

producirse condensación, conservando las mismas condiciones de temperatura y presión atmosférica. Se expresa en tanto por ciento (%).

3.2.3.2.- PARÁMETROS CALCULADOS

Son los parámetros calculados a partir de los datos climáticos registrados en la estación meteorológica.

- Déficit de presión de vapor (DPV): es un parámetro para la estimación de la transpiración de la planta. Este dato valora la fuerza con la que el aire absorbe el agua de la planta. Se ha calculado mediante el método descrito por Browning *et al.*, 2004 y Levy *et al.*, 1999.

$$DPV = 0,6108 \times 2,7183^{\frac{15 - T_a}{5}} \times \frac{100 - HR}{100}$$

3.2.4.- Tratamiento de datos

Los datos obtenidos en todas las parcelas y niveles de carga se analizaron conjuntamente al objeto de establecer las posibles relaciones entre parámetros de medida de estado hídrico de las cepas entre sí y con las condiciones meteorológicas, mediante análisis de regresión.

- Simple en el caso de comparar dos variables.

El análisis de regresión simple se realizó mediante análisis de mínimos cuadrados, donde se incluía el término independiente incluso cuando se observaba que no era significativo (Neter, 1996).

- Múltiple si se analizan más de dos variables.

Los análisis de regresión múltiple se realizaron utilizando el procedimiento de selección de variables "hacia atrás" (*backward analysis*) imponiendo la condición de que la variable se eliminaba si $p > 0,10$. La ausencia de colinealidad entre variables independientes se comprobó mediante el cálculo del vector de inflación de la varianza (VIF) considerando como valor límite para la inclusión en el modelo el de $VIF=5$. La importancia relativa de cada una de las variables independientes introducidas en el modelo se ha valorado mediante la comparación de los coeficientes no estandarizados (β). Todos los análisis se han realizado con el paquete estadístico SPSS v 17.0.

Por último, para calcular la capacidad que cada método tiene de diferenciar entre los diferentes estados hídricos de las plantas se ha usado el método de "Ratio de Discriminación" (Browning *et al.*, 2004; Levy *et al.*, 1999).

4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.- Evaluación de la relación existente entre el potencial hídrico antes del amanecer y el potencial xilemático.

4.1.1.- Comparación del momento de medida del potencial xilemático.

En el Cuadro Nº2 se recogen los resultados del análisis de regresión simple entre las medidas de potencial hídrico y los potenciales xilemáticos de las 9 y las 12.

Cuadro Nº2: relación del Potencial xilemático a las 9 y a las 12 (Px9h y Px12h) con el potencial hídrico antes del amanecer (Phaa).

Y	x ₁	R ² (corr)	P	df	x ₁		VIF	Ecuación
					P	β		
Px9h	Phaa	0,380	<0.001	76	<0.001	0,623	1	Px9h= -0,548 + 0,893Phaa
Px12h	Phaa	0,299	<0.001	76	<0.001	0,555	1	Px12h= -0,777 + 0,737Phaa

Se comprueba que las medidas tomadas antes del amanecer (las de referencia) han estado relacionadas con las tomadas a las 9 y a las 12 (hora solar). Sin embargo, muestran unos coeficiente de determinación relativamente bajos ($R^2 = 0,380$ y $R^2 = 0,299$, respectivamente) que indican que no es posible utilizar solamente esas variables para estimar a partir de ellos la medida de antes del amanecer.

William y Araujo (2002) encontraron también relaciones entre las medidas de estado hídrico de antes del amanecer, potencial xilemático del mediodía y potencial de hoja ¹de esa misma hora, aunque con R^2 mayores. Baeza *et al.* (2007) hicieron un estudio en viñas de *Cabernet-Sauvignon* en Madrid, a partir del cual concluyeron que la medida de potencial xilemático que mejor se ajustaba a la medida de potencial hídrico era el de media mañana y no el del mediodía. Intrigliolo y Castell, (2006) demostraron que en una viña de Tempranillo situada en Requena, Valencia, la medida de potencial xilemático de la mañana era capaz de distinguir entre los diferentes tratamientos de diferente régimen hídrico. A su vez, el potencial xilemático de esta misma hora guardaba una estrecha relación con el potencial hídrico de antes del amanecer (el de referencia). Por eso afirmaron que ambos, potencial de antes del amanecer (Ψ_{aa}) y potencial de media mañana (Ψ_{x9}), eran las más fiables que las medidas del mediodía para conocer el estado hídrico de la planta. También afirmaron que habría que tener en cuenta las variables climáticas para obtener una mayor fiabilidad.

