una maduración insuficiente; la historia del viñedo, la edad, el mantenimiento, el control permanente de los rendimientos y la buena actividad de las hojas, son otros factores que condicionan la evolución de la maduración (Reynier, 2002).

### 1.5.3.2 DISMINUCIÓN DE LA ACIDEZ.

La sede de síntesis de los ácidos orgánicos son las hojas y las bayas verdes que están en crecimiento vegetativo. Los contenidos de ácidos disminuyen a lo largo de la maduración. Esta disminución de la acidez tiene diversas causas (Reynier, 2002):

- Degradación respiratoria: los ácidos orgánicos sirven de sustrato a la respiración. La degradación aumenta con la temperatura. Esta degradación afecta al ácido málico.
- Transformación de ácido málico en azúcares: la síntesis de azúcar a partir de ácido málico, participa en la disminución de la acidez y en el enriquecimiento en azúcares. Parece que la producción de azúcares por esta vía es limitada.
- Fenómenos de dilución: durante la maduración la uva engorda por aporte de agua procedente de las raíces, lo que contribuye a disminuir la concentración en ácidos.

### 1.5.3.3 POLIFENOLES

Los compuestos fenólicos son sustancias orgánicas cuya estructura química comprende una o varias funciones «fenol». Los compuestos fenólicos participan en la coloración de la uva y en las propiedades visuales y gustativas del vino.

En el momento del envero, las bayas verdes pierden la clorofila y evolucionan a rojas o amarillas. Esta evolución que prosigue durante la maduración permite distinguir las variedades tintas de las blancas. Esta coloración debida a la materia colorante,

antocianos (rojos) y flavonoides (amarillos) no afecta más que al hollejo; sin embargo, la pulpa de algunas variedades, llamadas tintoreras, acumulan antocianos. Al mismo tiempo, otras sustancias orgánicas, los taninos, sufren unas modificaciones cuantitativas y cualitativas en los hollejos y pepitas. Tras la vinificación, los compuestos fenólicos se encuentran en el vino y participan en sus características organolépticas.

### 1.6 AGUA EN LA PLANTA

Casi todos los procesos en la planta son afectados directa o indirectamente por el suministro de agua. El agua, en plantas leñosas es un constituyente mayor del 50%. El agua es parte importante del interior de las células, como también de las proteínas y moléculas de lípidos.

El volumen total de agua en una planta es muy pequeño en relación al volumen total de agua transpirada a lo largo de su ciclo vital; de toda el agua absorbida por una planta a lo largo de su ciclo vital, aproximadamente un 95% se pierde por transpiración y sólo el 5% se usa en metabolismo o crecimiento (Kramer, 1983).

#### 1.6.1 *Funciones*

El agua desempeña un papel mecánico: mantiene la hidratación de las células y la rigidez de los tejidos. Tiene también un cometido fisiológico, pues sirve de vehículo a las sustancias disueltas necesarias para la vida de la planta, e interviene en la fotosíntesis y en numerosas reacciones bioquímicas (Ribéreau-Gayón y col., 1971).

#### 1.6.2 *Absorción*

Tanto las hojas como las raíces pueden absorber el agua del medio.

##### 1.6.2.1 ABSORCIÓN POR LAS HOJAS

El agua penetra por los estomas, o también puede infiltrarse a través de la cutícula epidérmica. La humedad atmosférica, los rocíos y las nieblas pueden contribuir a la alimentación de las plantas con agua. La cantidad de agua así absorbida es siempre pequeña, pero desde el punto de vista práctico, la posibilidad de esta absorción presenta un gran interés pues permite la aplicación de los "abonos foliares" (Ribéreau-Gayón y col., 1971).

##### 1.6.2.2 ABSORCIÓN POR LAS RAÍCES

El agua se absorbe en especial por los pelos absorbentes de las raíces jóvenes. Estos son células gigantes, no cerradas que pueden alcanzar muchos milímetros de longitud y 10  $\mu\text{m}$  de ancho. Se adhieren a las partículas del suelo por su pared externa de naturaleza péctica. Una gran vacuola ocupa casi la totalidad de la célula del pelo. Los pelos absorbentes tienen una existencia efímera pero se forman constantemente.

Las plantas pueden utilizar el agua libre y el agua de capilaridad del suelo. Esta última constituye la fuente de agua esencial en períodos de sequía. Mientras las fuerzas de cohesión que unen las moléculas de agua no se rompen, las raíces pueden atraer una corriente continua, y utilizar así el agua situada a una distancia bastante grande.

El mecanismo de entrada de agua en la planta se produce gracias a la diferente concentración de solutos entre la el agua exterior y al agua de la raíz, es el fenómeno de osmosis.

La presión osmótica de los pelos absorbentes es tal que les permite absorber el agua del suelo. La cantidad de agua que una célula determinada es capaz de absorber no puede sobrepasar un cierto valor y es por ello que la penetración del agua se ve limitada por la resistencia que opone la membrana esquelética (Ribéreau-Gayon y col., 1971).

La pérdida de agua por las plantas en forma de vapor se denomina transpiración. Esencialmente es un proceso físico de evaporación que ocurre en las paredes de las células del mesófilo y epidermis de las hojas y de otros órganos en contacto con el aire (Martínez de Toda, 1991). La velocidad de conducción es consecuencia de la corriente de agua que atraviesa la planta desde los pelos absorbentes hasta su expulsión por los estomas, estando estos regulado por la temperatura, la luz, y el estado higrométrico del aire (Hidalgo, 2002).

La succión presenta variaciones diarias importantes. Si la cantidad diaria de agua disponible en el suelo no es suficiente, sobreviene el marchitamiento, que puede ser parcial o permanente (Ribéreau-Gayon y col., 1971). Este estrés hídrico va acompañado de deshidratación de los tejidos, que desencadena en un descenso tanto del potencial hídrico como del osmótico, con lo que los tejidos pierden su turgencia. Para mantener las células turgentes la planta es capaz de provocar un descenso en el potencial osmótico. La importancia del ajuste osmótico, es fundamental para procesos básicos como el crecimiento y la apertura estomática, que permite mantener la turgencia de las plantas a niveles de potencial hídrico muy bajos (Blum, 1988). Las células del sistema radicular son capaces de realizar este ajuste osmótico acumulando solutos de manera activa (Zhang y col., 1999).

Uno de los factores más importante que limita la absorción y por tanto el flujo de agua a través de la planta es la temperatura del suelo ya que la actividad metabólica de

las raíces se ve inhibida cuando la temperatura es demasiado baja, y se reanuda de inmediato desde que la temperatura comienza a subir.

La aireación del medio edáfico es indispensable para la absorción del agua y de las sales minerales así como la concentración de solutos en el suelo (Ribéreau-Gayón y col., 1971).

### *1.6.3 Transporte*

El agua absorbida a nivel de la base pilífera debe de llegar hasta los vasos. Es un tipo de transporte denominado horizontal que se realiza de célula a célula atravesando los citoplasmas de las mismas.

Una vez llega el agua a los vasos de la raíz debe subir hasta las hojas (transporte vertical). La savia bruta que llega de la raíz a los vasos debe poder elevarse hasta la cumbre de los tallos. Las fuerzas capilares solas no pueden hacer subir el agua a más de un metro de altura y consigue esta elevación gracias a la propiedad que tiene el agua de cohesión, es decir la afinidad de las moléculas de agua entre sí. Los mismos vasos tienen a su vez un papel, pues pueden dilatarse o comprimirse según la cantidad de agua que reciben consiguiendo una corriente de agua continua (Ribéreau-Gayón y col., 1971).

## 1.7 EFECTO DEL REGIMEN HÍDRICO EN LA VID

La vid es una planta que tiene unas relativamente pequeñas necesidades de agua para su cultivo, estimándose que precisa 280-300 litros para formar un kilogramo de materia seca. Además, la vid tiene un importante sistema radicular que profundiza en el suelo y un gran poder de succión de sus raíces, lo cual contribuye a que su cultivo se pueda dar en secano, con precipitaciones que rozan hasta casi los 250 milímetros anuales y con temperaturas extremas en verano que sobrepasan los 40°C, lo que naturalmente se traduce en baja producciones (Hidalgo, 2002).

La cantidad de agua que consumen las plantas es relativa según las disponibilidades de agua de lluvia y de riego, la evapotranspiración, la naturaleza del terreno, del suelo y de su técnica de implantación y mantenimiento (Hidalgo, 2002).

### 1.7.1 Efecto sobre el desarrollo vegetativo

El consumo de agua de la vid a lo largo del año no es uniforme, dependiendo de las condiciones climáticas y consecuentemente de las fases del ciclo vegetativo con sus exigencias propias estacionales. Aproximadamente son las siguientes, 2% en el periodo de reposo invernal, 10% de desborre a cuajado, 43% de cuajado a envero, y 45% de envero hasta caída de hojas (Hidalgo, 2002).

El déficit hídrico depende de muchos factores: suelo, salinidad del suelo, estructura y textura del suelo, profundidad de enraizamiento, material vegetal, temperatura, precipitaciones, riego, radiación, etc.

El estrés hídrico reduce el vigor de las plantas y es una herramienta útil de control del desarrollo vegetativo y el vigor de las cepas.

Las diferencias de disponibilidad de agua antes de envero afectan a la elongación de los pámpanos y a la superficie foliar y estos efectos son más notorios en climas muy áridos, por otra parte si estas diferencias se dan en cuando el crecimiento mayoritariamente ya se ha completado las diferencias serán despreciables (Sommer y Clingeffer, 1995).

El desarrollo de anticipados se consigue reducir a menos de la mitad eliminando el riego desde envero hasta vendimia según Reynolds y Naylor (1994).

El peso de madera de poda es un factor que se ve claramente afectado por la disponibilidad de agua, las cepas con mayor aportación de agua tienen un mayor peso de poda (García-Escudero y col., 1997).

El control de la disposición de agua en la época de máximo desarrollo o incluso provocar cierta situación de estrés, tiene efectos beneficiosos en el control de enfermedades y control de la maduración (García-Escudero y col., 1997).

### *1.7.2 Efecto sobre el desarrollo reproductivo y la producción*

Esta etapa de desarrollo de la vid suele coincidir, en nuestras condiciones climáticas, cuando las reservas de agua del suelo escasean y la planta no tiene todo el agua que pudiera gastar a su disposición. En esta época el déficit hídrico puede tener consecuencias positivas ya que habrá menos enfermedades, mayor competencia entre brotes y frutos y la maduración será más lenta (Aguirrezábal y col., 2012):

Uno de los mayores condicionantes de la producción es la cantidad de agua que una cepa tiene disponible durante el ciclo reproductor. Algunos autores discrepan sobre la afección de la disponibilidad de agua sobre la fertilidad; Baeza y col., (2007) afirmaron que el régimen hídrico no afecta a la fertilidad y si al número de racimos, teniendo la misma cantidad de bayas por racimo y racimos por pámpano en vides regadas y no regadas.

El tamaño de la baya está muy ligado al régimen hídrico de la viña, cuanto menos agua más pequeña será el tamaño de la baya (Baeza y col., 2007). Esteban y col., (1999), a diferencia de los autores ahora citados, encontraron diferencias en la cantidad de bayas por racimo entre vides con diferente régimen hídrico.

La mayor cantidad de agua disponible de floración a envero, provoca un tamaño de baya más grande (García-Escudero, 1991), que obtiene un peso de racimo superior en los tratamientos con riego hasta envero, concluyendo que la falta de agua hasta el envero resulta determinante para el peso final del racimo.

### *1.7.3 Efecto sobre la calidad de la cosecha*

El estrés hídrico afecta a la fisiología de las plantas, produciendo una disminución de su crecimiento y del rendimiento del fruto. Sin embargo, se han encontrado efectos positivos sobre la calidad del vino (Carvajal, 2003).

Existe acuerdo en que un déficit hídrico controlado produce una mejora de la calidad del vino, al disminuir el crecimiento vegetativo y favorecer la iluminación de los racimos, lo que aumenta la producción de fenoles y mejora la relación piel/pulpa. Sin embargo, el periodo fenológico más apropiado para la restricción hídrica aún no está claro.

El grado de azúcar es un parámetro muy influenciado por el régimen hídrico, la mayor síntesis y acumulación se da entre cuajado y envero. Los azúcares que se acumulan en las bayas provienen esencialmente de la actividad fotosintética (Ribéreau-Gayon y col., 1971).

Hay una estrecha relación entre la disponibilidad de agua, el crecimiento vegetativo y composición de las bayas. Aún en climas muy cálidos y secos la mejor constitución de racimos y vinos está asociada a una disponibilidad de agua moderadamente deficitaria. Una alimentación de agua sin restricciones, acompañado por un funcionamiento fisiológico no limitado favorece un crecimiento vegetativo prolongado, rendimientos elevados, las bayas son poco azucaradas y relativamente pobres en compuestos fenólicos. Por el contrario un déficit hídrico moderado, controla el crecimiento vegetativo y modifica la distribución de asimilados entre órganos vegetativos y reproductivos a favor de la uvas (Koundouras, 1999).

El hecho de provocar estrés hídrico en envero reduce la cantidad total de azúcares (gramos azúcar / ha) y la reducción del tamaño de baya, produciéndose una mayor concentración de azúcares por baya (Salon y col., 2005). De este modo, se obtienen vinos de mayor grado alcohólico ya que bayas más pequeña tendrán una mayor concentración de sólidos solubles (Salon y col., 2005).

Diferentes investigaciones muestran que en tratamientos con déficit hídrico antes de envero y aplicando un 70% de las necesidades de riego de la vid, se obtiene un vino con mayor acidez, menor pH y mayor intensidad de color lo que determina mejores parámetros de calidad (Carvajal, 2003).

Un déficit hídrico entre envero y cosecha incrementa significativamente la producción de antocianinas, lo que implica un mejor color en variedades tintas (Matthews y col., 1990; Nadal y Arola., 1995).

Indican además que un déficit superior (al 70% de las necesidades de riego) incrementa aun más el color pero reduce demasiado los rendimientos. Tratamientos con

riego continuo y sin déficit hídrico producen mayor rendimiento pero un deterioro importante en la calidad del vino (Carvajal, 2003).

Por otra parte, se produce un adelanto de la maduración al inducir un déficit hídrico (Goodwin y Macrae, 1990).

## 1.8 MANEJO DE LOS SUELOS VITÍCOLAS

En los últimos años, las técnicas del manejo de los suelos en los viñedos han ido cambiando desde labores manuales y de tracción animal a la mecanización total de las labores. Durante mucho tiempo estas labores han permitido el mantenimiento del suelo en cultivos como la vid, manteniendo las plantas adventicias que compiten por los elementos minerales y por el agua bajo control.

Así, la mecanización de las labores agrarias se ha convertido en una práctica habitual con el riesgo de desertificación que ello conlleva.

El laboreo es una técnica muy arraigada que consiste en el mantenimiento libre de hierbas entre las filas de viñedo y provoca en muchos casos la pérdida de suelo por la acción de procesos erosivos. La utilización de cubierta vegetal entre líneas controla la velocidad de la corriente de agua, protege al suelo del efecto de las gotas de lluvia y evita la erosión por transporte; es por tanto una técnica de cultivo capaz de paliar estos procesos erosivos, puesto que es un mecanismo de sujeción del suelo.

Por otra parte, la limitación de la producción en el cultivo de la vid (y por tanto, control del vigor) en algunas Denominaciones de Origen que existen en España para el mantenimiento de la calidad, nos lleva a menudo a quitar uvas antes de la vendimia. No parece lógico a largo plazo mantener un sistema de cultivo de gran producción para limitarlo posteriormente antes de la recolección, con operaciones manuales costosas.

La recuperación de las viñas viejas, la introducción de selecciones menos fértiles, el control del riego, el control de la fertilización, la densidad de plantación, o la utilización de porta-injertos menos vigorosos o el uso racional de cubiertas vegetales que compitan con la vid, son algunas de las técnicas más utilizadas para limitar la producción.

### 1.8.1 *Cubierta vegetal*

La cubierta vegetal en viña es una técnica de mantenimiento del suelo que consiste en mantener con hierba o cualquier otra especie vegetal el suelo de cultivo durante todo el año o durante parte del mismo, en la totalidad del viñedo o en una parte del mismo pudiendo ser cubierta natural, dejando crecer la flora espontánea, o cubierta implantada, sembrada para tal fin.

En un viñedo ya establecido la cubierta vegetal puede ser un medio para equilibrar el vigor de la viña y su rendimiento, aumentando la calidad de la cosecha.

Como ya se ha comentado, en viñedos en pendiente resulta interesante el uso de esta técnica para el control de la erosión del suelo, y evitando escorrentías de productos fitosanitarios.

Las principales ventajas de la cubierta en viña son (Aguirrezábal y col., 2012):

- Protección contra erosión
- Control de rendimiento
- Control del vigor en el cultivo
- Mejora de la calidad de las uvas
- Mayor sanidad de cosecha
- Mejora de la estructura del suelo
- Facilidad en el paso de maquinaria en cualquier época
- Reducción del apelmazamiento del suelo por maquinaria
- Enriquecimiento en materia orgánica
- Activación de la vida microbiana
- Control de ciertas malas hierbas

Los principales inconvenientes son:

- Competencia excesiva por los nutrientes
- Competencia excesiva por el agua
- Riesgo de heladas primaverales
- Fermentaciones más largas

Las cubiertas pueden tener objetivos diferentes según las condiciones agroclimáticas del lugar, la especie elegida como cubierta y otros factores de implantación.

