

¿Es posible incrementar la eficiencia en el uso del agua modificando la orientación de las filas y la inclinación de la espaldera de los viñedos?

I. Buesa¹, G. Caccavello², M.C. Merli³, H. Puerto⁴, A. Ruiz-Canales⁴, J.M. Molina⁵ y D.S. Intrigliolo^{*1,6}.

1 Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Centro Desarrollo Agricultura Sostenible, Apartado Oficial 46113, Moncada, Valencia.

2 Università degli studi di Napoli Federico II, Dipartimento di Agraria, Via università, 100, Napoli (Italia).

3 Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza, Istituto di Frutti Viticultura, via Emilia Parmense 84, Piacenza (Italia).

4 Universidad Miguel Hernández, Escuela Técnica Superior de Orihuela, Orihuela, Alicante, Carretera de Beniel Km 3.2, 03312, Orihuela, Alicante.

5 Universidad Politécnica de Cartagena, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica. Paseo Alfonso XIII, 48, 30203, Cartagena, Murcia.

6 CSIC, Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura, Campus Universitario Espinardo, 30100, Murcia. *E-mail: dintri@cebas.csic.es

Resumen

En este trabajo se resumen las investigaciones realizadas encaminadas a cuantificar la influencia que tienen la orientación de las filas del viñedo y la inclinación de las espalderas con respecto a la vertical sobre la transpiración, la productividad, la eficiencia en el uso del agua y la composición de la uva. Las investigaciones se llevaron a cabo en vides de la variedad Bobal tanto en maceta como en campo. Los resultados ponen de manifiesto que la orientación de las filas este-oeste permite reducir la transpiración en un 15% con respecto a la orientación norte-sur. Por otro lado, en viñedos plantados norte-sur, inclinar la espaldera 30° hacia el oeste para reducir la radiación interceptada por las cepas a primera hora de la tarde cuando la demanda evaporativa es mayor, no permite reducir el consumo diario de agua. Sin embargo, la inclinación de las espalderas hacia el oeste, puede incrementar la productividad del viñedo, seguramente debido a la mayor cantidad de radiación interceptada por las cepas a primera hora de la mañana cuando la capacidad fotosintética de las vides es mayor. Los resultados obtenidos muestran el papel que puede jugar el diseño del viñedo y la arquitectura del dosel vegetal sobre la eficiencia en el uso del agua a nivel de planta entera.

Palabras clave: radiación interceptada, relaciones hídricas, transpiración, *Vitis vinifera*.

INTRODUCCIÓN

La productividad y el consumo de agua de las plantaciones dependen en gran medida de la cantidad de radiación solar que intercepta el dosel vegetal. En cultivos con un grado de cobertura vegetal del suelo inferior al 100%, la luz capturada por la vegetación depende tanto del desarrollo vegetativo como del sistema de conducción y del diseño de las plantaciones. Por otro lado, la respuesta fisiológica de las plantas, en particular la estomática, se ve influenciada también por las condiciones ambientales repercutiendo de forma directa en el intercambio gaseoso. A escala temporal diaria, el nivel de fotosíntesis, la transpiración y por lo tanto la eficiencia en el uso del agua (EUA),

no solo son función del nivel de radiación interceptada sino también del momento del día en el que dicho nivel se alcanza. Por ejemplo, Corelli-Grapedelli (2003) demostró en manzano que la fotosíntesis de todo el árbol era menor por la tarde que por la mañana, a pesar de que los niveles de radiación interceptada en esos momentos eran iguales. Esto es debido a que, en general, en las horas centrales del día y durante la tarde, la temperatura y el déficit de presión de vapor del aire son mayores que por la mañana, lo que tiene un efecto directo sobre la tasa de evaporación de agua en las hojas.

Para el caso de viñedos en espaldera mayoritariamente plantados en dirección de las filas norte-sur, existe la posibilidad de modificar fácilmente el nivel de radiación interceptada por las plantas a lo largo del día, aumentándolo o disminuyéndolo en función del grado de inclinación de la vegetación con respecto a la dirección de la radiación incidente.

La hipótesis de partida es que en aquellas plantaciones de vid con orientación de las filas norte-sur, la inclinación de la vegetación hacia el oeste puede incrementar la EUA ya que se reduciría la radiación interceptada por la vid en las primeras hora de la tarde, cuando la demanda evaporativa es mayor que a primeras horas de la mañana. Por otra parte, se pretende comprobar en una espaldera vertical tradicional de qué manera la orientación de las filas del viñedo (norte-sur frente a este-oeste) puede influir sobre el consumo de agua de las cepas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Experimento en un viñedo comercial

El experimento se realizó en una parcela comercial plantada en 2002 de *Vitis vinifera* cv. Bobal sobre el patrón 110-R a un marco 2,5 por 1,5 m en Requena (39°N, altitud 700 m). Hasta el comienzo de los ensayos en el año 2012, toda la parcela se regaba de forma deficitaria aplicando en torno a 50 mm·año⁻¹ en todas las cepas. El suelo de la parcela es de textura franco arcillosa a arcillosa ligera con una profundidad útil de en torno a 2 m y una capacidad de retención de agua de unos 180 mm·m⁻¹. El clima es de tipo continental semiárido con una pluviometría anual media de 450 mm, de los cuales el 65% ocurren en el periodo de reposo vegetativo.