Conforme avanza el día, la temperatura sube por lo que consumo de agua de la planta es mayor. Por tanto, cuanto más tarde se hace la medida, los potenciales tienden a subir. Y por esta razón los potenciales tomados más tarde pierden la capacidad de representar el

¹ Medida de estado hídrico que se efectúa como la medida de potencial xilemático pero sin haber embolsado las hojas.

verdadero estado hídrico de la planta. Debido a esto sería posible obtener dos lecturas de ψ_{x12} similares en plantas que, por la razón que fuera, tuvieran diferente grado de estrés.

4.1.2.- Evaluación del efecto de las variables climáticas en el momento de medida del Potencial Hídrico.

Se introdujeron tres variables climáticas al objeto de ver si contribuían a explicar mejor la relación existente entre las medidas de potenciales. Las variables que se introdujeron fueron: humedad relativa (HR), temperatura del aire (T^a) y déficit de presión de vapor (DPV); que relaciona las dos anteriores. En el Cuadro Nº 3 se muestra los resultados del análisis estadístico.

Cuadro Nº3: resultados del análisis de regresión múltiple entre el potencial xilemático a las 9 y 12 horas (Px9h y Px12h) con el estado hídrico antes del amanecer (Phaa) y variables climáticas.

Y	x_1	x_2	R^2 (corr)	P	df	x_1		x_2		VIF	Ecuación
						P	β	P	β		
Px9h	Phaa	HR 9	0,380	<0.001	76	<0.001	0,623	-	-	1,000	Px9h= -0,548 + 0,893Phaa
Px9h	Phaa	T^a 9	0,494	<0.001	75	<0.001	0,526	<0.001	-0,359	1,078	Px9h= 0,119 + 0,755Phaa - 0,031 T^a 9
Px9h	Phaa	Dpv9h	0,444	<0.001	75	<0.001	0,506	0,002	-0,29	1,193	Px9h= -0,404 + 0,725Phaa - 0,133DPV9
Px12h	Phaa	HR 12	0,299	<0.001	76	<0.001	0,555	-	-	1,000	Px12h= -0,777 + 0,737Phaa
Px12h	Phaa	T^a 12	0,500	<0.001	75	<0.001	0,399	<0.001	-0,479	1,118	Px12h= 0,148 + 0,530Phaa - 0,036 T^a 12
Px12h	Phaa	Dpv12h	0,386	<0.001	75	<0.001	0,38	0,001	-0,353	1,323	Px12h= -0,677 + 0,506Phaa - 0,108DPV12

Humedad Relativa:

La lectura de potencial xilemático no se vio afectado por las condiciones de humedad relativa del ambiente. En la mayoría de los días de control, el valor de la humedad relativa ha rondado en torno al 40% y 60% (datos no mostrados). Dicho de otra forma: no se ha abarcado un rango suficientemente amplio de condiciones de humedad, por lo que no se ha podido valorar suficientemente la influencia de esta variable. Por este motivo, desde el punto de vista estadístico, no se halla relación alguna entre la humedad relativa y ψ_{x9} .

Temperatura:

La inclusión de la temperatura es, de los tres parámetros anteriores, el que permite alcanzar valores de R^2 mayores (0,494 y 0,500). La temperatura, además de aumentar el déficit de presión de vapor de agua (DPV), activa los procesos de la cepa aumentando el consumo del agua, por lo que tiene un efecto doble, posiblemente por ello sea el que tenga la R^2 más alta.