### 1.8.1.1 CONTROL DEL VIGOR

La implantación de la cubierta vegetal en un viñedo tiene un efecto ligado al vigor de la viña. Esto es debido a la competencia que ejerce la cubierta vegetal sobre la viña por los recursos hídricos y nutritivos sobre todo en los primeros centímetros del suelo donde las cubiertas desarrollan su sistema radicular.

La menor superficie o masa foliar a lo largo de todo el ciclo de la viña es un indicativo de la reducción del vigor, sobre todo se reduce el número de nietos. Por otro lado, el menor peso de madera de poda al final del ciclo de cultivo también es un indicador de la disminución del vigor (Carsouille, 1995; Aguirrezabal y col., 2012).

La superficie foliar primaria se ve poco afectada, no así el desarrollo de nietos que se ve disminuido de manera que la vegetación de la cepa es menos densa, y se favorece la calidad de las uvas. El efecto de competencia va aumentando en los primeros cuatro años, de forma que la disminución del peso de poda es progresiva. A partir del quinto año, hasta el séptimo, el vigor de la planta se estabiliza (cubierta vegetal permanente). Esto se explica por la necesidad de la viña de explorar capas de suelo más profundas de manera progresiva (Carsouille, 1995).

### 1.8.1.2 CONTROL DE PRODUCCIÓN

Las cepas con mayor disponibilidad hídrica suelen ser más productivas, y el efecto es mayor conforme la diferencias se mantiene durante más años, ya que se suma el efecto sobre los componentes de inducción floral, cuajado y crecimiento de las bayas y, además, porque cada año las diferencias en los niveles de reservas al inicio del ciclo son también mayores (Matthews y Anderson, 1989)

Los dos parámetros de producción que se ven más influenciados por la cubierta vegetal son el número de racimos y su peso. El peso del racimo puede disminuir bien por la disminución de peso de las bayas, o bien por un menor número de bayas (Aguirrezabal y col., 2012).

Los tipos de hierba sembrada influyen mucho en la reducción de rendimientos, pero prácticamente nada sobre el peso medio de la baya, que varía entre un 7 y un 9%. (David y col., 2001).

La disminución de rendimiento en uvas es mayor en viñas de alta densidad (5000 cepas/ha) que en viñas de baja densidad (2600 cepas/ha) (Morlat, 2000). En otros ensayos se comprueba que la cubierta vegetal disminuye la producción en un 40-60 % (Ibáñez y col., 2006), pero en este caso se trata de cubiertas vegetales espontáneas, permanentes y de siembra con *Festuca longifolia*.

### 1.8.1.3 CONTROL DE LA CALIDAD DE UVA

La calidad de la uva se ve modificada con el uso de las cubiertas vegetales. La cubierta vegetal como se ha comentado en el anterior apartado disminuye el vigor de la viña y reduce el desarrollo de nietos y chupones, es por ello que los racimos están más expuestos al sol. Esta exposición al sol se traduce en que durante la maduración de los racimos hay una mayor acumulación de azúcares, mayor desarrollo de compuestos fenólicos y los ácidos disminuyen. La cubierta conduce a la obtención de mostos de menor ácido málico (David y col., 2001; Morlat, 2000).

Los parámetros enológicos del mosto se ven mejorados con las cubiertas vegetales, con un mayor grado probable, menor acidez total y menor ácido málico y mejora los parámetros de color (Aguirrezábal y col., 2012).

Por otra parte, las viñas al tener un desarrollo vegetativo menor y estar mejor aireadas son menos sensibles a *Botrytis* o *Midiu*, y las aplicaciones de los tratamientos fitosanitarios pueden ser más efectivas.

Los vinos son más ricos en color, tienen una estructura más compleja, más largos en boca, es decir, con una calidad final mejor (Morlat, 2000).

### 1.8.1.4 CONTROL DE LAS CONDICIONES DEL SUELO Y LA EROSIÓN

Uno de los problemas más importantes de la viticultura en laderas es la pérdida de suelo debida a la erosión. La escorrentía y la erosión son factores dinámicos responsables de modelar los paisajes. (Gril, 2003).

Los cultivos de cobertura ofrecen muchos servicios a los agroecosistemas. Los viñedos son un agroecosistema ideal para utilizar cultivos de cobertura y prácticas de no labrado (Steenwerth y Belina., 2008). Así, los cultivos de cobertura son capaces de disminuir la erosión, mejorar la infiltración, reducir la escorrentía, mejorar la retención de nutrientes del suelo, y aumentar el contenido de materia orgánica del suelo. Además las raíces de la cubierta, sobre todo si se trata de gramíneas, aseguran una buena estructura (Carsouille, 1995).

La cubierta vegetal protege al suelo de la compactación que provoca el impacto directo de las gotas de lluvia, al detener y/o amortiguar la velocidad con la que caen (interceptación). Se reduce entonces la violencia de las precipitaciones, se frena su

recorrido superficial y el agua permanece más tiempo en superficie aumentando las posibilidades de ser infiltrada.

La compactación del suelo es menor debido a que las raíces de los vegetales al crecer y desarrollarse abren nuevos conductos, y mantienen abiertos los que ya ocupan, lo que hace que los suelos posean un menor grado de compactación y la infiltración sea por tanto más eficaz (Universidad Complutense de Madrid, 2005).

En cuanto a la composición del suelo, la cubierta permanente modifica las características químicas del suelo, como por ejemplo el contenido en materia orgánica, que aumenta. Además, mejora la estructura del suelo puesto que favorece la agregación de los coloides inorgánicos (arcillas y óxidos), con lo cual los poros tendrán un mayor tamaño, y ello aumentará la permeabilidad y por tanto la infiltración (Universidad Complutense de Madrid, 2005). En ciertos suelos calcáreos la cubierta ha reducido los fenómenos de clorosis (Carsouille, 1995).

Por otra parte, la cubierta provoca una disminución de la temperatura y un aumento de la humedad del aire en torno al suelo, lo cual implica un mayor riesgo de heladas primaverales (Aguirrezábal y col., 2012). De manera general la cubierta hace de capa aislante. El calentamiento del suelo es más lento en primavera y el enfriamiento es más lento en otoño, pero el balance térmico global no difiere mucho del de un suelo desnudo (Carsouille, 1995).

### *1.8.2 Tipos de cubiertas*

#### 1.8.2.1 CUBIERTAS SEMBRADAS Y CUBIERTAS NATURALES

##### *Cubierta sembrada:*

Se trata de una técnica de implantación de cubierta vegetal de una o varias especies en la totalidad de la viña o en algunas calles, que compite con el cultivo por el agua y los nutrientes, en función del tiempo que permanezcan vivas en el terreno (temporal o permanente) y la especie elegida como cubierta.

##### *Cubierta Natural*

Esta práctica consiste en aprovechar la vegetación espontánea en toda la superficie o lo que suele ser más habitual en las dos terceras partes de la superficie. Se realizan

labores de control tanto en tiempo como en espacio siendo lo más habitual dejar una banda debajo de las cepas casi siempre se mantiene limpia con herbicidas u otras técnicas como la siega (Aguirrezábal y col., 2012).

### 1.8.2.2 OCUPACIÓN EN EL TIEMPO

#### Cubierta temporal:

Este tipo de cubierta está presente durante una parte del ciclo de cultivo de la vid. Normalmente este tipo de cubierta se siembra en otoño o invierno aunque también puede realizarse en primavera antes de la brotación de la viña. Las más utilizadas son: cebada, centeno, avenas, vezas, etc., que son especies invernantes, que ejercen una competencia limitada, ya que estas se cortan o se secan antes de las máximas necesidades hídricas de la viña.

Este tipo de cubierta también tiene interés por su protección contra la erosión del suelo. En nuestras condiciones una de las cubiertas temporales más utilizada, está siendo la cebada.

#### Cubierta permanente:

La cubierta vegetal permanente está activa durante todo ciclo de cultivo. Existe una evolución del nivel de competencia de la cubierta sobre el viñedo a lo largo de los primeros años, hasta que se establece un nuevo equilibrio vegetativo. Por otro lado, la fuerte competencia hídrica con la viña en los periodos de máxima necesidad, limita su empleo a viñedos vigorosos de regiones suficientemente húmedas (Aguirrezábal y col., 2012).

### 1.8.2.3 OCUPACIÓN DEL TERRENO

Según la ocupación del terreno tenemos cubierta vegetal total (ocupan todo el suelo de la viña) o parcial (se localizan en parte del suelo).

#### Cubierta total:

Es aquella cubierta que ocupa la totalidad de la superficie del terreno, normalmente el cordón se mantiene limpio para evitar excesiva competencia. Esta cubierta ejerce la máxima competencia con la viña y muchas veces es preciso actuar mediante el riego, el abonado, la anchura de la cubierta, y los cortes, para compensarla. La especie sembrada

o el tipo de hierbas que componen la cubierta natural, también influye mucho en el nivel de competencia.

### *Cubierta parcial o localizada*

La instalación de esta cubierta se realiza en un lado de la línea de las viñas, es decir que una fila de cepas tiene a un lado una cubierta vegetal y al otro lado el suelo labrado. En este tipo de cubierta también se mantiene limpia la línea de cepas. El nivel de competencia que ejerce este tipo de cubiertas con la viña es mucho más controlado. (Aguirrezábal y col., 2012).

### *1.8.3 Especies que se implantan en las cubiertas vegetales*

El exceso de competencia entre las vides y la cubierta vegetal puede derivar en un déficit acusado, además, aumenta el riesgo de sufrir heladas primaverales y alberga parásitos que pueden afectar al cultivo.

Para lograr los efectos beneficiosos es muy importante la elección de las especies. Para elegir la especie a implantar hay que tener en cuenta las condiciones edafoclimáticas; características del suelo (capacidad de retención de agua, pH del suelo) y características climáticas (temperaturas medias, distribución de las precipitaciones, evapotranspiración posibilidad de riego).

En la elección de la especie de cubierta vegetal, se busca que sea competitiva con las adventicias, y que lo sea en la justa medida con las cepas. En ciertos casos, también se busca una buena cubierta vegetal durante el invierno para evitar las erosiones y permitir la entrada de maquinaria.

Las plantas utilizadas para cubiertas pertenecen generalmente a las familias de las leguminosas, crucíferas y gramíneas. Cuando el objetivo es la lucha contra la erosión, como es el caso de viñedos situados en laderas, la especie más utilizada es la cebada, que bien se quema con herbicida antes de que compita con la viña (primavera) o se controla mediante siega mecánica (Aguirrezábal y col., 2012).

### 1.9 JUSTIFICACIÓN

El Programa de Acción Nacional contra la Desertificación pone en evidencia el riesgo de desertificación que sufre parte de la superficie de Rioja Alavesa. Por otro lado, el mapa de erosión del País Vasco (IDER , 2005) muestra que un porcentaje elevado de la superficie sufre graves procesos erosivos que pueden causar pérdidas de suelo por encima de 50 t/ha /año.

La utilización de cubierta vegetal entre las líneas de las vides puede evitar las pérdidas de suelo que se ocasionan con el laboreo tradicional y que suponen un grave proceso erosivo muchas veces irreversible. La cubierta controla la velocidad de la corriente de agua, protege al suelo del efecto corrosivo de las gotas de lluvia y evita la erosión por transporte; en resumen, es una técnica de cultivo capaz de paliar estos procesos erosivos, puesto que es un mecanismo de sujeción del suelo.

Otro motivo por el que la utilización de cubiertas vegetales resulta interesante es la competencia por los recursos hídricos y minerales que ejerce sobre la vid. En este sentido, diversos estudios muestran que la competencia que la cubierta ejerce sobre el viñedo es positiva desde el punto de vista cualitativo, a pesar del descenso en la producción. Estudios preliminares a este trabajo han demostrado que el déficit hídrico produce cambios significativos en el crecimiento vegetativo del viñedo y en la composición química de las bayas (Poni y col., 1993; Schultz y Matthews, 1993).

Es por ello que cada día el uso de la cubierta vegetal junto está cada vez más extendida en Rioja Alavesa. Esta mayor utilización de las cubiertas vegetales pone en evidencia la necesidad de gestionar los recursos hídricos de un modo racional. Para ello existen diversos equipos que miden el estado hídrico del suelo y de la planta. El control del estado hídrico ayuda a conocer mejor la influencia que la cubierta vegetal tiene sobre el estado hídrico de la viña y por tanto como afecta a la planta a lo largo del cultivo. Cabe destacar que la disponibilidad de agua que tiene el viñedo no solo viene influida por la gestión del riego sino también por el tipo de suelo en el que se asienta. Así, dentro de la amplia diversidad de suelos existentes en Rioja Alavesa, la capacidad de retención de agua de los mismos puede variar en tal medida que muchas veces hace innecesaria la aplicación de agua en forma de riego.



# OBJETIVOS

## 2 OBJETIVOS

El objetivo de este estudio fue evaluar durante 2011, la influencia de una cubierta vegetal temporal de cebada sobre producción, vigor y calidad del mosto en un viñedo, bajo dos tipos de suelo representativos de una importante superficie de Rioja Alavesa: un suelo de hondón sin riego y un suelo en pendiente con riego.

# MATERIALES Y MÉTODOS

## 3 MATERIALES Y METODOS

### 3.1 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1.1 *Material vegetal*

El estudio se realizó durante el año 2011 en la parcela “Costanillas” de 8 ha de superficie, perteneciente a Bodegas y Viñedos Zuazo Gastón situada en Oyón (Álava), dentro de la DOCa Rioja. El viñedo está formado por plantas de variedad Tempranillo injertado sobre 41B, con una edad de 28 años y conducido en cordón doble royat. Los brazos de la cepa se sitúan a una altura de unos 50 cm y al podar se dejan en cada brazo 3 pulgares.

#### 3.1.2 *Estados fenológicos*

Las fechas de los diferentes estados fenológicos se definieron cuando el cultivo representaba el 50% de las características de cada estado. Así la floración fue; el 29 de mayo de 2011. El envero se produjo el 28 de julio de 2011, y por último se vendimió el 19 de septiembre 2011.

#### 3.1.3 *Manejo de suelo en los tratamientos*

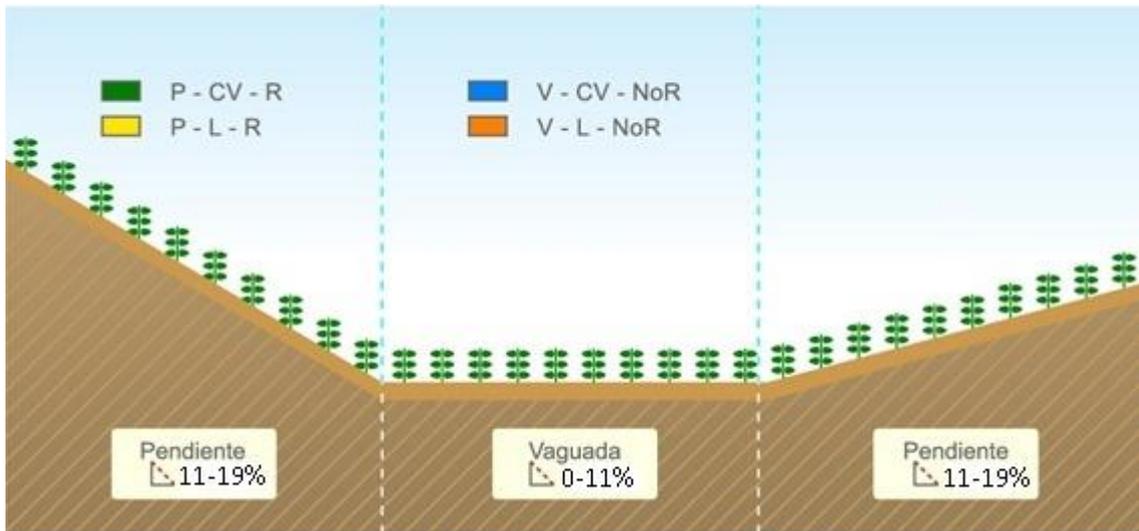
Respecto al manejo del cultivo, para los tratamientos de cubierta vegetal se siembra cebada (variedad Meseta) el 20 de noviembre del 2010 a una anchura de trabajo de 1,2 metros y aplicando herbicida en el hilo. El 28 de junio la cebada ha agostado y las espigas están caídas encontrándose el viñedo cercano al estado fenológico de racimo cerrado (L).

El otro manejo de cultivo, es el laboreo convencional se efectúan 4-5 pases de maquinaria (rotavator y chisel y/o cultivador) y lo realiza habitualmente el viticultor.

#### 3.1.4 *Diseño del ensayo*

La parcela tiene una forma cóncava donde se diferencian dos pendientes con orientaciones opuestas; una con orientación Suroeste y pendiente aproximada del 11-19%, y otra con orientación Noreste y pendiente 11-19%. Estas dos zonas convergen en una zona llana y de cota más baja denominada hondón (H) con una pendiente de 0-11%.

Figura N° 2: Desniveles topográficos de la parcela.



En el presente ensayo se tienen en cuenta los siguientes factores:

Tipo de suelo (factor primario):

-Suelo de pendiente susceptible a erosión (cabezada) con riego por goteo. Typic Calcixerept (SSS, 2010).

