

**Workshop**

# **Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**

**Livro de Actas**

**Escola Superior Agrária de Bragança  
24 de Março 2011**



INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA  
Escola Superior Agrária



*Uma escola de biociências*

## **Ficha Técnica**

**Título:** Actas do Workshop em Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável

**Editores:** José Alberto Pereira & Albino Bento

Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança

Campus Sta Apolónia, Apt. 1172, 5301-855 Bragança

Portugal

**Tiragem:** 150 Exemplares

**Ano:** 2011

**Depósito Legal:** 325110/11

**ISBN:** 978-972-745-116-6

## **Estratégias de rega deficitária na vinha em regiões de clima Mediterrânico**

**A. Castro Ribeiro<sup>1</sup>; J. Verdial Andrade<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Centro de Investigação de Montanha, Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança, Campus Sta Apolónia, Apt. 1172, 5301-855 Bragança. antrib@ipb.pt*

<sup>2</sup>*Centro de Investigação de Montanha, Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança, Campus Sta Apolónia, Apt. 1172, 5301-855 Bragança. verdial@ipb.pt*

### **Resumo**

Nas regiões de clima mediterrânico, em que a cultura da vinha tem uma grande expressão em termos de área cultivada e importância económica, as secas sazonais que ocorrem durante parte do ciclo vegetativo da videira são frequentes e exercem um enorme constrangimento quer na produção quer na qualidade. Com o objectivo de contrariar as quebras de produção e da qualidade da uva, resultantes do decréscimo do teor de água disponível no solo, do aumento das temperaturas e do défice de pressão de vapor de água da atmosfera, que se acentuam ao longo do período estival, têm-se vindo a introduzir, na generalidade das regiões vitícolas mediterrânicas, a prática da rega na vinha.

A videira responde muito marcadamente aos diferentes regimes hídricos em todas as etapas do seu ciclo vegetativo. Uma rega excessiva pode conduzir a um aumento do vigor e da densidade foliar com consequências ao nível das características da uva diminuindo o seu teor em açúcares, intensidade da cor e compostos fenólicos e aumentando a acidez. No entanto, a aplicação de regas moderadas pode conduzir a um aumento da produção mantendo a qualidade ou mesmo incrementando-a. Este compromisso entre a necessidade de assegurar o rendimento dos viticultores e manter ou melhorar a qualidade da produção, num contexto de escassez de água e da necessidade de a gerir de uma forma mais eficiente, tem levado à implementação de diferentes estratégias de rega deficitária na cultura da vinha.

Neste trabalho descrevem-se as diferentes estratégias de rega deficitária que têm vindo a ser implementadas na cultura da vinha e apresentam-se os resultados de um caso de estudo sobre influência da aplicação de rega deficitária no comportamento fisiológico e agrónomico da variedade Tinta Roriz, levado a cabo na Região Demarcada do Douro durante os anos de 2006 a 2008.

Palavras-chave: *Vitis vinifera* L., rega deficitária, eficiência do uso da água.

## Introdução

Em zonas de clima mediterrânico onde as videiras são plantadas sem rega, verificam-se com frequência no Verão situações de elevado stresse hídrico para a planta. Estas surgem como consequência das baixas reservas hídricas do solo, devido às baixas precipitações estivais, e elevados gradientes de pressão de vapor de água entre as folhas e o ar. A aplicação de diferentes regimes de rega pode alterar substancialmente a fisiologia da videira afectando, desta forma, a produção e a composição da uva.

Nos últimos anos têm sido desenvolvidas algumas técnicas de rega deficitária na vinha que visam o compromisso entre o equilíbrio do crescimento vegetativo e reprodutivo e o aumento da eficiência do uso da água. Duas técnicas têm sido particularmente estudadas: a rega deficitária controlada (RDI- *Regulated Deficit Irrigation*) e a rega parcial da zona radicular (PRI – *Partial Rootzone Irrigation*) (McCarthy *et al.*, 2002).

A rega deficitária controlada, que consiste em aplicar quantidades de água inferiores ao consumo (evapotranspiração) por parte da vinha, ao longo de todo o ciclo vegetativo da videira ou apenas em determinados períodos, tem sido sugerida como uma estratégia para alcançar um equilíbrio entre a produção e a qualidade (Dry *et al.*, 2001). A rega deficitária, ao controlar vigor da videira, modifica o microclima ao nível dos cachos influenciando alguns parâmetros qualitativos dos bagos. Em estudos comparativos entre modalidades de rega deficitária e modalidades regadas de forma a favorecer uma elevada condição hídrica, nas videiras submetidas a rega deficitária verificou-se um aumento do teor de açúcares totais (Lopes *et al.*, 2001; Schultz, 1996), da concentração de antocianinas (Hamman & Dami, 2000; Dry *et al.*, 2001), dos compostos fenólicos (Matthews & Anderson, 1988; Dry *et al.*, 2001; Peterlunger *et al.*, 2005) e na razão película/polpa dos bagos (Roby & Matthews, 2004).