Durante el día, cuando la temperatura aumenta, el estrés hídrico de la planta se hace cada vez mayor. Al ser viñas con un régimen hídrico deficitario, la planta tiene una necesidad de agua mayor que la que está disponible, produciéndose el estrés hídrico en todas las plantas. El grado de este estrés depende más de la temperatura del aire que al estado hídrico de partida

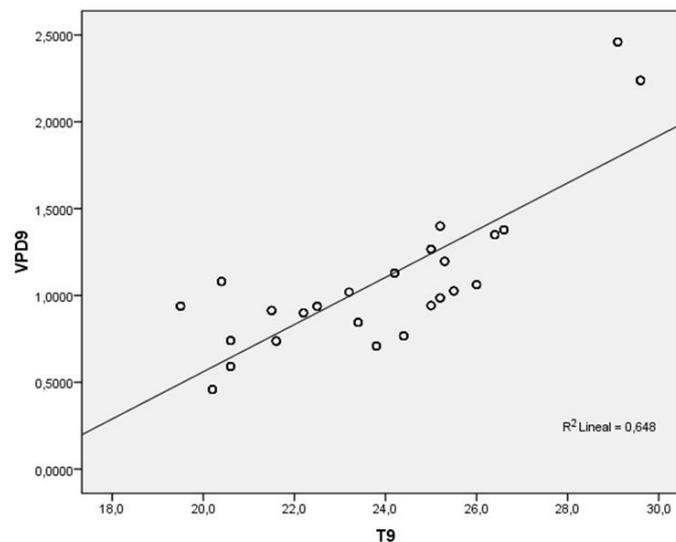
Déficit de Presión de Vapor de Agua (DPV):

El déficit de presión de vapor de agua es un factor que condiciona los resultados del ψ_{x9} y ψ_{x12} . La tasa de transpiración está muy ligada a la fuerza que la atmosfera le hace para extraerle el agua a la planta (DPV). Cuanto mayor sea esta fuerza, más agua perderá la cepa, aumentando la lectura del potencial hídrico.

Williams y Baeza (2007) encontraron relaciones entre las medidas de estado hídrico de la planta y el déficit de presión de vapor de agua en viñas regadas con el 100% de la ETC., sin embargo, no encontraron esta relación en viñas con cierto grado de estrés hídrico. Nuestras viñas han tenido un régimen de estrés medio-alto por lo que, de acuerdo con lo obtenido en el ensayo anteriormente citado, es normal que el déficit de presión de vapor no haya estado muy relacionado con el estado hídrico de las viñas. Williams y Baeza (2007) llegaron a la conclusión de que cuanto que el suelo está más seco, la temperatura y el DPV son menos condicionantes del estado hídrico de la planta, en pro del ψ_{suelo} . Por lo tanto, en casos de viñas estresadas como la nuestra, el estado hídrico de la planta habrá estado poco condicionado por el DPV y más por otros factores como la humedad del suelo.

En el caso que se trata ahora, la temperatura ha obtenido una R^2 mayor que el déficit de presión de vapor de agua ($R^2 = 0,494$ y $R^2 = 0,444$, respectivamente). En el clima de Traibuenas, donde la humedad relativa no varía mucho, el valor de DPV depende en gran medida de la temperatura. En la figura Nº5 se muestra la relación que se encontró entre estas dos variables climáticas medidas a las 9.

Figura Nº 5: relación entre la temperatura y el déficit de presión de vapor de agua (DPV) a las 9 de la mañana.



La relación existente entre estos dos parámetros climáticos explica que ambos obtengan una R^2 similar (0,444 y 0,494) en el análisis de regresión múltiple. Grimes *et al.* (1987) encontraron una relación significativa entre la temperatura del aire y el DPV para climas semiáridos.

4.1.3.- Evaluación de la relación de la temperatura de las hojas con el momento de medida del Potencial Hídrico.

En el Cuadro Nº4 se reflejan las relaciones existentes entre los potenciales xilemáticos (Px9h, Px12h) con el potencial hídrico antes del amanecer (Phaa) y las temperaturas de canopy.