-Suelo muy profundo en el cual se deposita el material erosionado (hondón o vaguada) sin riego. Typic Xerofluvent (SSS, 2010).

Manejo (factor secundario):

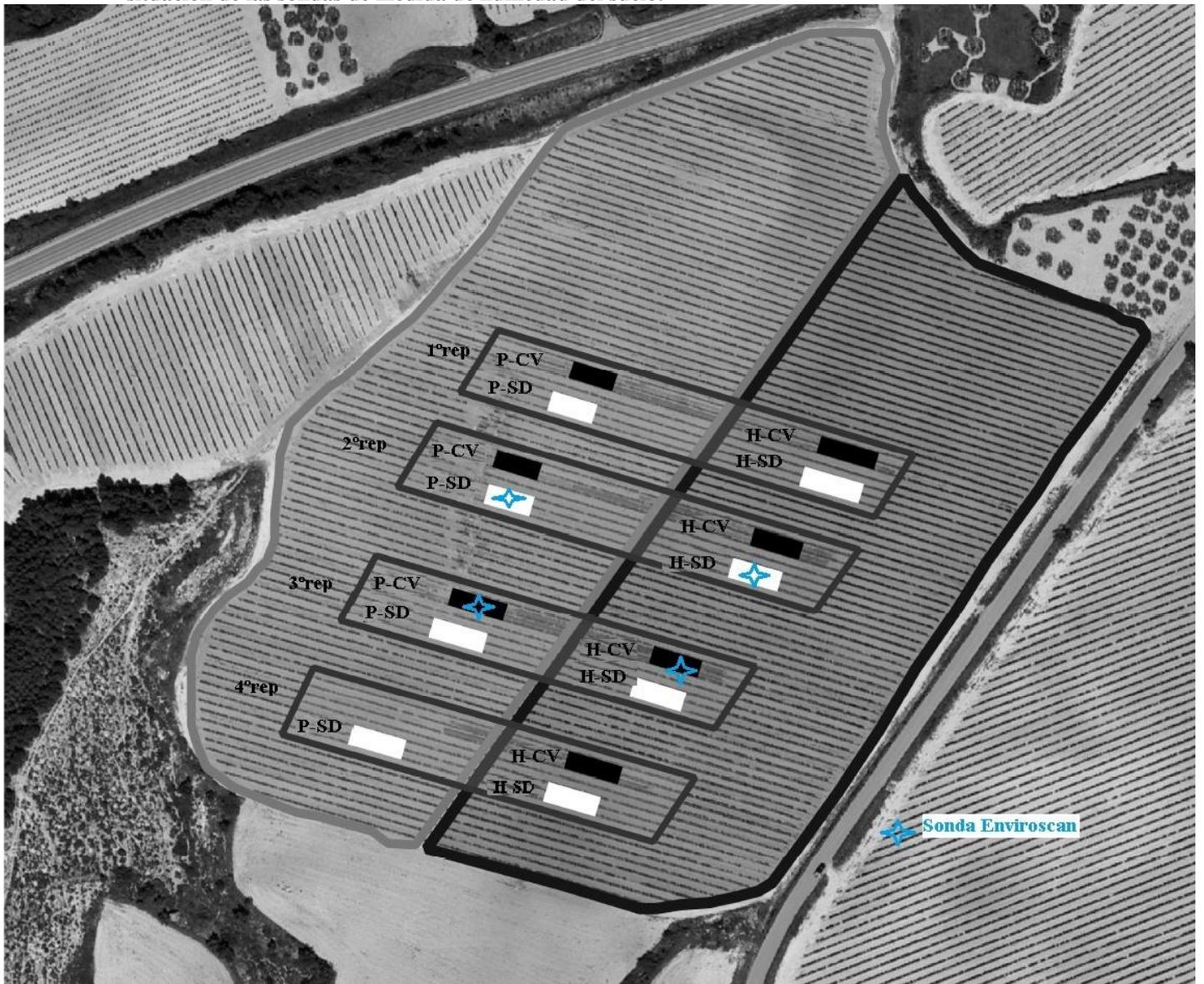
-Cubierta vegetal de cebada.

-Suelo desnudo

El diseño del ensayo es en parcela dividida con cuatro repeticiones. Se aplican los dos factores mencionados anteriormente: tipo de suelo (factor primario) y tipo de manejo (factor secundario). Cada parcela elemental consta de 10 cepas. De esta manera las cuatro parcelas que componen un bloque poseen las siguientes características y manejos:

1. Parcela con cubierta vegetal situada en pendiente con riego (P-CV).
2. Parcela con laboreo convencional situada en pendiente con riego (P-SD).
3. Parcela con cubierta vegetal situada en hondón sin riego (H-CV).
4. Parcela con laboreo convencional situada en hondón sin riego (H-SD).

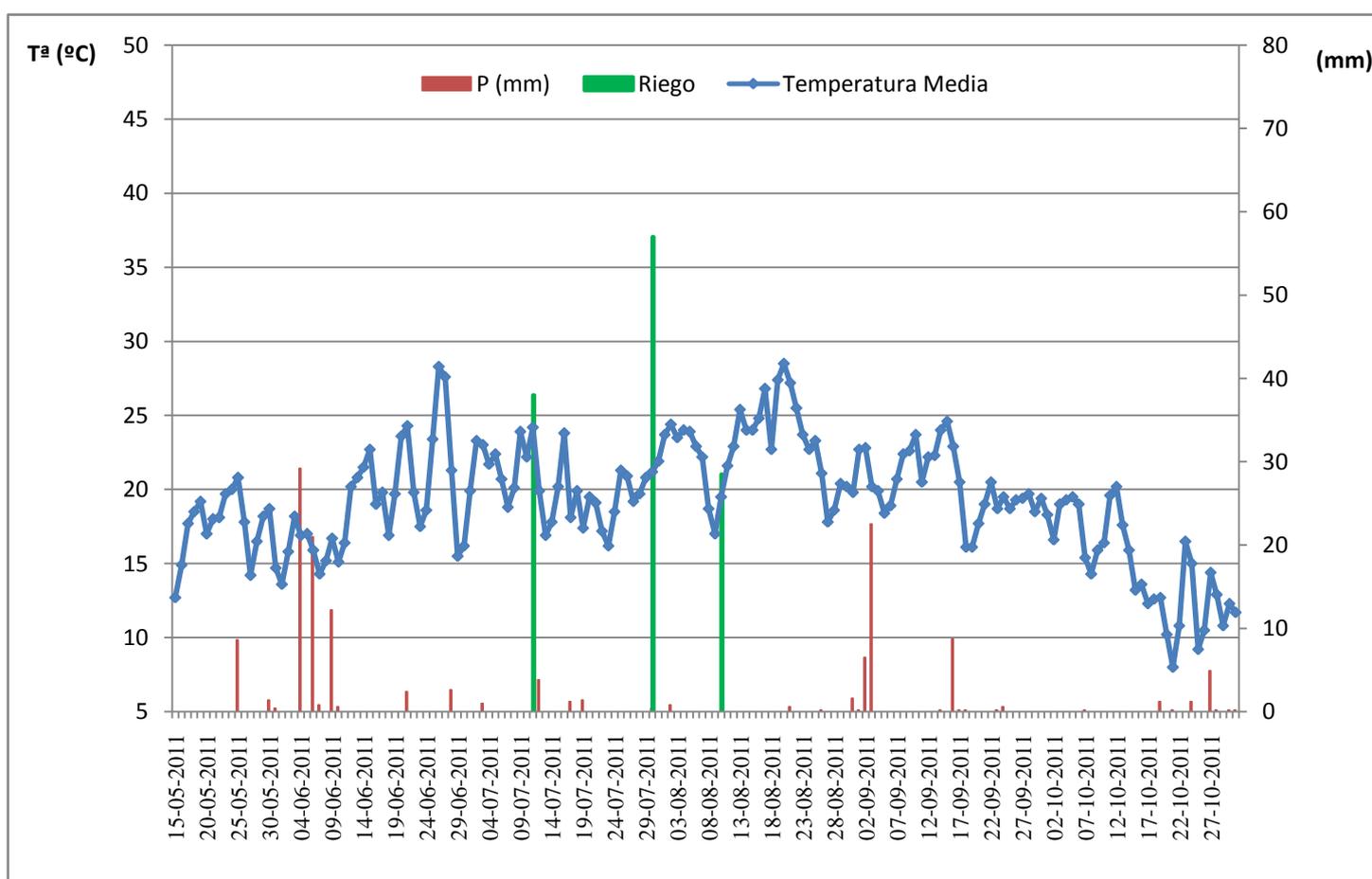
Figura N° 3: Localización de las parcelas del ensayo en la parcela Costanillas de Oyón (Alava) y situación de las sondas de medida de humedad del suelo.



### 3.1.5 Climograma y riegos

Durante la época estival el clima de la zona de estudio es seco y caluroso, como se puede observar en el climograma. Para paliar los efectos del estrés de las vides por el déficit de agua en la pendiente, que es la zona de la finca que más sufre este fenómeno, se realizarán 3 riegos, el 11 de julio 38mm, el 30 de julio 57mm y el 10 agosto 28,5mm en el suelo de pendiente. El sistema de riego es por goteo, con goteros con un caudal de  $2,5 \text{ L h}^{-1}$  y una distancia entre goteros de 0,7 m. En la zona de hondón el viticultor retiró el tubo con los goteros que había inicialmente e instaló un tubo ciego debido a que no tenía interés en regar esa zona por su gran capacidad de almacenar agua. Esta operación se llevó a cabo antes de comenzar NEIKER el ensayo

Figura N° 4: Climograma.



### 3.1.6 Control del estado hídrico del suelo.

El estudio del comportamiento del agua se hizo en el periodo comprendido entre el 1 de abril y 30 de octubre de 2011 mediante sondas EnviroSCAN (SenTek Pty, Ltd., Kent Town, South Australia), que miden la capacitancia eléctrica en continuo. La

ecuación de calibración almacenada en el data-logger permite la conversión de las medidas de capacitancia en medidas de contenido volumétrico de agua en el suelo. Se registraron medidas cada hora. Las sondas se instalaron en la parcela según la Figura 3, en las zonas descritas anteriormente dentro de la misma línea: en la pendiente a 0,20 y 0,40 m, 0,60 0,70 y 0,90 mientras que en el hondón se instalaron a 0,20 y 0,40 m, 0,60 0,70 y 0,90 y 1,10 m.

### 3.1.7 Medida de potencial hídrico en tallo.

La medida de potencial hídrico en tallo se realizó con la cámara Scholander.

El potencial hídrico foliar se midió al medio día solar (entre las 13 y las 15 horas de la tarde), esto requiere un tapado previo de las hojas (al menos una hora antes de la medición) con una bolsa de plástico hermética y papel de aluminio. Con este tapado se evita la transpiración y se consigue que el potencial hídrico de la hoja se iguale al potencial hídrico del xilema del resto de la planta.

Para realizar las medidas, se toma una hoja escindida y previamente tapada de la cepa en cuestión, y se introduce la hoja en la cámara con el peciolo hacia el exterior. Se aplica presión sobre la hoja hasta que se empiecen a ver unas gotas de savia sobre el peciolo. Entonces se deja de aplicar presión y se toma el dato que marca el manómetro de la cámara.

Los valores de potencial se expresan en MPa (megapascuales) y siempre son negativos. Cuando más negativo es el valor más estresada está la planta. Cabe destacar que las gráficas que muestran los valores de potencial muestran los valores más negativos en la parte alta del eje.

Se toma 1 hoja de 3 cepas de todos los tratamientos, siendo las cepas número 2, 4, 6 de cada parcela.

Los controles previstos se organizaron en días completos de medición que se llevaron a cabo semanalmente. De esta forma las salidas al campo se hicieron los días 2, 6 y 28 junio, 11, 18 y 28 de julio, 2, 16 y 30 de agosto y 15 de septiembre.

Hubiese sido interesante tener esta medida anteriormente pero la viña no reúne los requisitos por que las hojas no están bien formadas.

### 3.1.8 *Medida de diámetro de pámpano*

La medida de diámetro de pámpano se realiza entre los nudos de rango 1 y 2 tal y como indica Santesteban (2003), y debe ser mayor de 2 cm de distancia. La medida se realiza con un calibre “pie de rey” de la marca Kalkum Ezkerra, es digital y tiene una precisión de 0,01mm. En el caso de la variedad Tempranillo, como es nuestro caso, la sección del pámpano es elíptica y la medida se realiza de la zona más ancha del pámpano.

Se tomaron medidas de las cepas pares de todas las parcelas del ensayo (2, 4, 6, 8, y 10), de todos los pámpanos que se ajustaban a las condiciones de Santesteban (2003).

Los controles previstos se organizaron en días completos de medición que se llevaron a cabo semanalmente. De esta forma las salidas al campo se hicieron los días 25 de mayo, 9 y 22 de junio, 4 y 20 de julio, 11 y 23 de agosto y 6 de septiembre.

### 3.1.9 *Producción de uva*

El día de la vendimia, a fecha de 19 de septiembre, cada una de las cepas de la parcela elemental se vendimió individualmente para medir los parámetros relacionados con la producción; peso del total de racimos por cepa en kilogramos, número de racimos por cepa, peso de la baya en gramos y peso del racimo en kilogramos.

El peso de la baya se estimó tomando de cada parcela elemental tres submuestras de cien bayas, correspondientes a la parte superior, media e inferior del racimo.

### 3.1.10 *Producción de madera de poda*

Entre los días 9 y 14 de noviembre se realiza la poda y se controla la producción de madera mediante el peso de madera de cada parcela elemental y de cada una de las 10 cepas.

### 3.1.11 *Calidad de mosto*

El día de la vendimia, de la producción total de cada parcela elemental se separan 30 Kg de cada una, que posteriormente se utilizarán para vinificar.

Se estrujó la producción, y posteriormente se analizó el mosto en el laboratorio de La Casa del Vino de la Diputación Foral de Álava (Laguardia). Se midieron el grado

probable por refractometría, la acidez total y el pH por potenciometría automática, el ácido málico por método enzimático, y el ácido tartárico por el método Rebelein (Lipka y Tanner, 1974).

**Tabla N°2: Rangos óptimos definidos por la Casa del Vino (DFA), para el grado probable, acidez total tartárica, ácido tartárico, ácido málico y pH.**

Parámetro	Rango típico
Grado Probable (°)	12-14
Acidez total tartárica (g l <sup>-1</sup> )	4,6-6,5
Ácido málico (g l <sup>-1</sup> )	1,5-3,0
pH	3,2-3,6

## 3.2 TRATAMIENTO DE DATOS

### 3.2.1 *Análisis Estadístico*

Se realizó análisis de varianzas con el programa estadístico SAS (SAS, 1998) para estudiar la influencia de los factores aplicados sobre los parámetros de estudio.

Al analizar los datos de potencial hídrico se observó que existía interacción entre el tipo de suelo y manejo en muchos momentos. Por ello, hubo que separar por tipo de suelo a la hora de estudiar el manejo y viceversa.

A pesar de que no existía interacción entre tipo de suelo y manejo al estudiar peso de poda, producción y calidad se decidió separar también para poder relacionar mejor la evolución del estado hídrico de la planta con el crecimiento vegetativo, reproductivo y con la calidad.



# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 EVALUACIÓN DEL CONTENIDO HÍDRICO DEL SUELO

Las figuras 5, 6, 7 y 8 representan las medidas que han realizado las sondas del equipo Envirosca del contenido de agua en el suelo a las diferentes profundidades del mismo en los diferentes tratamientos desde el 1 de abril hasta el 31 de octubre de 2011.

La figura 5 representa la sonda situada en el hondón sin riego con cubierta vegetal. Inicialmente la sonda muestra que el suelo parte de un contenido en agua de más de 150 mm, y este contenido en agua va disminuyendo a lo largo del ciclo hasta alcanzar un contenido en agua entorno a los 120 mm. Tal y como muestra la sonda, las lluvias que se dan al inicio de junio y al inicio de septiembre se aprecian en prácticamente todos los horizontes. En los horizontes donde más se observa variación del contenido de agua son en los primeros 40 cm. La variación de humedad que registran las sondas situadas a 70, 90 y 110 cm de profundidad son menores de 5 mm. Las variaciones diurnas son muy marcadas en la sonda de 20 cm y no tanto en las otras sondas.

La figura 6, representa la sonda situada en la pendiente con riego bajo manejo de cubierta vegetal. Los contenidos iniciales de agua en este suelo, a fecha de 1 de abril, son de 120 mm con un descenso progresivo hasta quedar por debajo de 100 mm al final del ciclo. La lluvia del 9 de junio hace que cambie la tendencia descendente inicial y aumenta ligeramente el contenido en humedad. Con el primer riego se alcanza un contenido en humedad total de 140 mm. La infiltración del agua es muy buena y el contenido en agua aumenta en todos los horizontes. Después de este primer riego hay un descenso en contenido en agua hasta los 110 mm, que es cuando se realiza el segundo riego aumentando el contenido en humedad total hasta los 180 mm. Dicho aumento también se produce repartido entre todos los horizontes. Tras este segundo riego el descenso en agua es mucho más rápido, pero se da el tercer riego cuando el contenido de humedad llega a los 140 mm. Tras el tercer riego el descenso en agua es paulatino y después de la lluvia de septiembre se alcanzan los 90 mm en los últimos registros.