La parcela experimental consta de 4 tratamientos (2 tratamientos de riego x 2 tipos de espaldera) en un diseño split-plot de bloques completo al azar, con 4 repeticiones (bloques) y 35 plantas por parcela elemental con 5 filas y 7 cepas por fila. Las filas exteriores se emplearon como guarda. Cada una de las 16 parcelas experimentales se dividieron en dos sectores ensayándose dos tipos de espaldera: 1) Vertical tradicional y 2) Espaldera inclinada 30 ° hacia el oeste modificando la espaldera (Foto 1).

Los dos tratamientos de riego fueron: 1) Secano (sin aporte de riego) y 2) Riego deficitario, regado remplazando únicamente el 35% de la evapo-transpiración del cultivo (ETc) que se estimó como producto de la evapo-transpiración de referencia (ETo) y del coeficiente de cultivo (Kc). El Kc empleado en el tratamiento de máximo riego varió a lo largo de la estación según el esperado desarrollo del cultivo y se incrementó gradualmente desde 0.25 en Junio hasta 0.55 en Agosto. Las cepas se regaron por goteo con 1 emisor de 4 L·h⁻¹ por cepa. Todos los tratamientos se fertilizaron con 30-20-60-16 kg·ha⁻¹ de N, P2O5, K2O, y MgO, respectivamente.



Foto 1. Detalle del sistema de conducción puesto a punto mediante el cual es posible mantener las espalderas inclinadas unos 30° hacia el oeste.

La producción se determinó en cada una de las 3 filas interiores de cada parcela experimental. El peso de la baya se determinó en muestras al azar de 400 bayas por parcela experimental. Los principales componentes de calidad de los mostos se determinaron en las mismas muestras de bayas utilizadas para la determinación del peso medio de baya.

Experimentos con cepas en vaso

En la finca experimental del IVIA, localizada en Moncada (Valencia), se llevaron a cabo dos ensayos con vides en maceta. En un primero, realizado en 2012 en filares orientados norte-sur, se estudió la cantidad de materia seca producida por las cepas conducidas bien mediante espaldera vertical tradicional (N-S_{Vertical}) o inclinada 30° hacia el oeste (N-S_{Oeste}). Dicho ensayo se llevó a cabo en cepas de 1 año de edad (sin racimos) regadas sin limitaciones de agua.

En un segundo ensayo realizado en 2014 con cepas de tres años de edad y en producción, se está determinado el consumo de agua comparando dos orientaciones de la fila (norte-sur frente este-oeste). Además, en la orientación de la fila norte-sur, se comparan dos inclinaciones de la espaldera (vertical e inclinada hacia el oeste). Así pues, en este segundo ensayo en maceta se dispone de tres tratamientos: E-O_{Vertical}, N-S_{Vertical} y N-S_{Oeste}. Las cepas se riegan para garantizar una no limitación de agua en el sustrato.

En ambos ensayos realizados en maceta, se contó con un total de 10 cepas por tratamiento y puntualmente se medía el consumo de agua de las cepas mediante pesada de las macetas.

En los experimentos realizados en campo y en maceta, el análisis estadístico de los datos consistió en un análisis de la varianza y test de Duncan para comparaciones de los distintos tratamientos entre sí.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento en viñedo comercial

Los resultados agronómicos del ensayo realizado en campo comparando espalderas verticales e inclinadas en secano y riego deficitario se muestran en la Tabla 1. En el primer año experimental, la inclinación de la espaldera conllevó un incremento productivo frente a la espaldera vertical tradicional de un 15-19%. El aumento en la producción se debió a un mayor número de bayas por racimo obtenido en los tratamientos con espaldera inclinada. Sin embargo, en el año 2013, las diferencias productivas entre ambos tipos de espaldera no llegaron a ser estadísticamente significativas a $P < 0,05$. Para

cada nivel de riego, no se detectaron diferencias significativas entre los dos tipos de espaldera en ninguno de los distintos componentes de la producción evaluados (Tabla 1). Por lo tanto se considera que son necesarios más años de experimentación para concluir de forma definitiva si a igualdad de régimen de riego la inclinación de la espaldera 30° hacia el oeste con respecto a la vertical permite obtener alguna ventaja agronómica.