Cuadro Nº4: relaciones entre los potenciales hídricos antes del amanecer (Phaa) y temperaturas de canopy con potenciales xilemáticos a las 9 y 12 horas (Px9h y Px12h).

Y	x ₁	x ₂	R ² (corr)	P	df	x ₁		x ₂		VIF	Ecuación
						P	β	P	β		
Px9h	Phaa	Tcan9h sol	0,603	<0.001	75	<0.001	0,551	<0.001	-0,48	1,023	Px9h= 0,496 + 0,79Phaa - 0,041Tcan9sol
Px9h	Phaa	Tcan9h sombra	0,490	<0.001	75	<0.001	0,588	<0.001	-0,342	1,010	Px9h= 0,169 + 0,844Phaa - 0,029Tcan9somb
Px12h	Phaa	Tcan12h sol	0,593	<0.001	75	<0.001	0,377	<0.001	-0,572	1,107	Px12h= 0,135 + 0,5Phaa - 0,034Tcan12sol
Px12h	Phaa	Tcan12h sombra	0,589	<0.001	75	<0.001	0,337	<0.001	-0,583	1,162	Px12h= 0,119 + 0,448Phaa - 0,034Tcan12somb

Se han observado índices de correlación mayores con las variables de temperatura de canopy que con cualquier otro parámetro relacionado con el clima (apartado 4.1.2).

Existe gran diferencia entre los índices de correlación de las 9 de la mañana cuando se introduce la temperatura del lado soleado o no soleado: el lado no soleado, (cara Oeste), presenta los índices de correlación más bajos, mientras que el lado soleado (cara Este) tiene los mayores.

A las 9 el sol calienta el lado orientado al Este, produciendo diferencias importantes en la temperatura de las hojas de las dos caras. La zona soleada se calienta, comenzando la transpiración, por lo que sube la tensión a la que el agua se retiene en el xilema, es decir, disminuyen los valores de las medidas de potencial xilemático. La zona sombría aún sigue fresca por lo que su temperatura no se corresponde ni con su actividad ni con el estado hídrico esperado para la planta.

En las temperaturas del mediodía, se ha dado un resultado muy parecido introduciendo cualquiera de las temperaturas del lado no soleado o soleado en el análisis. A esta hora el sol se encuentra en el punto más alto del día. Al ser viñas con una orientación norte-sur, a esta hora la sombra es mínima por lo que desaparecen las diferencias de temperaturas entre ambas caras.

Jones *et al.* (2002) concluyeron que para determinar la conductancia de las estomas las mejores termografías eran las sacadas en la cara soleada de la cepa. En nuestro caso, de acuerdo con este artículo, los valores que mejor se han relacionado con el estado hídrico en nuestras viñas han sido, indiferentemente de la hora, los de la cara soleada.

Salón *et al.* (2005) usaron siempre hojas de la cara no soleada de las viñas para hacer las medidas de potencial hídrico de la mañana. Al mediodía, sin embargo, utilizaron los del lado soleado. Fueron viñas situadas en Requena, Valencia, con una orientación este-oeste. En nuestro caso, se ha determinado que a ambas horas, las hojas que más relación guardan con el estado hídrico son las de la cara soleada. En esas viñas, por su orientación, hay una cara que es

la soleada y otra que es la sombría durante todo el día, no como en nuestra viña en la que cambia según se mide a la tarde o a la mañana. Por esta razón, los resultados obtenidos por Salon *et al.* (2005) no son comparables con los nuestros.

Se ha probado a introducir otras variables, tales como carga o sección máxima de pámpano pero estos se ven desplazados de la ecuación por su falta de relación con el potencial xilemático de las 9 y 12 (resultados no mostrados).

4.2.- Evaluación de la relación entre la temperatura de canopy y el potencial hídrico y xilemático.

4.2.1.- Evaluación de la relación existente entre la diferencia de temperaturas planta-aire y potencial hídrico y xilemático.