La figura 7, representa el tipo de suelo hondón sin riego bajo suelo desnudo o labrado. Parte de un contenido en humedad mayor de 140 mm, a fecha de 1 de abril de 2011. La lluvia de principios de mayo y junio se aprecia en la sonda hasta los 60 cm de profundidad. El

contenido de humedad del suelo va disminuyendo a lo largo del ciclo hasta alcanzar los 115 mm. La lluvia de septiembre se aprecia tan solo en los primeros 40 cm de suelo.

La figura 8, corresponde a la sonda situada en la pendiente regada con manejo de suelo desnudo o labrado. El contenido total de agua en esta zona es de 160 mm, más de lo que se observa en la pendiente con cubierta vegetal. La lluvia que hay en junio incrementa el contenido de humedad, el cual va descendiendo hasta que se da el primer riego que frena esta tendencia. Este primer riego se percibe de manera ínfima, ya que no consigue aumentar el contenido en agua del suelo a diferencia de lo que ocurría en el tratamiento de cubierta vegetal (Figura 6). El segundo riego y el tercero aumentan el contenido total de agua del suelo, pero prácticamente solo se aprecian en la sonda situada a 20 cm. Además el contenido aumenta unos 5 mm y el riego es de 58 mm. En las sondas situadas a más profundidad la variación del contenido de humedad del suelo es mínima. Tras los riegos el suelo mantiene el contenido de humedad y el último registro de la sonda es de unos 130 mm.

Como se observa en las gráficas de hondón con cubierta vegetal y hondón con suelo desnudo, los registros de lluvia de mayo, junio y septiembre aumentan el contenido en agua del suelo.

Por otra parte, ocurre lo mismo en la zona de la pendiente con cubierta vegetal y pendiente con laboreo convencional, los riegos y las lluvias también aumentan el contenido en humedad. En la pendiente con suelo labrado, la infiltración de agua es notoriamente menor con respecto a la pendiente con cubierta, lo cual nos lleva a pensar que la cubierta vegetal mejora notablemente la infiltración del agua en el suelo.

Las cubiertas vegetales en viña de zonas semiáridas, son un buen método para el control de la erosión, aumentan los niveles de materia orgánica e infiltran más agua (Hernández, 2000). Esto es así, ya que una de las características que presenta la cubierta vegetal es que frena el recorrido superficial del agua y esta permanecerá más tiempo en superficie aumentando las posibilidades de ser infiltrada. Por otra parte, las raíces de los vegetales al crecer y desarrollarse abren nuevos conductos, y mantienen abiertos los que ya ocupan, lo que hace que los suelos posean un menor grado de compactación y la infiltración sea por tanto más eficaz (UCM, Facultad Ciencias Experimentales).

La degradación física de los suelos viene propiciada por la pérdida de materia orgánica y por los pases de la maquinaria pesada, por eliminar la cobertura vegetal y permitir que el suelo quede desnudo frente al impacto de las gotas de lluvia. Estos procesos afectan negativamente a

sus propiedades hidrológicas del suelo (disminución de la infiltración del agua en el suelo y promoviendo la escorrentía superficial) y favorece los procesos de erosión. Los efectos se acentúan cuando la estructura de los agregados del suelo es deficiente, por la ausencia de materia orgánica y por padecer de una textura descompensada (suelos muy arcillosos, pero especialmente en los que poseen sobreabundancia de limos como es nuestro caso). Así pues, el suelo pierde capacidad de almacenar agua, lo cual de paso afectará a la vegetación que debiera crecer sobre el mismo generando un déficit hídrico (Ibañez, 2006).

En el caso del manejo de suelo con laboreo, observamos la formación de la costra superficial, quedando el suelo más o menos sellado y siendo la absorción de agua de riego menos efectiva que en el caso de la cubierta vegetal, independientemente de los contenidos iniciales de agua en el suelo.

Figura N° 5: Representación de los datos recogidos por el enviroscan de contenido de agua del suelo en la zona de hondón con cubierta.

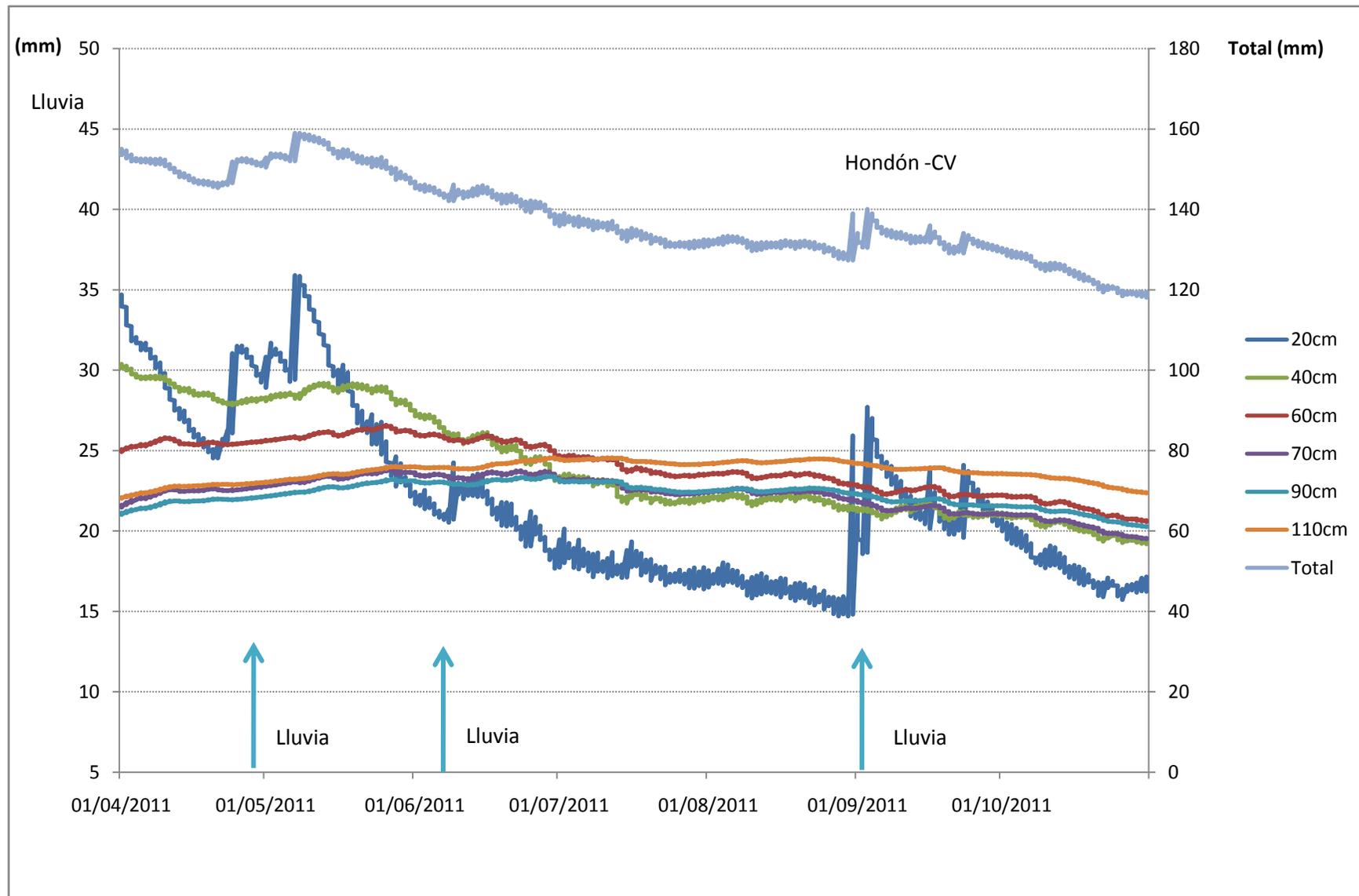


Figura N° 6: Representación de los datos recogidos por el enviroscan de contenido de agua del suelo en la zona de pendiente con cubierta.

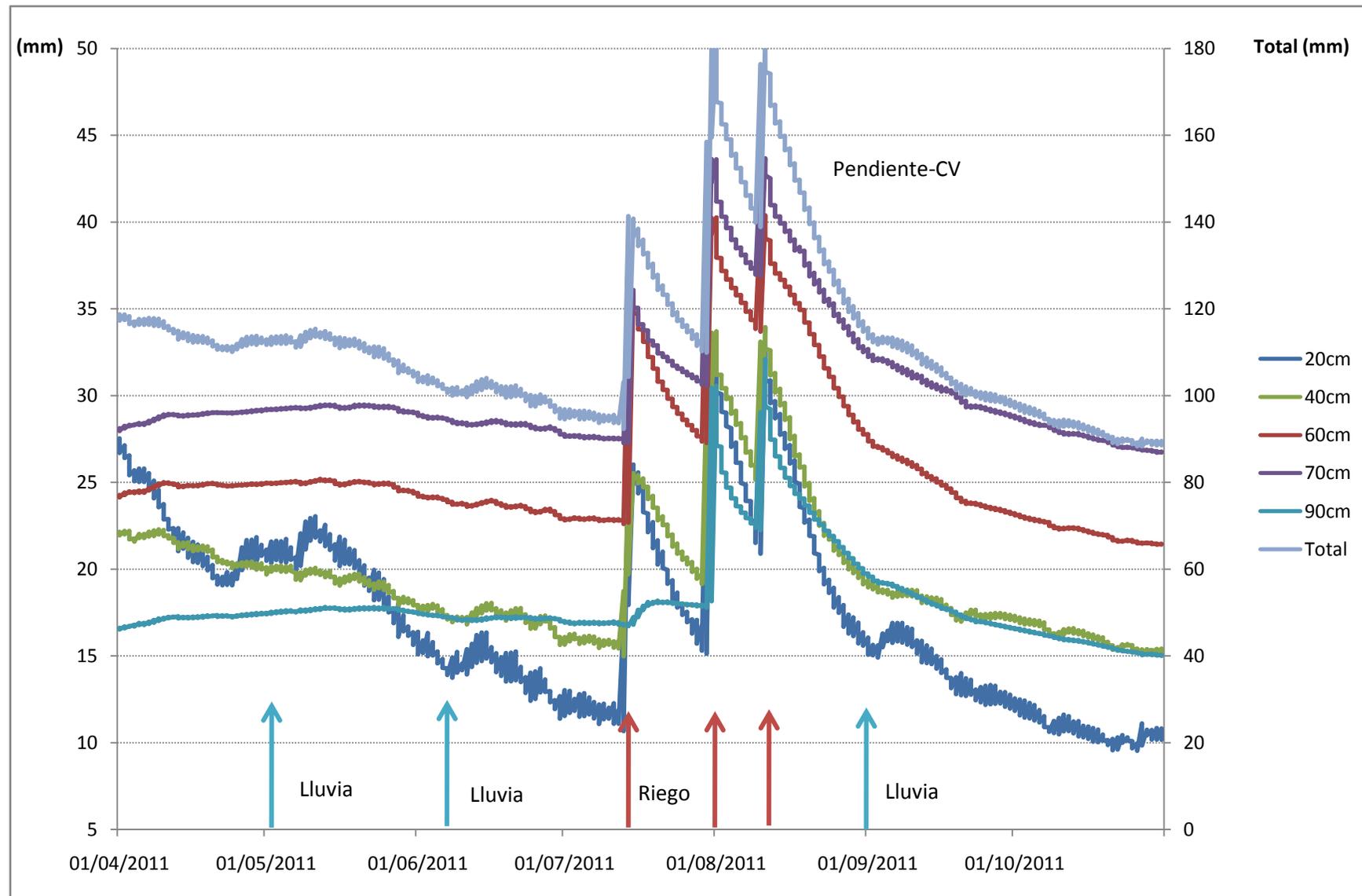


Figura N° 7: Representación de los datos recogidos por el enviroscan de contenido de agua del suelo en la zona de hondón con suelo desnudo.

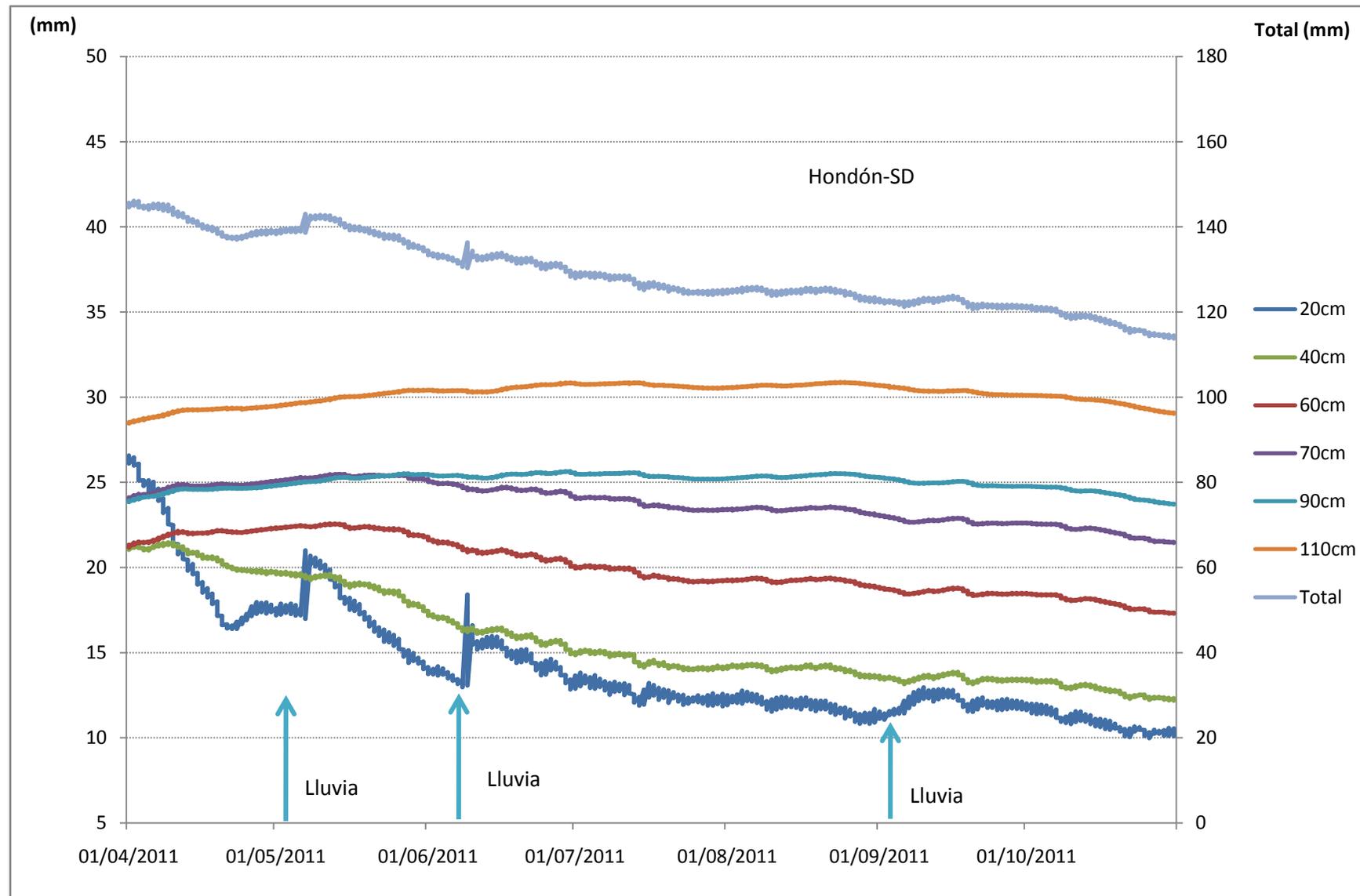
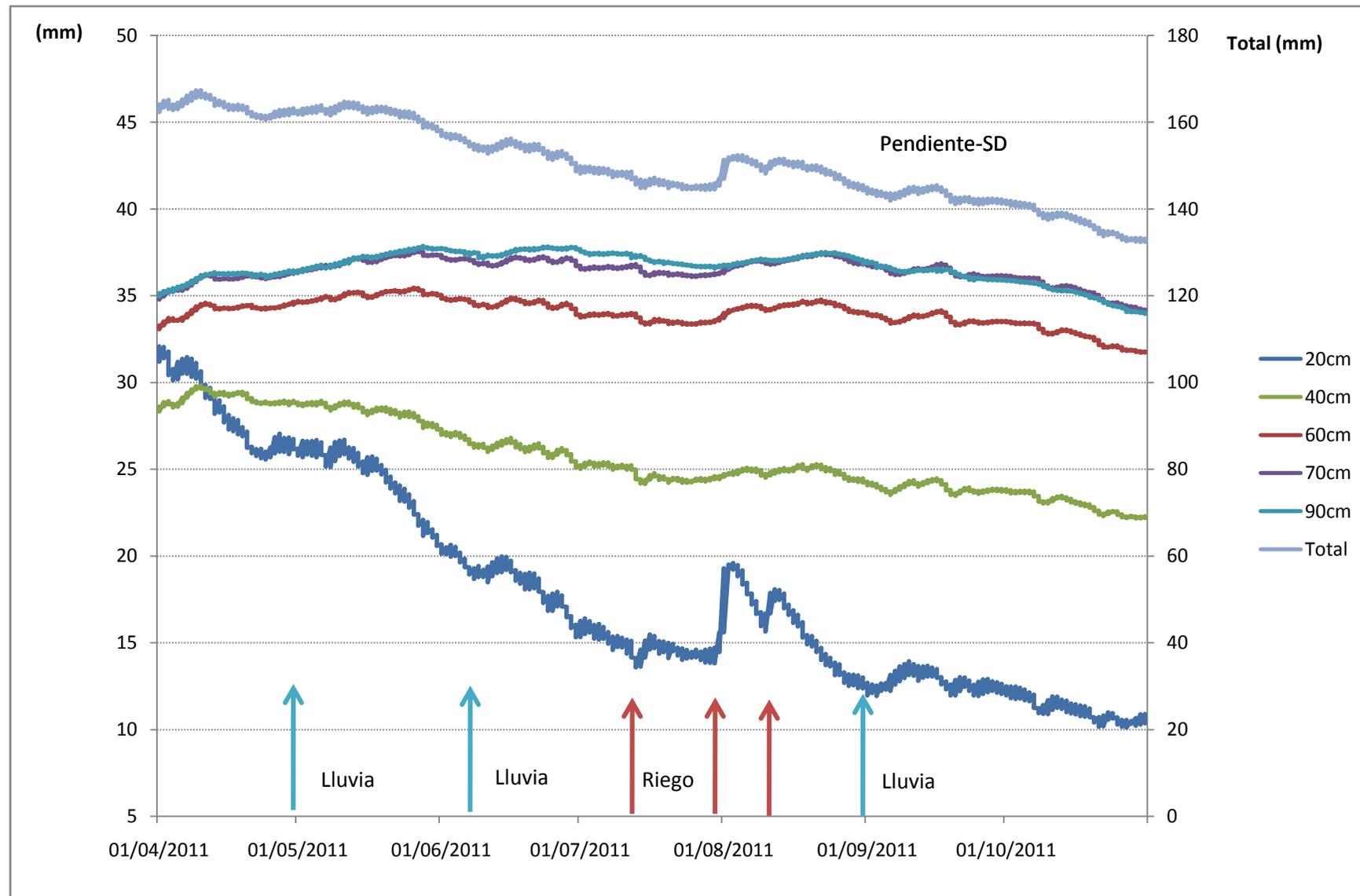


Figura N° 8: Representación de los datos recogidos por el enviroscan de contenido de agua del suelo en la zona de pendiente con suelo desnudo.