La inclinación de la espaldera no afectó a la calidad tecnológica y fenólica de las uvas, dado que en ninguno de los dos años de estudio se detectaron diferencias significativas entre tratamientos en lo que se refiere a sólidos solubles totales, acidez, pH, antocianos y color de la uva (resultados no mostrados).

Tabla 1. Efectos del sistema de conducción sobre la producción y sus componentes.

Tratamiento	Riego (m ³ ·ha ⁻¹)	Producción (kg·ha ⁻¹)	Nº Racimos	Peso racimo (g)	Bayas por racimo	Peso de la baya
Secano 2012						
N-S _{Vertical}	0	4100b	6a	243b	171b	1,46a
N-S _{Oeste}	0	4700a	6a	287a	211a	1,45a
Riego deficitario 2012						
N-S _{Vertical}	930	4700b	6a	285b	165b	1,85a
N-S _{Oeste}	930	5600a	6a	353a	220a	1,73a
Secano 2013						
N-S _{Vertical}	0	4900a	5a	299a	86b	2,54a
N-S _{Oeste}	0	5100a	5a	322a	130a	2,47a
Riego deficitario 2013						
N-S _{Vertical}	640	5100a	5a	323a	112a	2,31a
N-S _{Oeste}	640	6100a	5a	352a	123a	2,54a

En cada nivel de riego y año, letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas a $P < 0,05$ entre sistemas de conducción.

Experimentos con cepas en maceta

Los resultados del ensayo realizado con cepas de un año de edad y dispuestas con una orientación de las filas norte-sur ponen de manifiesto que la inclinación de la espaldera no afectó al consumo de agua de las cepas (Figura 1). Así pues, al principio del ensayo cuando el área foliar por cepa de cada tratamiento era similar, los consumos de agua fueron iguales. Hacia el final del ensayo, el tratamiento con la espaldera inclinada desarrolló una mayor área foliar (sobre todo en los laterales) teniendo un mayor consumo de agua en términos absolutos pero similares consumos de agua en términos relativos al área foliar de cada tratamiento (Figura 1).

En cuanto a la producción de materia seca, los resultados mostrados en la Tabla 2, ponen de manifiesto que las cepas con la espaldera inclinada fueron capaces de producir un 9.4% más de materia seca que las cepas con espaldera vertical tradicional. Aunque no existen diferencias estadísticamente significativas para cada uno de los órganos principales cosechados, a nivel global, las diferencias observadas llegan a ser estadísticamente significativas a $P < 0,05$. Esto es seguramente debido a la mayor cantidad de radiación interceptada por las cepas a primera hora de la mañana cuando la capacidad fotosintética de las vides es mayor que por la tarde. Además, al inclinar la espaldera hacia el oeste, se optimiza el estado hídrico de las cepas por la tarde (resultados no mostrados).

De todos modos, se está corroborando este resultado en experimentos actualmente en marcha para verificar que lo observado en cepas jóvenes y sin racimos puede obtenerse también en cepas más adultas con una carga productiva.