En el Cuadro N^o5 se recogen las relaciones observadas entre el potencial hídrico y xilemático de las 9 y las 12 y las diferencias de temperatura planta-aire a la misma hora.

Cuadro N^o5: relación entre la diferencia de temperatura planta-aire y las medidas de estado hídrico (Phaa, Px9h y Px12h).

Y	X ₁	R ² (corr)	p	df	X ₁		VIF	Ecuación
					P	β		
TCan9h-T ^a 9h sol	Phaa	0,000	-	-	-	-	-	-
TCan9h-T ^a 9h sol	Px9h	0,000	-	-	-	-	-	-
TCan9h-T ^a 9h sombra	Phaa	0,046	0,033	76	0,033	0,242	1,000	Tcan9somb-T9= 2,622 + 2,84Phaa
TCan9h-T ^a 9h sombra	Px9h	0,030	0,012	175	0,012	0,19	1,000	Tcan9somb-T9= 2,578 + 1,344Px9h
TCan12h-T12hsol	Phaa	0,000	-	-	-	-	-	-
TCan12h-T12hsol	Px12h	0,000	-	-	-	-	-	-
TCan12h-T12hsomb	Phaa	0,000	-	-	-	-	-	-
TCan12h-T12hsomb	Px12h	0,000	-	-	-	-	-	-

La mayoría de las medidas de diferencia de temperaturas planta-aire (ΔT) no han tenido relación alguna con los potenciales (ψ_{aa} y ψ_{x9}). Sin embargo, las medidas del lado sombreado de las 9 si que la han tenido. Aún así, la relación existente $\Delta T_{9sombra}$ y medidas de potencial hídrico son muy pequeñas por lo que no se tendrán en cuenta.

Jones *et al.* (2002) llegaron a la conclusión de que las termografías eran útiles para estimar el estado hídrico de las plantas de una gran área.

Algunos autores (Restrepo *et al.*, 2007; Williams *et al.*, 2007; Jones, 2004) recomiendan tener superficies de referencia (hojas húmedas o cepas regadas al 100% Etc) para ver cómo afectan las condiciones climáticas y poder compararlos con el resto del cultivo.

En nuestro caso, las medidas de diferencia de temperatura planta-aire no están relacionadas por el estado hídrico de la planta. Sin embargo, no se ha utilizado ninguna superficie de referencia que pudiera ayudar a encontrar relaciones entre diferencia de temperaturas planta-aire (ΔT) y estado hídrico de la planta.

4.2.2.- Evaluación de la relación existente entre la diferencia de temperaturas planta-aire y potencial xilemático introduciendo variables climáticas.

En el Cuadro N°6 de muestran los resultados del análisis de regresión múltiple de las medidas de potencial hídrico, diferencia de temperaturas planta-aire y medidas de temperatura, humedad relativa e índice de déficit de presión de vapor.

Cuadro N°6: relación entre diferencia de temperatura planta-aire con estado hídrico (Phaa y Px9h) y variables climáticas (HR, Tª y DPV) medidas al amanecer y a las 9 horas.

Y	x ₁	x ₂	R ² (corr)	p	df	x ₁		x ₂		VIF	Ecuación
						P	β	P	β		
TCan9h-Tª9h sombra	Phaa	HRaa	0,124	0,003	75	0,002	0,362	0,007	-0,320	1,000	Tcan9somb-T9= 5,762 + 4,245Phaa - 0,033HRaa
TCan9h-Tª9h sombra	Phaa	HR9	0,000	-	-	-	-	-	-	-	-
TCan9h-Tª9h sombra	Phaa	Tªaa	0,046	0,033	76	0,033	0,242	-	-	1,000	Tcan9somb-T9= 2,622 + 2,84Phaa
TCan9h-Tª9h sombra	Phaa	Tª9	0,117	0,001	76	-	-	0,001	-0,359	1,000	Tcan9somb-T9= 7,215 - 0,251T9
TCan9h-Tª9h sombra	Phaa	DPVaa	0,000	-	-	-	-	-	-	-	-
TCan9h-Tª9h sombra	Phaa	DPV9	0,000	-	-	-	-	-	-	-	-
TCan9h-Tª9h sombra	Px9h	HR9	0,044	0,008	174	0,063	0,145	0,065	1,44	1,000	Tcan9somb-T9= 1,150 + 1,028Px9h + 0,021HR9
TCan9h-Tª9h sombra	Px9h	Tª9	0,143	<0.001	175	-	-	<0.001	-0,385	1,000	Tcan9somb-T9= 6,710 - 0,229T9
TCan9h-Tª9h sombra	Px9h	DPV9	0,000	-	-	-	-	-	-	-	-