## 4.2 EVALUACIÓN DEL POTENCIAL HÍDRICO

### 4.2.1 Influencia del manejo de suelo en cada tipo de suelo

El rango de los valores de potencial hídrico del tallo observados al medio día solar en este trabajo se han situado entre -0,86 y -1,69 MPa, que según la bibliografía consultada oscilaría entre viñas sin estrés y estresadas severamente (Fuente: INTA).

**Tabla N° 3: Rangos de potencial hídrico de tallo relacionados con el estrés de la vid. Según el INTA.**

Potencial hídrico foliar mediodía (Yhb)	Estado hídrico de la vid
0,0 MPa > Y > -1 MPa	Sin estrés
-1,0 MPa > Y > -1,2 Mpa	Estrés medio
-1,2 MPa > Y > -1,4 MPa	Estrés moderado
-1,4 MPa > Y > -1,6 MPa	Estrés alto
-1,6 MPa > Y	Estrés severo

La primera medida de potencial hídrico se realiza el 2 de junio tanto en pendiente como en la zona de vaguada (Figura 9). En la pendiente con riego, inicialmente el nivel de estrés de la viña es superior en la cubierta vegetal, debido a la activa absorción de agua del suelo por parte de la cubierta vegetal. De hecho, en la pendiente regada con suelo desnudo (Figura 8) el contenido de agua en el suelo en el mes de mayo y junio es superior a la pendiente con cubierta vegetal (Figura 6), lo cual confirma esta competencia inicial de la cubierta por el agua.

El día 11 de julio, día en que se da el primer riego con 38 mm de agua, se midió el potencial hídrico antes del riego, y se muestran diferencias significativas entre la medias que en el caso de la pendiente con cubierta vegetal nos da un valor de -1,51 MPa y en el caso de pendiente con suelo desnudo -1,47 MPa. En pendiente, en la siguiente medida de potencial hídrico que fue tomada el día 18 de julio, dicho valor desciende tanto en suelo desnudo (-1,11 MPa) como en suelo con cubierta vegetal (-0,93 MPa). Cabe destacar que el estrés que padecen las vides con cubierta vegetal desciende de manera más notoria. Tal y como se ha dicho en el apartado anterior la captación de agua se da en todos los horizontes del suelo, de este modo las vides aprovechan mejor el agua de riego. Este riego, en el tratamiento de laboreo, prácticamente solo afecta a los 20

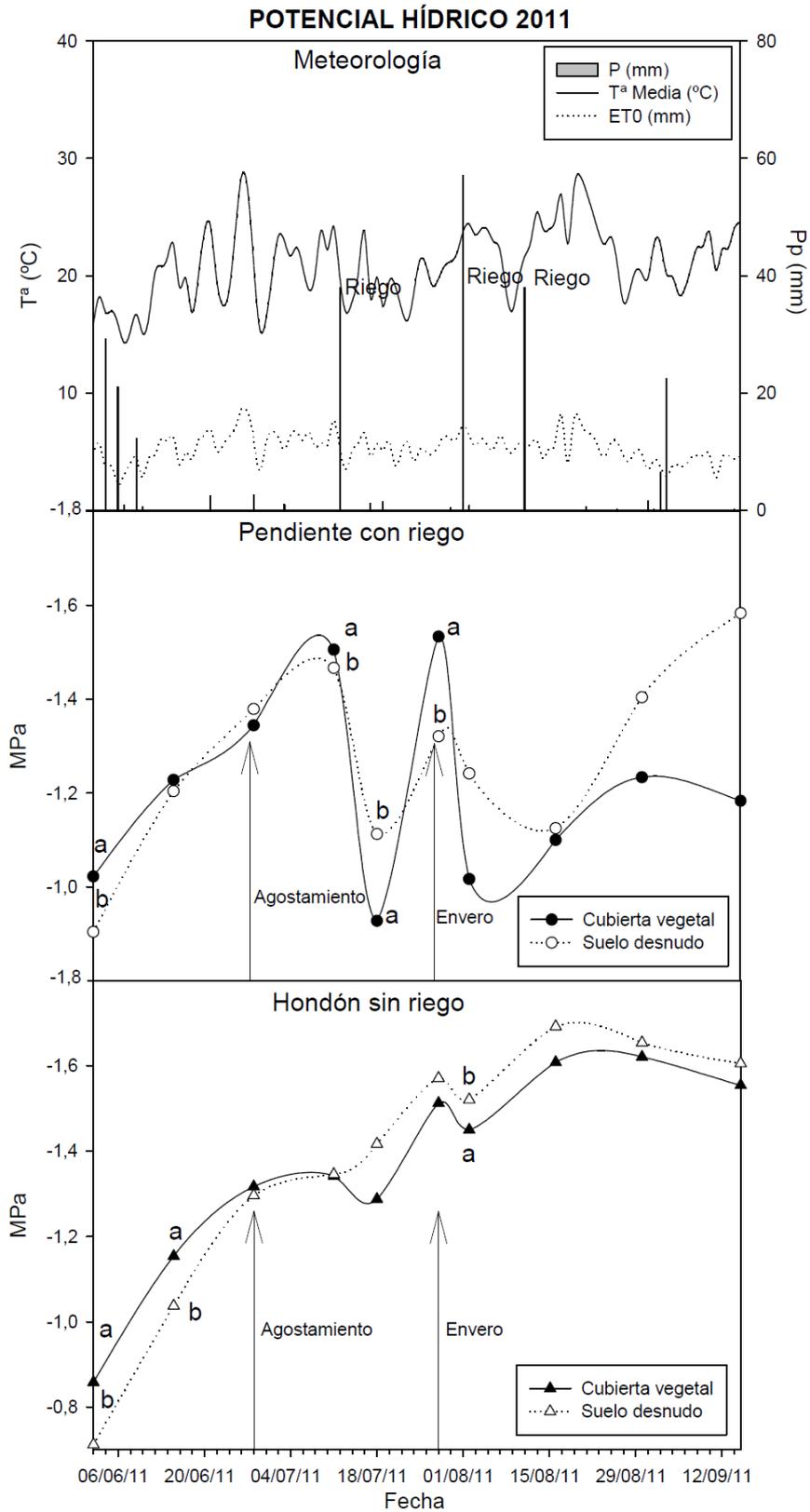
primeros centímetros de suelo (Figura 8), y en el contenido total de agua tampoco varía mucho por lo que la medida de potencial aumenta de manera moderada.

En las dos últimas semanas de julio hay un clima bastante extremo, con altas temperaturas y ninguna precipitación (Figura 4). El estrés hídrico aumenta en ambos tratamientos, pero en el caso del laboreo el aumento es más moderado (-1,32 MPa) que en el caso de cubierta vegetal (-1,53 MPa); según el INTA (2011) estamos hablando de estrés moderado en laboreo y un estrés alto en cubierta. Esto puede deberse a que en el laboreo la infiltración de agua es menor por la costra superficial que existe, y por tanto el agua que infiltra también tiene más problemas para evaporarse. La presencia de la costra superficial en laboreo parece que, en este aspecto, sería beneficiosa, observándose una notable reducción de la velocidad de evaporación de agua (Pastor y col., 2000)

El día 30 de julio se realiza otro riego, de unos 57 mm de agua, el cual controla el estrés de las viñas prácticamente hasta el último riego, ya que aporta una cantidad de agua mucho mayor. La medida de potencial hídrico tras este segundo riego se realiza en el día 2 de agosto y al igual que ocurriera con el riego anterior, en el caso de la cubierta vegetal disminuye de manera significativa (-1,02 MPa) respecto a la medida de laboreo (-1,24 MPa). Según el INTA estamos hablando de estrés moderado en laboreo y un estrés medio en cubierta.

Después del último riego, el 10 de agosto con 28,5 mm de agua, el estrés es siempre menor en las viñas controladas en cubierta vegetal aunque de manera no significativa.

El 3 de septiembre hay una lluvia en la zona de 22,5 mm y, el potencial hídrico en la cubierta vegetal aumenta y en el caso de las vides en laboreo sigue disminuyendo pero de manera más moderada, aunque no se observan diferencias significativas.



**Figura N° 9: Representación gráfica de las medidas de potencial hídrico en pendiente en suelo labrado y suelo con cubierta vegetal y zona de vaguada en suelo labrado y suelo con cubierta vegetal.**

La zona de vaguada es donde confluyen las laderas de la finca y por donde discurren las corrientes naturales de agua, es por ello una zona de acumulación de agua. Tal y como se especifica en materiales y métodos esta zona de la finca no se riega.

Durante los primeros controles de potencial hídrico, tal y como se observa en la Figura 9, las viñas de la zona de vaguada que tienen cubierta vegetal tienen más estrés (-1,15 MPa) que las viñas que se encuentran en zona de laboreo (-1,04 MPa). Esto se debe a la competencia por los recursos hídricos ya que hasta finales de junio la cubierta vegetal permanece más o menos activa.

El día 11 de julio, después del primer riego en pendiente, se observa en la gráfica un punto de inflexión, a partir del cual las plantas más estresadas son las que están en laboreo. Se observa una tendencia clara de las plantas situadas en cubierta vegetal a tener menos estrés con respecto a la suelo desnudo, aunque tan solo en la medida del 2 de agosto las diferencias son significativas con valores para cubierta vegetal de -1,45 MPa y suelo desnudo -1,52 MPa. Según el INTA estamos hablando de alto estrés en ambos casos. Parece que el agua del riego que se ha efectuado en la pendiente llega a la zona de vaguada, y en el tratamiento de la cubierta vegetal esta agua es mejor aprovechada por las vides.

Cabe destacar que el primer riego realizado en la pendiente hace que disminuya el estrés hídrico solo en el tratamiento de la cubierta vegetal (medida de potencial a fecha de 18 julio en hondón con cubierta -1,29 MPa y hondón con laboreo -1,42 MPa), y tal y como se muestra en las sondas del enviroscan, en el manejo de suelo desnudo y de la cubierta se aprecia un ligero aumento del contenido en agua del suelo. Según el INTA estamos hablando de estrés alto en laboreo y un estrés moderado en cubierta.

La lluvia de septiembre (22,5 mm) en ambos tratamientos hace que descienda el estrés, las líneas de la gráfica en este punto discurren de manera paralela sin diferencias significativas. Estas lluvias se notan en el contenido de agua en el suelo solo en los primeros 20cm (fig. 5 y 7). Cabe destacar que mientras en el tratamiento de cubierta vegetal el aumento de la humedad del suelo en los primeros 20 cm es patente, en el tratamiento de laboreo solo se registra en ligero ascenso.

### 4.2.2 *Influencia del tipo de suelo en cada manejo*

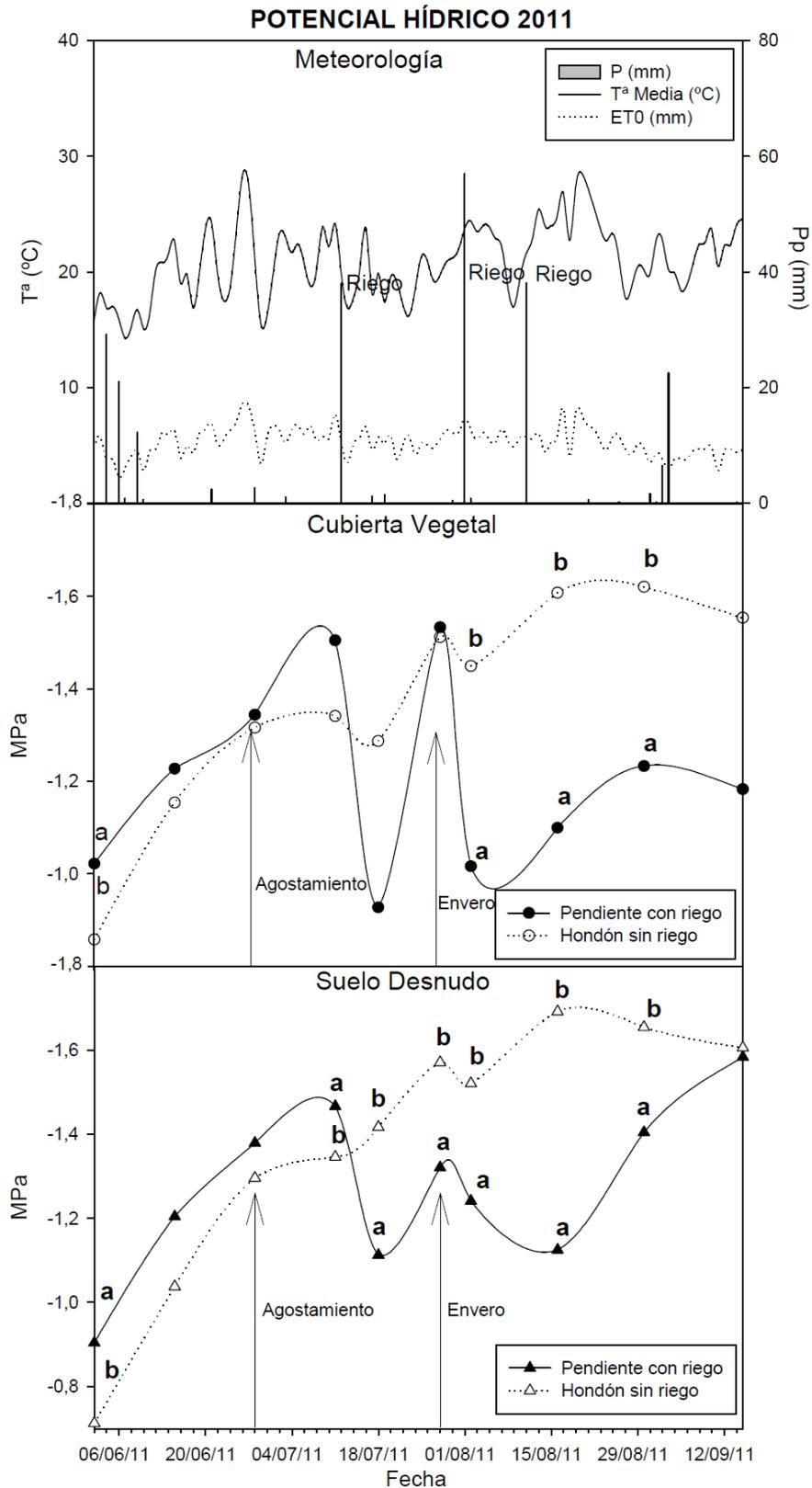
En la Figura 10 vemos representada la evolución del potencial hídrico de cada tipo de suelo en cada manejo.

Hasta que comienzan los riegos, en el caso de la cubierta vegetal tenemos más estrés en la zona de pendiente respecto a la zona de hondón. En la medida del 2 de junio las diferencias entre las medias son significativas, esto es debido que en el caso del hondón tenemos más profundidad de suelo y por tanto más contenido de agua en el suelo lo que aumenta los recursos hídricos que pueden ser aprovechados por la vid. De hecho, en la pendiente partimos de un contenido en agua en el suelo de unos 110 mm, mientras que en el hondón partimos de unos 160 mm. Es una diferencia importante que determina las diferencias de estrés de la viña.