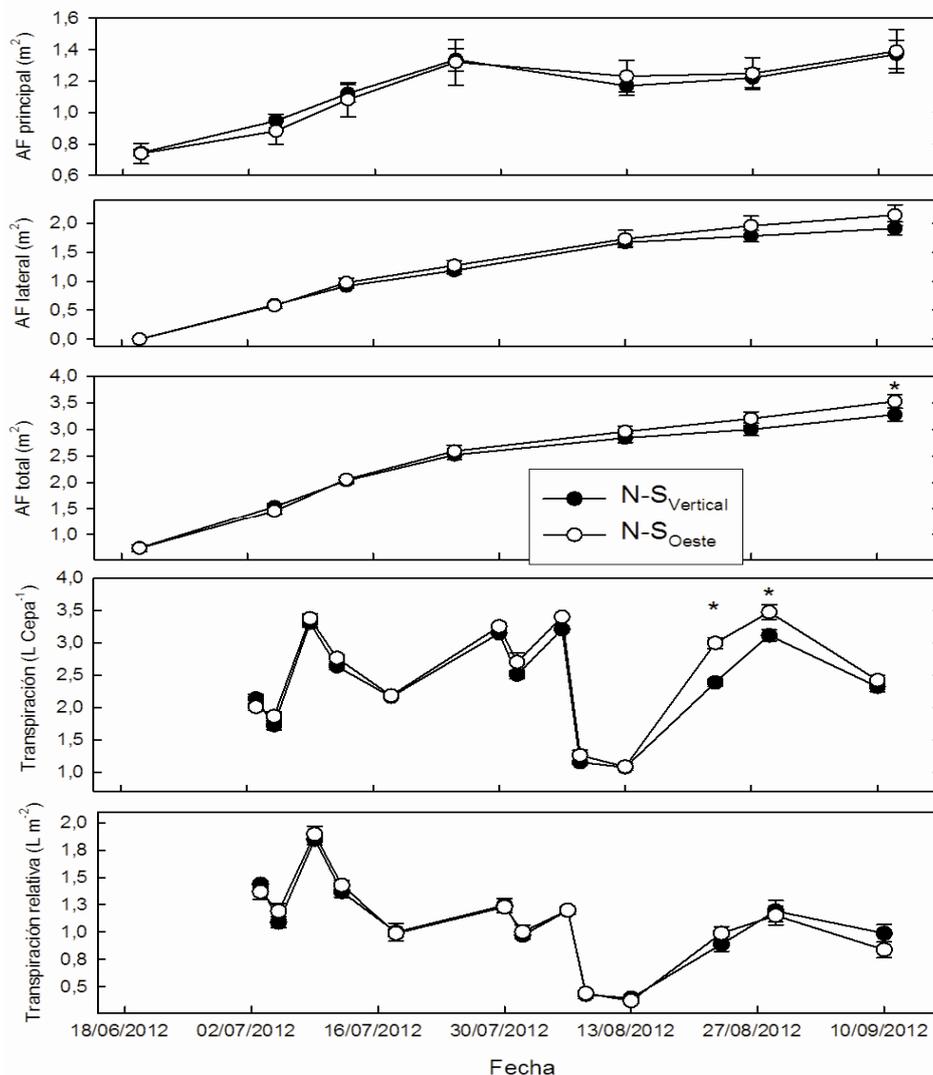


Figura 1. Área foliar total y de sarmientos principales y laterales y consumo de agua de los dos tratamientos evaluados. Cada determinación es la media de 10 cepas por tratamiento. Las barras de error denotan el error estándar de las determinaciones y el asterisco indica diferencias significativas a $P < 0,05$.

Tabla 2. Cantidad de materia seca total producida y repartida en cada uno de los órganos en función del sistema de conducción.

Espaldera	Hojas (g)	Sarmientos (g)	Tronco (g)	Raíces (g)	Total (g)
Control	250a	248a	55a	288a	841b
Inclinada	271a	259a	62a	329a	920a

En cada columna, letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas entre los sistemas de conducción.

Durante esta campaña 2014 se está realizando un nuevo ensayo en maceta con cepas ya en producción en el que de momento se dispone únicamente de los datos de consumo de agua para espalderas inclinadas o verticales en las dos orientaciones de las filas norte-sur y este-oeste (Tabla 3). Los resultados ponen de manifiesto que con la orientación de las filas este-oeste puede reducirse el consumo de agua entorno a un 15% (promedio de todas las determinaciones realizadas). Sin embargo, de forma similar a lo observado en el ensayo realizado con cepas de 1 año de edad, la inclinación de la espaldera hacia el oeste en un viñedo con orientación de las filas norte-sur, no permite reducir el consumo de agua de las cepas (Tabla 3).

Tabla 3. Consumo de agua registrado en 4 días de medida en los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Consumo de agua diario (L)	Consumo de agua matutino (L)	Consumo de agua vespertino (L)
04 de Junio de 2014			
E-O _{Vertical}	4,53b	2,16b	2,37b
N-S _{Vertical}	5,48ab	2,57ab	2,91ab
N-S _{Oeste}	6,13a	2,98a	3,14a
12 de Junio de 2014			
E-O _{Vertical}	9,13a	4,47a	4,66ab
N-S _{Vertical}	10,44a	4,90a	4,86a
N-S _{Oeste}	9,56a	5,58a	3,98b
26 de Junio de 2014			
E-O _{Vertical}	8,51b	4,20a	4,31b
N-S _{Vertical}	9,71a	4,19a	5,52a
N-S _{Oeste}	10,01a	4,86a	5,15ab
24 de Julio de 2014			
E-O _{Vertical}	9,07b	4,48b	4,60b
N-S _{Vertical}	9,56ab	5,21ab	5,25a
N-S _{Oeste}	11,15a	6,05a	4,78ab

Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos a $P < 0,05$.

CONCLUSIONES

La inclinación de la espaldera hacia el oeste en un viñedo norte-sur no permite reducir el consumo de agua, aunque puede incrementar la productividad del viñedo. Para reducir el consumo de agua, puede resultar más útil plantar el viñedo con una orientación de las filas este-oeste frente a la más tradicional orientación norte-sur.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por el proyecto AGL2011-30408-C04-04 y un convenio de colaboración con CajaMar Caja Rural Fundación “Lucio Gil de Fagoaga”.

Referencias

Corelli-Grappadelli, L. (2003). Light relations. In: Ferree, D.C., Warrington, I.A. (Eds.), Apples: botany, production and uses. CAB International, Oxon, UK, pp. 195-216.