Se observa que las variables climáticas no ayudan a mejorar la escasa relación que ha habido entre las diferencias de temperatura planta-aire y las medidas de estado hídrico de la planta.

- El DPV no interviene en la relación de diferencias de temperatura y potenciales en ninguno de los casos analizados.
- La temperatura de las nueve aparece relacionada solamente con la diferencia de temperaturas planta-aire, dejando fuera de la ecuación a los potenciales.
- La humedad relativa, aparentemente, sí que ayuda a explicar mejor la relación entre la diferencia de temperaturas planta-aire y las medidas de los potenciales. Al igual que la temperatura, la humedad relativa también está ligada a la lectura de la temperatura canopy (datos no mostrados), por esta razón se relaciona indirectamente la humedad relativa con la diferencia de temperaturas.

De las relaciones obtenidas, las termografías no han resultado un instrumento útil para conocer el estado hídrico de las plantas; ni siquiera introduciendo variables climáticas.

4.3.- Evaluación de la capacidad de discriminación de las medidas de potencial hídrico y Tª canopy a distintas horas del día

Mediante el método estadístico “Ratio de Discriminación” se ha obtenido un parámetro que permite estimar la capacidad que tiene cada tipo de medida para discriminar entre los diferentes estados del cultivo. En el Cuadro N°7 se muestran los resultados.

Cuadro N°7: capacidad de discriminar para cada tipo de medida según “ratio de discriminación”.

	Medida	DT_intra	DT_inter	DT_underlying	DR
Sol	Tcan9h-T9h	0,54	1,75	1,74	3,22
	Tcan12h-T12h	0,55	1,58	1,56	2,84
Sombra	Tcan9h-T9h	0,45	1,75	1,74	3,87
	Tcan12h-T12h	0,55	1,58	1,56	2,84
	Phaa	0,07	0,17	0,17	2,43
	Px9h	0,17	0,49	0,49	2,88
	Px12h	0,16	0,28	0,27	1,69

Los valores más altos del ratio de discriminación se obtienen de los métodos de medición con termografías. Esto significa que según este método matemático la mejor forma de medir el estado hídrico de las plantas es mediante la diferencia de temperatura planta-aire. Sin embargo ya se ha comprobado que estas no guardan relación alguna con el estado hídrico de las plantas, al menos en nuestro caso. Por esta razón se descartará la medida de diferencia de temperaturas planta-aire como indicador del estado hídrico de la planta.

De los valores del ratio de discriminación (DR) de los potenciales, el más bajo ha sido el de la medida del mediodía. Anteriormente se ha visto (punto 4.1.1) que esta medida no es útil para medir el estado hídrico de la planta y el método del ratio de discriminación lo confirma.

La medida de potencial que mayor DR tiene es el de las 9, mayor incluso que el de referencia (ψ_{aa}). Desde un punto de vista matemático este sería el mejor método para estimar el estrés de la viña.

Otros autores que han realizado ensayos similares han llegado a estas conclusiones:

Jones (2004) recomienda que se usen viñas regadas al 100% de la ETc como superficies de referencia para poder comparar los potenciales de las viñas de producción con las superficies de referencia y conocer mejor el estado hídrico de la planta.

Intrigliolo y Castel (2006) concluyeron que el potencial xilemático de las 9 viene a confirmar bastante bien los resultados obtenidos por el ψ_{aa} . También recalcaron que las medidas ψ_{aa} y ψ_{x9h} son mejores indicadores del estado hídrico de las plantas que las medidas tomadas al mediodía.