Estos resultados coinciden con Coipel y col. (2006), que en un estudio llevado a cabo en Burdeos, investigaron el efecto del estado hídrico del viñedo sobre la producción y calidad en la variedad Garnacha, en cinco tipos de suelo que variaban principalmente en la profundidad de suelo, y observaron que las viñas de los suelos profundos (profundidades superiores a un metro), eran las que menos estrés hídrico sufrían independientemente del resto de características del suelo (textura, pedregosidad, etc.).

Los riegos en la zona de pendiente hacen que se controle el nivel de estrés de las plantas en esta zona. La tendencia de la evolución del estrés en ambos tipos de suelo sigue una curva más o menos paralela que se interrumpe con los riegos. A partir del segundo riego las diferencias de las medias entre cada tipo de suelo son significativas, a pesar de tener un mayor contenido en agua en el suelo en la zona de hondón que no se regó, las plantas sufren más estrés en la parte final del ciclo.

Es preciso mencionar que el contenido de agua del suelo en la zona de hondón con cubierta a pesar de no ser regada aumenta ligeramente cuando se dan los riegos en la pendiente, y las vides reaccionan en los dos primeros riegos aumentando la medida de potencial hídrico.



**Figura N° 10:** Representación gráfica de las medidas de potencial hídrico de cubierta vegetal en los dos tipos de suelo y laboreo en los dos tipos de suelo.

En suelo desnudo, del mismo modo que en la cubierta vegetal, la pendiente tiene un estrés hídrico mayor que el hondón inicialmente, aunque el contenido de agua en el suelo es mayor en el caso de la pendiente.

Cuando se da el primer riego en la zona de la pendiente el estrés de la plantas de esta zona disminuye (-1,11 MPa). En la zona de hondón este primer riego no se nota en aumento de las medidas de potencial hídrico (Figura 10) aunque en el contenido de agua en el suelo ya estudiado si se nota una ligera variación (Figura 7).

A partir de este primer riego la evolución del estrés hídrico en ambos tipos de suelo es similar, y la diferencia entre las medias es significativa. Los valores de las medias con diferencias significativas tras el segundo riego son -1,52 MPa en hondón y -1,24 Mpa en pendiente a fecha de 2 de agosto. En el segundo riego que se realiza en la pendiente, en las vides de zona de hondón se consigue disminuir el estrés hídrico, lo cual indica que el agua de riego de la pendiente llega hasta la zona de vaguada.

Las lluvias de septiembre disminuyen el estrés en la zona de hondón con suelo desnudo, al igual que ocurre en la zona de pendiente (Figuras 7 y 8).

### **4.3 EVALUACIÓN DEL VIGOR. PARÁMETRO DE DIAMETRO DE PÁMPANO**

#### *4.3.1 Influencia del manejo de suelo en cada tipo de suelo*

Los valores de calibre medio del pampano que se han medido están comprendidos entre 7 y 8,3mm.

La sección de los pámpanos ha evolucionado a lo largo del ciclo de forma similar en todas las parcelas, pudiendo distinguirse tres fases: la mayor velocidad de crecimiento observada al principio del ciclo, posteriormente se iba ralentizando hasta alcanzar una tasa de crecimiento nulo y, por último, coincidiendo con el agostamiento, la sección del pámpano disminuye. Estos resultado coinciden con Santesteban (2003) tal y como se representan en las figuras 11 y 12. Podemos comprobar que la tercera fase del ciclo que comienza con el agostamiento, cuando el crecimiento del pámpano en longitud apenas es perceptible (Santesteban, 2003).

En las figuras 11 y 12 se observa que la parada de crecimiento ocurre en la medida de mediados de julio excepto en el tratamiento hondón con riego bajo suelo desnudo donde ésta parada no ocurre y sigue creciendo hasta el final.

En el caso de la pendiente los valores iniciales son menores en suelo desnudo y también los que se alcanzan en la parada de mediados de Julio. Al final del ciclo las diferencias son grandes porque el estrés también iba siendo mayor en suelo desnudo.

En el tratamiento de hondón el diámetro al inicio, en la parada y sobre todo al final es menor en cubierta vegetal y mayor en suelo desnudo. Sin embargo en las medidas de potencial no se observa una diferencia muy grande, e incluso a partir del primer riego el tratamiento de suelo desnudo está más estresado.

Como podemos observar en la figura 11 la parada vegetativa en la pendiente con suelo desnudo y la de pendiente con cubierta vegetal son similares, no observamos diferencias significativas. Las diferencias de estrés hídrico, determinan el desfase entre parada vegetativa y el envero, siendo más precoz la parada cuanto mayores valores de estrés (Santesteban, 2003). En nuestro caso, podemos ver que el estrés que padece la viña después de envero es mayor en pendiente con suelo desnudo. Los riegos que se dan en la pendiente, como se ha comentado en apartados anteriores, son más eficientes en la cubierta vegetal que el laboreo, es por ello que la parada vegetativa es más tardía en las vides con cubierta vegetal.

La fecha de parada crecimiento se retrase más en parcelas que alcanzan los mayores valores de expresión vegetativa (Santesteban, 2003).

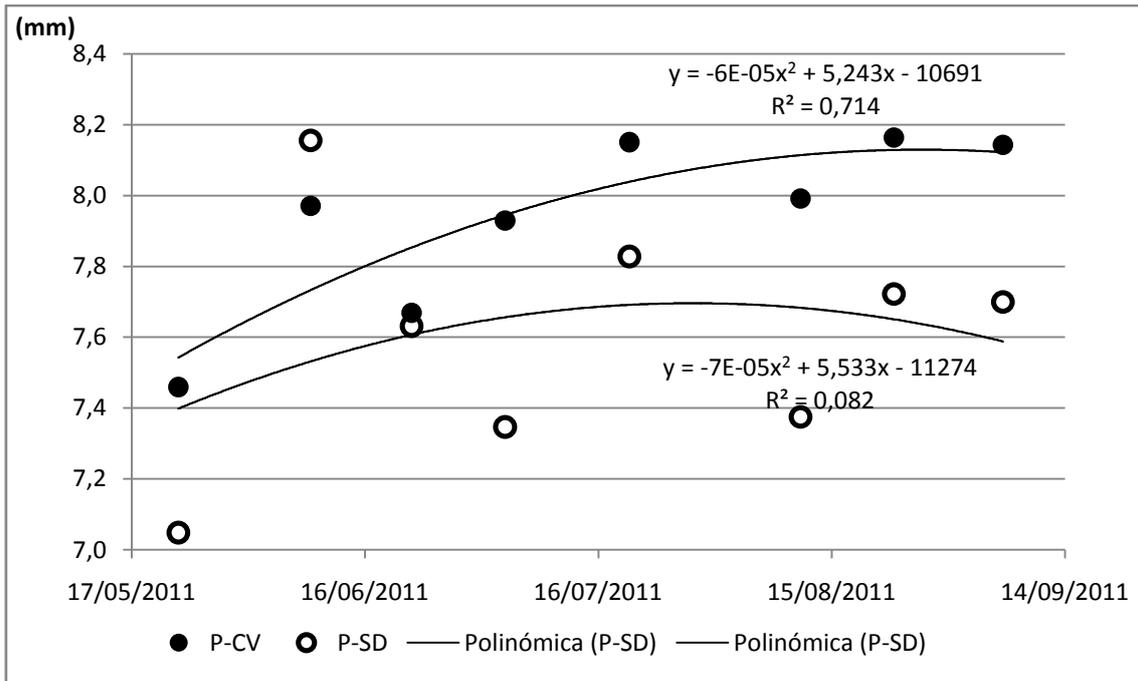


Figura N° 11: Representación gráfica de la evolución del diámetro de pámpano en pendiente en suelo labrado y suelo con cubierta vegetal.

En el caso del hondón, como se observa en la figura 12, la parada vegetativa es más precoz en el manejo de cubierta vegetal respecto al laboreo. En este caso, no podemos determinar las causas de este hecho.

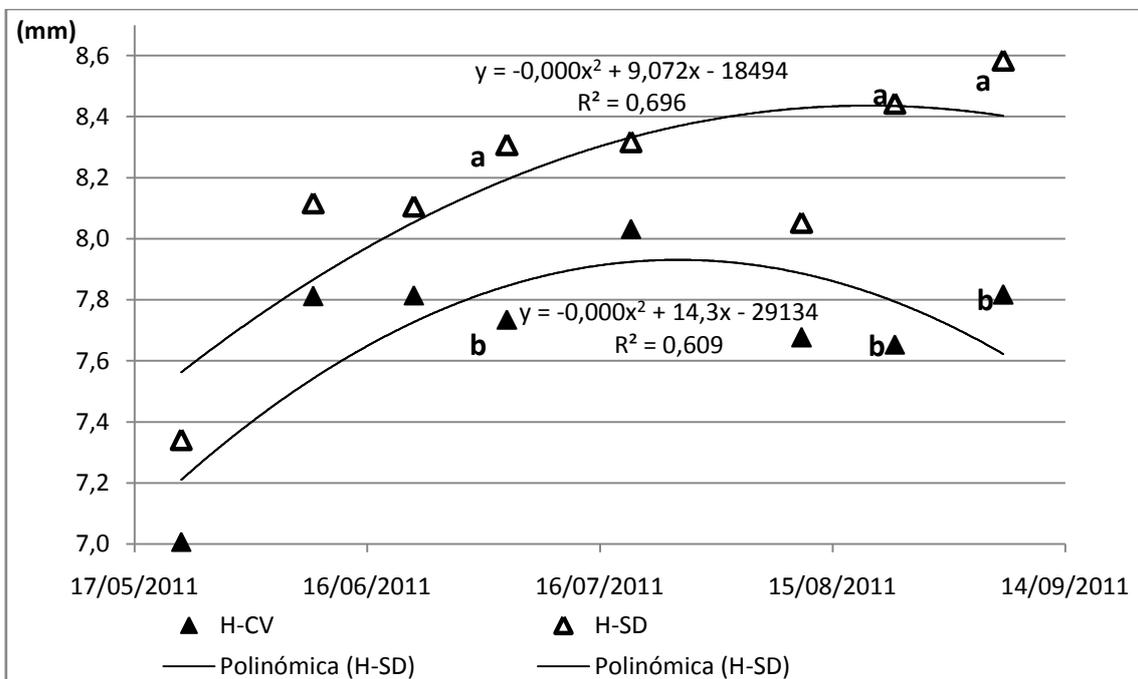


Figura N° 12: Representación gráfica de la evolución del diámetro de pámpano zona de vaguada en suelo labrado y suelo con cubierta vegetal.

### 4.3.2 Influencia del tipo de suelo en cada manejo

En el caso de cubierta vegetal se observa que a partir del primer riego el estrés en hondón comienza a ser mayor, también el diámetro medio disminuye respecto a la pendiente. Hasta ese momento las diferencias entre ambos tratamientos no son tan visibles excepto en la primera medida. Se observa que la parada de crecimiento se da en ambos casos a mediados de Julio. En pendiente a pesar de que la planta no está estresada (entre -1 y -1.2 MPa), ya no crece.

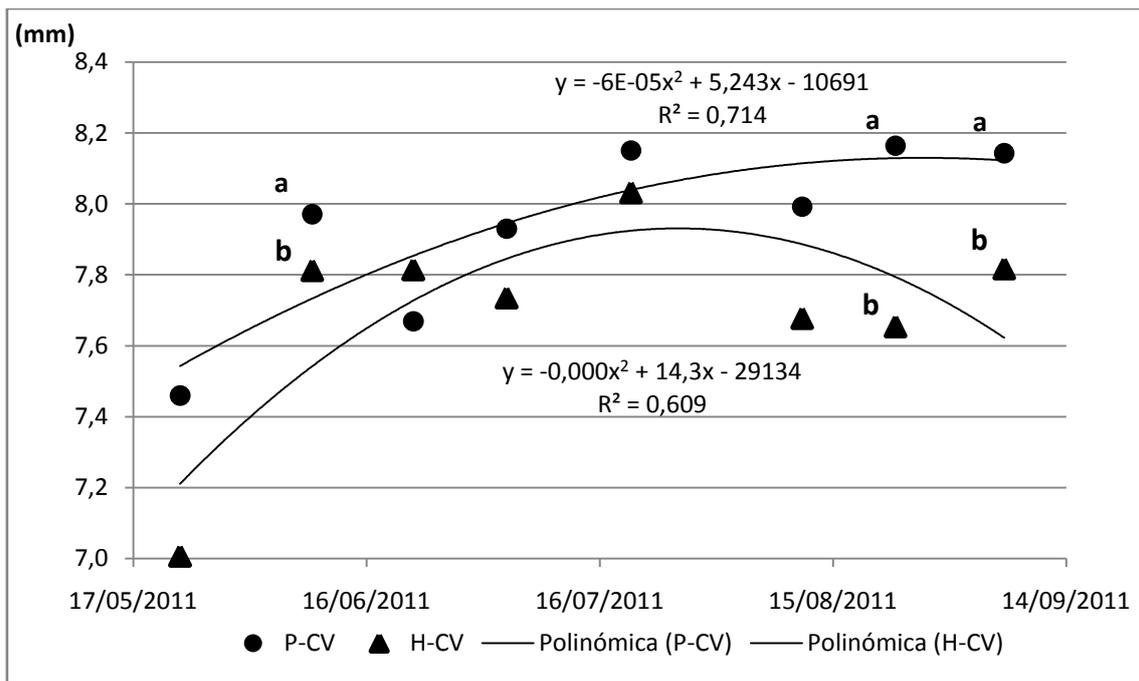


Figura N° 13: Representación gráfica de la evolución del diámetro de pámpano en pendiente en suelo labrado y suelo con cubierta vegetal.

En el caso de suelo desnudo vemos una gran diferencia entre pendiente regada y hondón sin riego, mucha más que en el tratamiento de cubierta vegetal, siendo mayor el diámetro en el tratamiento de hondón. También las diferencias parecían algo más patentes al inicio del ciclo (hasta el primer riego donde ocurre la parada vegetativa) en el caso del estrés hídrico, y las cepas más estresadas eran las que se encontraban en pendiente. Sin embargo los riegos que propician un mejor estado hídrico en la pendiente no consiguen aumentar el diámetro del pámpano.

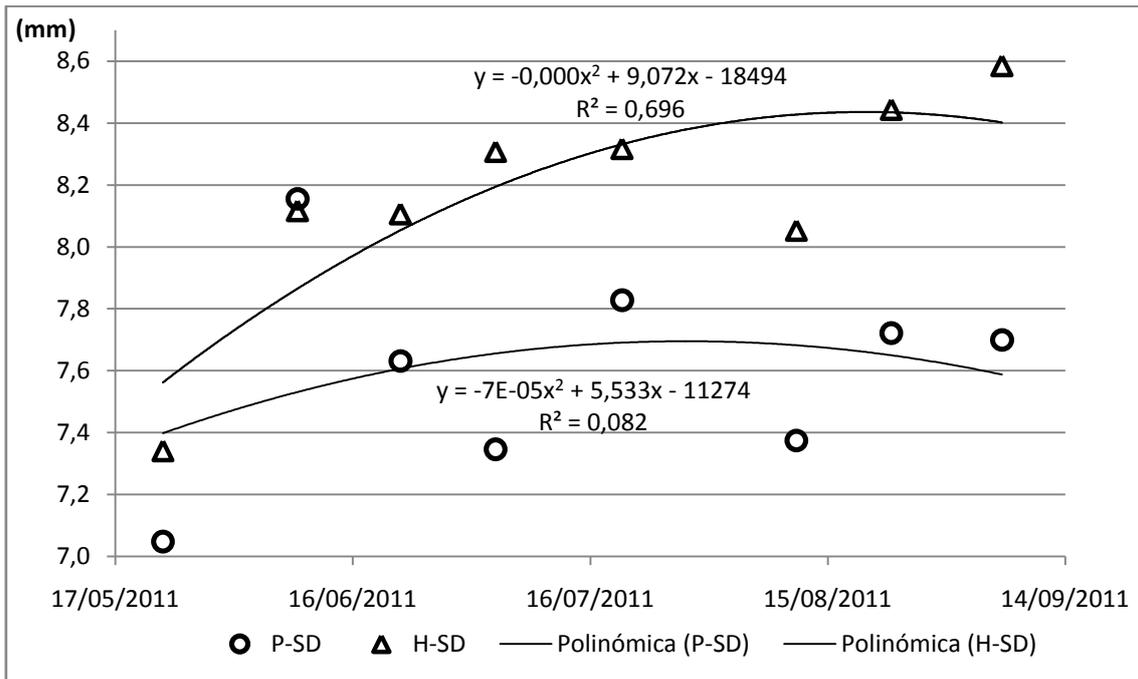


Figura N° 14: Representación gráfica de la evolución del diámetro de pámpano en pendiente en suelo labrado y suelo con cubierta vegetal.

#### 4.4 EVALUACIÓN DEL VIGOR. PARÁMETRO PESO DE PODA

##### 4.4.1 *Influencia del manejo de suelo en cada tipo de suelo*

Es comúnmente aceptada la influencia positiva que ejerce el agua sobre el crecimiento vegetativo (Smart y Coombe 1983, Williams y Matthews 1990). En diferentes estudios (Lissarrague, 1986; García-Escudero y col., 1991; Esteban y col., 1999; Choné y col., 2001) relacionados con el efecto del agua sobre el vigor, se ha observado que en viñas con riego el desarrollo vegetativo medido por el peso de madera de poda se llega a duplicar respecto a las viñas sin riego.

En nuestro caso, tanto en pendiente sin riego como en hondón no regado, la diferencia de las medias para los diferentes manejos de suelo no son significativas, pero en ambos casos la media del peso de poda es mayor en suelo desnudo respecto a cubierta vegetal. Esta diferencia de vigor es mayor en la zona de hondón. Parece que las diferencias al inicio del ciclo, de las cuales solo hemos podido observar las producidas entre principios de Junio y mediados de Julio son las que han marcado el crecimiento vegetativo total de la cepa. A partir del mes de Junio, el estrés hídrico observado era ligeramente mayor en los tratamientos con cubierta vegetal, y después de los riegos los tratamientos con cubierta vegetal estaban por lo general mejor hidratados, lo cual no se refleja en el peso final de poda.

Esta parcela lleva en estudio desde el año 2008 y durante los años 2008, 2009 y 2010, se obtuvieron diferencias significativas dentro del hondón entre cubierta vegetal y suelo desnudo, obteniendo mayores pesos en suelo desnudo (Pérez y col., 2010).

Esto coincide con la mayoría de los autores (Winkler, 1975; Matthews y col., 1987) que han estudiado el efecto de diferentes momentos de riego sobre el vigor de la vid, concluyendo que en los tratamientos con una mayor escasez de agua en la fase de mayor crecimiento el peso de la poda es menor. En nuestro caso los riegos se dan a partir de agostamiento.

**Tabla N°4: Medidas de peso de poda en pendiente y hondón con diferente manejo y diferencias significativas.**

Tipo de suelo	Manejo	Peso de poda (g)
Pendiente	Cubierta Vegetal	535,0
	Laboreo	542,5
Hondón	Cubierta Vegetal	442,5
	Laboreo	595,0

#### 4.4.2 Influencia del tipo de suelo en cada manejo

Respecto a la relación del tipo de suelo con el desarrollo vegetativo de la vid, por lo general se constata que la profundidad de suelo es la propiedad que más relacionada está con el vigor, siendo superior en los suelos más profundos, y por lo tanto con mayor volumen de suelo y mayor disponibilidad de agua (Choné y col., 2001; Van Leeuwen y Seguin, 2006).

En nuestro caso la disponibilidad de agua también está condicionada por los riegos efectuados en la pendiente. Como se observa en la tabla 5, no tenemos diferencias significativas entre la medias de los tipos de suelo en cada manejo. Sin embargo las tendencias que se observan al evaluar la evolución del diámetro medio del pámpano se confirman, puesto que en el tratamiento de cubierta vegetal, el peso de poda es mayor en el suelo de pendiente con riego tal y como se detectaba al final del ciclo con el diámetro del pámpano. Eso confirma el efecto positivo de los riegos sobre el crecimiento vegetativo. Por el contrario cuando se realiza el labrado, la peor infiltración del agua de riego hace que el vigor en el tratamiento de hondón sea mayor a pesar de que no se produce riego y esto se puede observar tanto al estudiar el diámetro del pámpano como al estudiar el peso de poda, a pesar de que en este caso las diferencias no son significativas.

**Tabla N°5: Medidas de peso de poda cubierta vegetal y suelo desnudo con diferente tipo de suelo y diferencias significativas.**

Manejo	Tipo de suelo	Peso de poda (g)
Cubierta Vegetal	Hondón	442,5
	Pendiente	535,0
Laboreo	Hondón	595,0
	Pendiente	542,5

## 4.5 EVALUACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE UVA

### 4.5.1 *Influencia del manejo de suelo en cada tipo de suelo*

En el suelo de pendiente con riego, el número de racimos es mayor en el tratamiento de laboreo. En el caso del hondón a pesar de que también es mayor el número de racimos en laboreo, no hay diferencias significativas entre las medias. La fecundidad de los racimos se determina en el ciclo anterior, la tendencia es que las plantas con laboreo tienen tendencia a producir mayor número de racimos (Matthews y Anderson, 1989).

El peso del racimo depende del peso de la baya y número de bayas que se define el año anterior. En pendiente con riego observamos que el peso de racimo es menor en los racimos de cubierta vegetal. Sin embargo, en hondón sin riego el peso es mayor en la cubierta vegetal aunque esta diferencia no es significativa. El estado hídrico de la planta fue claramente mejor en el tratamiento de laboreo durante el ciclo de cultivo 2010 con respecto al tratamiento de cubierta vegetal (Kortabarría, comunicación personal) y a pesar de que también se observaron diferencias en hondón, no fueron tan intensas. Esto se ha visto reflejado en los resultados de peso de racimo.

En cuanto al peso de la baya no se observan diferencias significativas en ninguno de los manejos en tipo de suelo, y la diferencia de producción se debe a las diferencias entre el peso medio de racimo y también al número de racimos. El tamaño de bayas se relaciona positivamente con la expresión vegetativa, de tal manera que con mayor desarrollo vegetativo hay tendencia a producir bayas más grandes (Petrie y col., 2000). También el déficit hídrico es un depresor del tamaño de baya y se ha observado en varios trabajos (Zyl, 1985).

Como se observa en tabla 6 se obtuvieron diferencias significativas entre las medias del parámetro Kg por cepa en la pendiente, entre cubierta vegetal y laboreo. En el caso del hondón la diferencia de las medias de producción por cepa no son significativas.

En nuestro caso, en la pendiente con riego, las plantas que se encuentran en laboreo tienen tendencia a producir más, aunque los controles realizados de potencial hídrico indican que las plantas en laboreo han sufrido más estrés por lo menos durante la época estival. Sin embargo, las cepas menos estresadas, tienen una tendencia a obtener más producción por cepa que las plantas que sufren más estrés como en ensayos realizados por García-Escudero y col. (1994).

Puede que las vides con cubierta vegetal produzcan menos que las que se encuentran en laboreo, debido a que en primavera cuando la cubierta vegetal está activa compite más por los recursos hídricos con la vid. Se puede apreciar este estrés hídrico al inicio de la toma de medidas (Figura 5, 6 y 9).

La disponibilidad de agua mejora la fertilidad de las yemas (García-Escudero y col., 1997) esto se explica porque la actividad fotosintética es mayor y produce una mayor superficie foliar (Santesteban, 2003).

**Tabla N°6: Medidas de producción en pendiente y hondón con diferente manejo y diferencias significativas.**

Tipo de suelo	Manejo	Nº racimos	Peso de racimo (Kg)	Peso de baya (g)	Producción/cepa (kg)
Pendiente	Cubierta Vegetal	8,37 b	0,14 b	1,26	1,81 b
	Laboreo	8,62 a	0,19 a	1,29	2,51 a
Hondón	Cubierta Vegetal	8,53	0,53	1,51	2,92
	Laboreo	11,94	0,26	1,46	3,49

#### 4.5.2 Influencia del tipo de suelo en cada manejo

En el número de racimos, no observamos diferencias significativas entre las medias para los distintos suelos y si una tendencia sobre todo en laboreo a que el número sea mayor en el tipo de suelo de hondón sin riego. Esto puede deberse a que tiene una mayor disponibilidad hídrica al inicio del ciclo.

En el parámetro de peso del racimo en el caso de cubierta vegetal no tenemos diferencias significativas entre las medias de hondón sin riego y pendiente con riego. En el caso del laboreo si tenemos diferencias significativas entre las medias en este parámetro de producción. Estas diferencias pueden ser debidas al peso de baya que se determina desde floración (finalizada la floración) hasta envero (crecimiento por división celular) y que es mayor en hondón aunque no de modo significativo.

El peso de baya para cada manejo tampoco nos da diferencias significativas entre tipo de suelo, pero hay tendencia a que el peso de baya sea mayor en la zona de hondón sin riego que en pendiente con riego. La expresión vegetativa y el tamaño de baya han resultado relacionarse positivamente, de manera que las cepas con mayor desarrollo vegetativo tendían a producir también bayas más grandes. El efecto puede ser directo por consecuencia de incremento de las fuentes de fotoasimilados respecto al número de sumideros (Ollat y Gaudillere, 1996; Petrie y col., 2000). La baya es mayor en hondón

ya que el estado hídrico fue mejor hasta mediados de Julio, después las vides han tenido una peor hidratación. La disponibilidad de agua a partir de enero no ha afectado al parámetro peso de baya.

Tal y como se observa en la Tabla 7, al comparar la producción en cada tipo de suelo, vemos que la producción del hondón sin riego en cada manejo, es siempre mayor que en el caso de pendiente con riego. En un estudio llevado a cabo en la misma parcela, tratamientos en vaguada son los de mayor productividad pese a no tener riego incorporado, aunque acumulan un mayor contenido de agua en cada aporte hídrico, bien sea de lluvia o de riego, de forma natural por su característica topográfica y por su profundidad de suelo (Unamunzaga y col., 2006).

**Tabla N°7: Medidas de producción cubierta vegetal y suelo desnudo con diferente tipo de suelo y diferencias significativas.**

Manejo	Tipo de suelo	Nº racimos	Peso de racimo (Kg)	Peso de baya (g)	Producción/cepa (kg)
Cubierta Vegetal	Hondón	8,53	0,53	1,51	2,92
	Pendiente	8,37	0,14	1,26	1,81
Laboreo	Hondón	11,94	0,26 a	1,46	3,49
	Pendiente	8,62	0,19 b	1,29	2,51

## 4.6 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA UVA

### 4.6.1 *Influencia del manejo de suelo en cada tipo de suelo*

Como podemos observar en la Tabla 8, la acumulación de azúcares en el tipo de suelo pendiente con riego ha sido similar para laboreo y cubierta vegetal, y no se presentan diferencias significativas en cuanto al parámetro grado probable del mosto. Sin embargo, en otros ensayos la influencia del manejo con cubierta vegetal presentan valores más de medio punto superiores al resto, coincidiendo con resultados obtenidos por Santesteban y col. (2007) y Perez y col. (2010). La cubierta vegetal mejora todos los parámetros enológicos con un mayor grado probable, menor acidez total y menor ácido málico. La cubierta parcial presenta diferencias en acidez total y ácido málico, respecto del testigo según Aguirrezabal (2012).

En el pH en mosto no se encontraron diferencias entre las medias de los dos manejos de suelo en la pendiente regada.

Por otro lado, la media de las medidas de acidez total fue significativamente superior en el tratamiento con cubierta vegetal. No se aprecian entre las medias diferencias significativas en el parámetro de acidez tartárica, Esto indica que las diferencias halladas en los tratamientos respecto a la acidez total, son debidas al ácido málico.

Los ácidos tartárico y málico representan más del 90% de la totalidad de los ácidos de la uva, siendo sintetizados en las hojas y sobre todo en los racimos. La concentración del ácido tartárico disminuye ligeramente tras envero, pudiéndose considerar bastante constante y estando muy relacionado con las temperaturas del periodo de maduración o por la disponibilidad hídrica de la viña (Blouin y Guimberteau, 2002). La temperatura es el principal factor que influye sobre el ácido málico, y sobre un mismo clima la radiación solar directa es el principal factor de degradación (Champagnol, 1994).

Dentro de la pendiente con riego, hemos tenido un peso de poda similar y menos producción en cubierta vegetal. Por tanto, es de suponer que los racimos estarán más sombreados en el tratamiento de laboreo y debido a ello la combustión de ácido málico será menor. En otros ensayos (García-Escudero, 1991, García-Escudero y col, 1997, 1999, 2000, 2003), se pudo comprobar que el incremento de ácido málico, como consecuencia de la utilización del riego, se debía fundamentalmente a la intensificación de su síntesis vía estimulación del crecimiento y desarrollo vegetativo. Este último

aspecto, a su vez, propicia un microclima más desfavorable para la combustión del ácido málico a lo largo del proceso de maduración, al situarse los racimos en unas condiciones de menor exposición y temperatura. Una observación, que vendría a confirmar el peso del ácido málico en la respuesta de la acidez total tras la aplicación del riego, lo constituye la escasa variación que experimentaron los niveles de ácido tartárico en las parcelas regadas. El factor que más influye en la velocidad de degradación del ácido málico y su contenido final de la vendimia es la temperatura. La uva cosechada en regiones frías es siempre más rica en ácido málico que la de las regiones cálidas; lo mismo ocurre con la uva situada en la sombra de las hojas y la que está expuesta al sol (Blouin, J., y Guimberteau, G., 2002).

**Tabla N°8: Medidas de calidad del mosto en pendiente y hondón con diferente manejo y diferencias significativas.**

Tipo de suelo	Manejo	Grado (°)	pH	Ac. Total (gl <sup>-1</sup> )	Ac. Málico (gl <sup>-1</sup> )	Ac. Tartárico (gl <sup>-1</sup> )
Pendiente	Cubierta Vegetal	13,89	3,64	3,69 a	1,57 a	7,40
	Laboreo	14,10	3,63	3,67 b	1,43 b	7,30
Hondón	Cubierta Vegetal	13,74 a	3,54	3,63	1,25	7,13
	Laboreo	12,50 b	3,52	4,00	1,55	7,13

La acumulación de azúcares presenta diferencias significativas en cuanto a grado probable del mosto. Así, las vides de la zona de vaguada sin riego con cubierta vegetal presentan valores significativamente superiores a las vides de la misma zona bajo laboreo. Estos resultados coinciden con resultados obtenidos por Santesteban (2007).

El pH en mosto y la acidez total fueron similares en ambos tratamientos. No se apreciaron diferencias significativas entre tratamientos en la acidez tartárica, ni en ácido málico en el suelo de hondón.

#### 4.6.2 Influencia del tipo de suelo en cada manejo

Tal y como se observa en la Tabla 9, al comparar calidad del mosto en cada tipo de suelo, vemos que los resultados obtenidos en cubierta vegetal entre hondón sin riego y pendiente con riego, no presentan diferencias significativas entre las medias de ninguno de los parámetros. Esto ocurre a pesar de que las diferencias entre el potencial fueron grandes sobre todo después de envero. Sin embargo vemos que en el diámetro de pámpano es verdad que las diferencias sobre todo al principio son pequeñas.

En el caso del laboreo, la pendiente con riego tiene un grado probable mayor con respecto al el hondón sin riego. Las plantas de vid en hondón presentaban en la época de maduración mayor estrés que las plantas en pendiente, y el grado de estrés es severo (por encima de -1,60 MPa) durante un período largo de tiempo.

Según algunos autores, la acumulación de azúcar en la baya se produce mayoritariamente a partir de envero, las bayas de las cepas en la que se provoca un estrés hídrico fuerte durante esta fase son significativamente menos azucaradas (Zyl, 1985; Escudero y col. 1994). Diferentes estudios de investigación avalan que la disponibilidad hídrica en los diferentes periodos fenológicos está estrechamente relacionada con el contenido de azúcar, donde se defiende que las condiciones óptimas para una mayor síntesis y acumulación se dan cuando hay un cierto déficit en fechas cercanas al envero, seguido de una mayor disponibilidad en el periodo de maduración (Hardie y Considine 1976; García-Escudero, 1991; Esteban et al., 1999; Intrigliolo y Castel, 2010).

En el caso de la cubierta vegetal no tenemos diferencias significativas en grado para los distintos tipos de suelo, pero también observamos que el estrés que sufre el hondón en envero es más severo que en pendiente, pero en este caso el grado de estrés es mayor, no alcanzando el estrés severo prácticamente hasta el final.

En el parámetro de pH, en laboreo, también tenemos diferencias significativas. En realidad aquí en pendiente con riego el ácido málico es menor y también la acidez total, así que es lógico que el pH sea mayor. El vigor es mayor en hondón (Figura 14) así que es lógico que la acidez sea mayor y por tanto el pH menor en hondón.

Los parámetros de acidez total, ácido málico y ácido tartárico no presentan diferencias significativas en suelo desnudo.

**Tabla N°9: Medidas de calidad del mosto en cubierta vegetal y suelo desnudo con diferente tipo de suelo y diferencias significativas.**

Manejo	Tipo de suelo	Grado (°)	pH	Ac. Total (gl <sup>-1</sup> )	Ac. Málico (gl <sup>-1</sup> )	Ac. Tartárico (gl <sup>-1</sup> )
Cubierta Vegetal	Hondón	13,74	3,54	3,63	1,25	7,13
	Pendiente	13,89	3,64	3,69	1,57	7,40
Laboreo	Hondón	12,50 b	3,51 b	4,00	1,55	7,13
	Pendiente	14,10 a	3,62 a	3,67	1,43	7,30



# CONCLUSIONES

## 5 CONCLUSIONES

- Los resultados de este Trabajo muestran que el manejo del suelo condiciona la infiltración de agua en el suelo. Así, la cubierta vegetal tanto en pendiente con riego como en zona de vaguada sin riego mejora la penetración de agua en el suelo en todos los horizontes.
- El estrés que la viña ha sufrido antes hasta agostamiento es mayor en el tratamiento de cubierta vegetal con respecto al suelo desnudo en las dos situaciones de suelo estudiadas. En ambos casos, cuando la cubierta ya no está activa y tras el riego, son las vides en suelo desnudo las que sufren mayor estrés debido a la mejor infiltración del agua.
- En algunos casos resulta difícil interpretar los resultados obtenidos en este trabajo teniendo en cuenta que este es el cuarto año de ensayo. Algunos parámetros, sobre todo productivos, están influidos no solo por los tratamientos aplicados durante este año, sino también por el régimen hídrico de años anteriores. cubiertas vegetales han competido con la viña por el agua en temporadas anteriores y esto hace que partamos de situaciones diferentes. Lo cual demuestra que las cubiertas temporales aparte del efecto en cada ciclo reproductivo también tienen un efecto sobre las vides a un plazo más largo.