En nuestro caso, el ψ_{x9} no es un indicador lo suficiente bueno como para medir el estado hídrico de la planta. Sin embargo, y de acuerdo con Intrigliolo y Castel (2006), el ψ_{x9} se corresponde mejor con el estado de la planta que las medidas tomadas más tarde (ψ_{x12}).

5.- CONCLUSIONES

- De los métodos ensayados (potencial xilemático de las 9, potencial xilemático de las 12 y temperatura de canopy) no ha habido ningún método lo suficientemente fiable que por sí solo haya sido capaz de sustituir al potencial hídrico de antes del amanecer.
- Únicamente podría ser utilizado el potencial xilemático de las 9h y 12h (hora solar) siempre que se tuviesen en cuenta las condiciones meteorológicas del día, en particular la temperatura de canopy del lado soleado.
- Desde el punto de vista matemático, el potencial con mayor capacidad de discriminar entre plantas con diferente grado de estrés es el potencial xilemático de las 9 horas.
- Para obtener herramientas más precisas que pudiesen sustituir la medida del potencial hídrico sería preciso utilizar más variables relacionadas con el estado hídrico del suelo, las condiciones climáticas o utilizando como referencia cepas no estresadas (regadas al 100% de la ETc).

6.- **BIBLIOGRAFÍA**

- 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
- Fernandez, M.; Lorenzo, P.; Cuadrado, I.M. 2003. Mejora de la eficiencia en el uso del agua en cultivos protegidos. Ed. Varios-Cúspide. 562pp.
- Hidalgo, L. 2002. Tratado de Viticultura General. 3ª edición. Ed. Mundi-Prensa. 1172pp.
- Instituto nacional de tecnología agropecuaria: www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/posters/30/dellama1.htm consultado el 02/03/2010.
- Intrigliolo, D.S.; Castel, J.R. 2006. Vine and soil-based measures of water status in a Tempranillo vineyard. *Vitis* 45 (4), 157-163.
- Jones, H. 2004. Irrigation scheduling: advantages and pitfalls of plant-based methods. *Journal of Experimental Botany* N° 55: 407
- Jones, H.; Stoll, M.; Santos, T.; de Sousa, C.; Chaves, M.; Grant, O. 2002. Use of infrared thermography for monitoring stomatal closure in the field: application to grapevine. *Journal of Experimental Botany* Vol. 53, N° 378.
- MARM: Ministerio de Medio-Ambiente y Medio Rural y Marino: <http://www.mapa.es/es/estadistica/infoestad.html> consultado el 27/02/2010.
- Organización internacional de la viña y el vino (OIV): http://news.reseau-concept.net/pls/news/p_entree?i_sid=&i_type_edition_id=20869&i_section_id=&i_lang=33 consultado el 27/02/2010.
- Restrepo, H.; Londoño, C.M.; Vega, O.A. La temperatura de la hoja como respuesta al déficit de presión de vapor en un cultivo de naranja valenciana. <http://www.agro.unalmed.edu.co/recursos/docs/pdf/ponencia%20hurestre.pdf>
- Reynier, A. 2002. Manual de viticultura. 6a edición. Ed. Mundi-Prensa. 497pp.

- 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.
- Williams, L.E.; Araujo, F.J. 2002. Correlations among predawn leaf, midday leaf, and midday stem water potential and their correlations with other measures of soil and plant water status in *Vitis vinifera*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 127(3):448-454.
- Williams, L.; Baeza, P. 2007. Relationships among ambient temperature and vapor pressure deficit on leaf and stem water potentials of fully irrigated, field-grown grapevines. American Journal Enol. Vitic. Vol. 58: 2.
- Williams, L.; Trout, T. 2005. Relationships among Vine- and Soil- based measures of water status in a Thompson seedling vineyard in response to high-frequency drip irrigation. American Journal Enol. Vitic. Vol. 56: 4.