# BIBLIOGRAFÍA

## 6 BIBLIOGRAFÍA

- Aguirrezabal, F.; Sagües, A.; Cibriaín, F.; Suberviola, J.; Oria, I. 2012. Ensayos de cubiertas vegetales en viña. 1995-2010. Navarra Agraria 190.
- Baeza, P.; Sánchez de Miguel, P.; Centeno, A.; Junquera, P.; Linares, R.; Lissarrague, J.R. 2007. Water relations between leaf water potential, photosynthesis and agronomic vine response as a tool for establishing thresholds in irrigation scheduling. *Scientia Horticulturae* 114: 151-158
- Baggiolini, M., 1952. Les stades repérés dans le développement annuel de la vigne et leur utilisation pratique. *Revue Romande d'Agriculture, de Viticulture et d'Arboriculture*, 8:4-6.
- Bennett, J.M., Trought, M.C.T. and Jarvis, P.G. 2002. The importance of overwintering carbohydrates on inflorescence development potential. *The Australian Grapegrower & Winemaker*, 1: 70-72.
- Blouin, J., y Guimberteau, G., 2002. Maduración y madurez de la uva. Mundi-Prensa Libros 151.
- Blum A., 1988. Plant breeding for stress environments. CRC Press, Boca Raton, (Florida), 223pp.
- Carsoulle, J., 1995. L'enherbement permanent du vignoble. Influence sur la production viticole et son environnement. *Phytoma*, La défense des Vegetaux, n°478.
- Carvajal, M., 2003. Mecanismos de absorción de agua por las plantas. Implicación de las acuaporinas en la fisiología de la vid. [http://www.haro.org/pdf/micaela\\_carvajal.pdf](http://www.haro.org/pdf/micaela_carvajal.pdf)
- Champagnol, F. 1994. Facteurs agronomiques de l'acidité des moûts et des vins. *Progrés Agricole et Viticole*. 111(21):469-481.
- Choné, X., Van Leeuwen, C., Chery, Ph. Y Ribéreau-Gayon, P. 2001. Terroir influence on water status and nitrogen status on non irrigated Cabernet-Sauvignon (*Vitis Vinifera*): vegetative development, must and wine composition. *South African Journal for Enology and Viticulture*. 22:8-15.

- Coipel, J., Rodriguez-Lovelle, B., Sipp, C. y Van Leeuwen C. 2006. “Terroir” effect, as a result of environmental stress, depends more on soil depth than on soil type (*Vitis vinifera* L. cv. Grenache Noir, Côtes DuRhône, France, 2000). *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*. 40(4):177-185.
- Coombe, B.G., 1973. The regulation of set and development of grape berry. *Acta Horticulturae*, 34: 261-273.
- Coombe, B.G., 1992. Research on the development and ripening of grape berry. *American Journal of Enology and Viticulture*, 43(1): 101-110.
- David, N. Serrano, E. et Renard, R., 2001. Vigne et qualité de vendange: effet de l’enherbement semé. *Phytoma*., La défense des Vegetaux, n°544.
- Esteban, M.A., Villanueva, M.J. y Lisarrague, J.R. 1999. Effect of irrigation on changes in berry composition of Tempranillo during maturation. Sugars, organic acids, and mineral elements. *American Journal of Enology and Viticulture*. 50(1):418-434.
- Galat, E., Pérez Peña, J., Prieto, J., 2011. Effects of canopy exposure changes on plant water status in grapevine cultivar “Syrah”. *ISHS Acta Horticulturae 889:VI International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops*. INTA.
- García-Escudero, E. 1991. Influencia de la dosis y del momento de aplicación del riego sobre la producción, desarrollo vegetativo, calidad del mosto y nutrición mineral de la vid (*Vitis vinifera* L.). Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- García-Escudero, E., Martínez-Bujanda, F., Lissarrague, J.R. y Sotés, V. 1994. Influencia del momento de aplicación del riego sobre la producción y la calidad del mosto. *Vitivinicultura*. 7:53-64.
- García-Escudero E, Zaballa, O (1997) Ensayos de riego localizado de viñedos productivos de cv “Tempranillo”. *Viticultura y enología profesional* 50, pags.35-47.

- García-Escudero E., López R., Santamaría, P., Zaballa, O. 2000. Control de rendimiento en viñedos conducidos en régimen de riego localizado. *Vitic. Enol. Prof.*, 69, p. 12-24.
- García-Escudero, E., Martínez, J., Zaballa O., González, G., Villar, M, 2002. Influencia del riego en la aptitud de los vinos para la crianza en barrica. Reunión anual del Grupo de Experimentación en Viticultura y Enología. Almendralejo (Badajoz), p. 169-187.
- García-Escudero, E., Ibáñez S., Villar M, García C, Romero I. 2003. Influencia de factores agronómicos en los parámetros de acidez del vino. VII Jornadas Científicas de los Grupos de Investigación Enológica. Logroño (La Rioja), p. 18-21.
- Gril J.J., 2003. Intéret de l'enherbement de la vigne pour limiter le ruissellement, l'érosion et la pollution par les produits phytosanitaires. *Progrés Agricole et Viticole*, 120 n°6.
- Goodwin, I. and MacRae, I., 1990. Regulated deficit irrigation of "Cabernet Sauvignon" grapevines. *Australian and New Zealand Wine Industry Journal*, 5(2): 131-133.
- Hardie, W.J. y Considine, J.A. 1976. Response of grapes to water deficit stress in particular stages of development. *American Journal of Enology and Viticulture*. 27:55-61.
- Hernández, A.J., Lacasta, C., Pastor, J. 2000. Cubiertas vegetales para un viñedo ecológico en zonas semiáridas. *Armonía entre Ecología y Economía*. IV Congreso de la SEAE.
- Hidalgo, L. (2002). *Tratado de Viticultura General*. 3a edición. Mundi Prensa. 1172pp.
- Hidalgo L., 1999. El banco de germoplasma de vid de 'El Encín'. In: *Identificación molecular de germoplasma de vid*. Colección Jornadas de Agronomía. Fundación Premio Arce, Madrid. pp. 27-36.
- Ibáñez, S., Pérez, J.L., Peregrina, F., García-Escudero, E., 2010. Incidencia de las cubiertas vegetales en la calidad del mosto y del vino. *Vida rural*, ISSN 1133-8938, N 305, págs. 46-51.

- Ibañez, J.J. (2006). *Costras y Sellados del Suelo: La Degradación Física de la Superficie del Suelo*. Centro de Ciencias Medio Ambientales, CSIC, Madrid.
- Intrigliolo, D.S., y Castel, J.R. 2010. Response of grapevine cv. ‘Tempranillo’ to timing and amount of irrigation: water relations, vine growth, yield and berry and wine composition. *Irrigation Science*. 28:113-125.
- Intrigliolo, D.S., y Castel, J.R. 2008. Effects of irrigation on the performance of grapevine cv. Tempranillo in Requena, Spain. *American Journal of Enology and Viticulture*, v.59, p.30-38.
- Jackson, DI. y Lombard, PB. 1993. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality-A review. *American Journal of Enology and Viticulture*. 44:409-430.
- Jona, R. y Botta, R. 1988. Fruit set and early berry development in two grapevine cultivars. *Israel Journal of Botany*. 37(2-4):203-216.
- Kortabarria, J., Pérez-Parmo R., Aizpurua, A., 2011. Influencia de las cubiertas vegetales sobre producción, calidad y estado hídrico de la vid Proyecto: Viteros. Jornada de Transferencia: Proyectos de Vitivinicultura. Laguardia.
- Kramer P.J., (1983) *Water relations of plants*. Academic Press, New York. NY. USA. 489 págs.
- Koundouras, S., Van Leeuwen, C., Seguin, G., and Glories, y., 1999. Influence de l’alimentation en eau sur la croissance de la vigne, la maduration en eau sur la croissance de la vigne, la maturation des raisins et les caractéristiques des vins en zone méditerranéenne. *Journal International des Sciences de la Vigne et du vin* 33, 143-160.
- Lavee, S. Regev, U. Samish, R.M. 1967. The determination of induction and differentiation in grape wines. *Vitis* 6, 1-13.
- Lipka, Z. y Tanner, H. 1974. Une nouvelle méthode de dosage de l’acide tartrique dans les moûts, les vins et autres boissons (selon Rebelein). *Revue suisse de viticulture, arboriculture et horticulture* VI(1):5-10.

- Lissarrague, J.E. 1986. Estudio de los efectos del riego en la producción, desarrollo vegetativo, calidad del mosto y nutrición mineral en la vid. Tesis doctoral. E.T.S.I.A de Madrid.
- MARM: Ministerio de Medio-Ambiente y Medio Rural y Marino: <http://www.mapa.es/es/estadistica/infoestad.html> consultado el 27/02/2010.
- Martínez de Toda Fernández F., (1991). Biología de la vid, Fundamentos biológicos de la viticultura. Mundi-Prensa. 346 pp.
- Matthews, M.A., y Anderson, M. 1989. Reproductive development in grape (*Vitis vinifera* L.), responses to seasonal water deficit. *American Journal of Enology and Viticulture*. 40: 52-60.
- Matthews, M.A., Anderson, M., and Shultz, H., 1987. Phenologic and growth responses to early and late season water deficits in Cabernet franc. *Vitis* 26:147-160.
- Matthews, M.A., Ishii, R., Anderson, M., and O'mahony, M., 1990. Dependence of wine sensory attributes on vine water status. *J. Sci. Food Agric*. 51:231-335.
- May, P. Shaulis, N.J., and Antcliff, A.J. 1969. The effect of controlled defoliation in the Sultan vine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 20(4): 237-250.
- Morlat, R. 2000. . L'enherbement permanent contrôlé des sols viticoles *Phytoma*, La défense des Vegetaux, n°530.
- Mullins M., A. Bouquet y L.E. Williams. 1992. The structure of the grapevine: vegetative and reproductive anatomy. In: *Biology of the grapevine*. Cambridge. University Press. 239 pp.
- Nadal, M., and Arola, L., 1995. Effects of limited irrigation on the composition of must and wine of Cabernet Sauvignon under semi-arid conditions. *Vitis* 34:151-154.
- Ojeda, H., Deloire, A., Carbonneau, A., Ageorges, A. y Romieu, C. 1999. Berry development of grapevines: relation between the growth of berries

- and their DNA content indicate cell multiplication and enlargement. *Vitis*. 38(4):145-150.
- Ollat, N. 2002 Influence des systèmes de conduite sur la production de raisins In. Actes du Colloque : Gestion du rendement vers une recherche de qualité. 3-13
  - Ollat, N. y Gaudillere, J.P. 1996. The effect of limiting leaf area during stage I of berry growth on development and composition of berries of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. *American Journal of Enology and Viticulture* 49(3):251-258.
  - Organización internacional de la viña y el vino (OIV): [http://news.reseauconcept.net/pls/news/p\\_entree?i\\_sid=&i\\_type\\_edition\\_id=20869&i\\_section\\_id=&i\\_lang=33](http://news.reseauconcept.net/pls/news/p_entree?i_sid=&i_type_edition_id=20869&i_section_id=&i_lang=33) consultado el 27/02/2010.
  - Pastor, M., Castro, J., Humanes M.D. y Muñoz, J. 2000 Sistema de manejo de suelo en olivar de andalucia. C.I.F.A. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Conferencia del V Congreso Nacional de Suelos.
  - Pérez-Parmo, R., Unamunzaga, O., Castellón, A., Gallejones, P. y Aizpurua, A. 2009. Estudio del manejo del suelo con cubierta vegetal y diferente gestión del riego sobre parámetros de producción, vigor y calidad, en un viñedo de la D.O.Ca Rioja. *Actas Horticultura*. 54:401-403.
  - Pérez-Parmo, R., Unamunzaga, O., Castellón, A. y Aizpurua, A. 2010. Influencia sobre producción, vigor y calidad en un viñedo de la D.O.Ca Rioja mediante el empleo de una cubierta vegetal temporal. *En: Actas VII Foro Mundial del Vino*. 12-14 de mayo. Logroño, España.
  - Petrie, P.R., Trought, M.C.T. and Howell, G.S., 2000. Fruit composition and ripening of Pinot Noir in relation to leaf area. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 6:46-51.
  - Poni, S., Lakso, A., Turner, J., Melious, R., 1993. The effects of pre and post veraison water stress on growth and physiology of potted Pinot noir grapevines at crop levels. *Vitis* 32:207-214.
  - Pouget, R., 1981. Action de la temperatura sur la differentiation des inflorescences et des fleurs durant les phases de pre-debourrement es de

post-debourrement des bourgeons latents de la vigne. *Connaissance de la Vigne et du Vin*, 15(2):65-79.

- Reynier, A. 2002. *Manual de viticultura*. 6a edición. Ed. Mundi- Prensa. 497pp.
- Reynolds, A.G. and Naylor, A.P. 1994. "Pinot noir and Riesling" grapevines respond to water stress duration and soil water holding capacity. *HortScience*, 29(12): 1505-1510.
- Ribéreau-Gayón, J.; Peynaud, E. 1971. *Tratado de ampelología*. Ciencias y técnicas de la viña. Tomo I: biología de la viña. Suelos de viñedos. Ed. Hemisferio Sur. 671pp.
- Salón, S.L.; Chirivella, C.; Castel, J.R. 2005. Response of cv. Bobal to Timing of Deficit Irrigation in Requena, Spain: Water Relations, Yield, and Wine Quality. *American Society for Enology and Viticulture*. 56:1.
- Santesteban, L.G., 2003. Evaluación del efecto del estrés hídrico sobre el crecimiento, la fertilidad y la producción de la vid (*Vitis vinífera* L.) cv. "Tempranillo". Tesis doctoral E.T.S.I.A. de Navarra.
- Santesteban, L.G.; Miranda, C.; Royo, J.B. 2007. Interés del uso de cubiertas vegetales en los viñedos regados de zonas semiáridas». *Tierras de Castilla y León*, 137: 66-77
- SAS Institute, 1998. *SAS version 8*. SAS Institute, Cary, NC.
- Scholander, P.F., Hammel, H.T., Bradstreet, E.D. and Hemmingsen, E.A., 1965. Sap pressure in vascular plants. *Science* 148: 339-146.
- Schultz, H.R. 1996. Water relations and photosynthetic responses of two grapevine cultivars of different geographical origin during water stress. *Acta Horticulturae*, 427: 251-266.
- Schultz, H.R. & Matthews, M., 1993. Growth, osmotic adjustment, and cell-wall mechanics of expanding grape leaves during water deficits. *Crop Science* 33: 287-294.

- Smart RE, y Coombe BG. 1983. Water relations of grapevines. Pp. 137-196. En: Kozlowski T.T. (ed) Water deficits and plant growth. Additional woody crop plants, vol VII. Academic Press, New York, USA.
- Sommer, K.J. and Clingeleffer, P.R. 1995. Vine canopy development and carbohydrate partitioning is influenced by pruning, Ninth Australian Wine Industry Technical Conference. Winetitles, Adelaide, Australia, pp. 123-127.
- Staudt, G., Schneider, W. and Leidel, J., 1986. Phases of berry growth in *Vitis vinifera*. *Annals of Botany*, 58: 789-800.
- Steenwerth, K. and Belina, K.M. 2008. Cover crops enhance soil organic matter, carbon dynamics and microbiological function in a vineyard agroecosystem. *Applied soil ecology* 40 (2008), 359-369.
- SSS. Soil Survey Staff, 1998. Keys to Soil Taxonomy. Ed: United States of Agriculture. Natural Resource Conservation Service.
- Unamunzaga, O., 2006. Zonificación de un viñedo de Rioja alavesa según las propiedades del suelo y su influencia sobre producción y calidad. Tesis doctoral Universidad de Zaragoza.
- Universidad Complutense de Madrid, 2005. Facultad de Educación. Departamento Didáctica de las Ciencias Experimentales. La infiltración. [http://www.ucm.es/info/diciex/proyectos/agua/esc\\_sub\\_infiltracion.html](http://www.ucm.es/info/diciex/proyectos/agua/esc_sub_infiltracion.html).
- Van Leeuwen, C. y Seguin, G. 2006. The concept of terroir in viticulture. *Journal of Wine Research*. 17(1):1-10.
- Williams L.E y Matthews, M.E. 1990. Grapevine. Pp. 1019-1055. En: B.A. Stewart y D.R. Nielsen (Eds.), *Irrigation and agricultural crops. A series of Monographs* –American Society of Agronomy. American Society of Agronomy, Madison, USA.
- Winkler, A.J., 1975. *General Viticulture*. University of California Press, 710pp.

- Zhang, J., Nguyen, H.T. and Blum A., 1999. Genetic analysis of osmotic adjustment in crop plants. *Journal of Experimental Botany*, 50(332): 291-302.
- Zyl, J.L.v. 1985. Influence de l'irrigation sur la croissance et la qualité des vignes et raisins de Colombar. *Bulletin de l'O.I.V.*, 648-649: 173-188.