A rega parcial do sistema radicular (PRI) é uma técnica que consiste no humedecimento do solo, onde se localiza aproximadamente metade do sistema radicular da videira, mantendo em sequeiro a outra metade não regada. As zonas regadas e não regadas alternam num período variável e que em geral é de 10 a 15 dias (Chaves *et al.*, 2007). Teoricamente, as raízes da parte regada mantêm a videira num estado hídrico favorável enquanto as raízes da parte não regada e em stresse hídrico enviam sinais químicos para as folhas através do xilema reduzindo a condutância estomática e/ou o crescimento e aumentando a eficiência do uso da água (Souza *et al.*, 2003; Antolin *et al.*, 2006; Chaves *et al.*, 2007). Os resultados desta técnica têm sido contraditórios e, nas regiões de clima mediterrânico, os estudos realizados mostram que o tipo de solo é determinante na sua eficácia. Em solos arenosos e pouco profundos, onde é mais fácil implementar os ciclos de alternância entre solo seco e húmido, a técnica resulta mais eficazmente (Souza *et al.*, 2003). Por outro lado, em estudos efectuados em vinhas implantadas em solos mais profundos e de textura pesada, a técnica de PRI não revelou diferenças significativas nos parâmetros fisiológicos, do crescimento, produção e qualidade do vinho, quando comparada com a rega deficitária em que se aplicou a mesma quantidade de água (Marsal *et al.*, 2008; Intrigliolo & Castel, 2009).

Apresenta-se um caso de estudo cujo principal objectivo foi o de avaliar o comportamento fisiológico e agronómico da variedade Tinta Roriz de *Vitis vinífera* L., em condições de clima Mediterrânico, quando sujeita a dotações de rega deficitárias, aplicadas pelo método de rega gota-a-gota.

### **Caso de estudo sobre a influência da aplicação de rega deficitária no comportamento fisiológico e agronómico da variedade Tinta Roriz (*Vitis vinífera* L.) na Região do Douro**

Os ensaios experimentais de campo foram realizados na Quinta de Vila Maior (Latitude 41°11'40" W, longitude 7°6'32" N, altitude de 116m), situada no concelho de Torre de Moncorvo, na sub-região Douro Superior da Região Demarcada do Douro. Os trabalhos experimentais foram realizados nos anos de 2006 a 2008. A parcela onde foram realizados os ensaios localiza-se numa zona de declive moderado, estando os bardos conduzidos segundo as linhas de maior declive, com orientação NW-SW.

Os estudos foram realizados com a variedade Tinta Roriz (*Vitis vinífera* L.) enxertada no porta-enxerto 1103 P. A plantação foi efectuada no ano 2000, com um compasso de 2,2 x 1,1 m (4132 videiras ha<sup>-1</sup>). A condução é feita em cordão Royat unilateral com 4 talões e dois gomos por talão correspondendo a uma carga de 8 gomos por videira (33 056 gomos ha<sup>-1</sup>).

O solo é um fluvissole êutrico de aluvião. É um solo derivado de depósitos aluvionares recentes, localizados em superfícies de deposição de sedimentos. Apresenta uma textura franco-argilosa e sem elementos grosseiros, de reacção ácida e baixo teor de matéria orgânica.

O dispositivo experimental consistiu no estabelecimento de três modalidades de rega em blocos casualizados com quatro repetições com 6 videiras cada. Na parcela experimental foi instalado um sistema de rega gota-a-gota com uma rampa por bardo e com os gotejadores espaçados de 1 metro e com um caudal médio de 2,35 L h<sup>-1</sup>.

No local foi instalada uma estação meteorológica automática (Delta-T Devices, Cambridge, England) para medição das principais variáveis meteorológicas (temperatura do ar, humidade relativa, velocidade e direcção do vento, radiação solar global e precipitação) com o objectivo de determinar a evapotranspiração de referência e posterior cálculo das dotações de rega.

Foram estabelecidas as seguintes modalidades de rega: 0R - sem rega; 2R – dotação de rega correspondente a 20% da evapotranspiração de referência e 4R - dotação de rega correspondente a 40% da evapotranspiração de referência . As regas foram realizadas duas vezes por semana e as dotações de rega calculadas com base na evapotranspiração de referência diária, determinada pela Equação FAO-Penman-Monteith (Allen *et al.*, 1998), acumulada desde a rega anterior. O início da rega, em cada ano, foi determinado pelo valor do potencial hídrico de base. A rega iniciou-se após a paragem do crescimento, quando o valor do

potencial hídrico foliar de base atingiu os -0,3 -0,4 MPa, e foi continuamente realizada até à vindima. As dotações de rega foram calculadas de acordo com as expressões:

$$2R = 0,2 \times ET_0 - P_u$$

$$4R = 0,4 \times ET_0 - P_u$$

em que  $ET_0$  representa a evapotranspiração de referência e  $P_u$  a precipitação útil.

O potencial hídrico foliar ( $\Psi_f$ ) foi determinado nos três anos de ensaio, ao longo do período estival, nas três modalidades em estudo. As medições do potencial hídrico foliar foram realizadas com uma câmara de pressão (Modelo 1000, PMS Instrument Company, Albany, USA). As medições foram efectuadas imediatamente antes do nascer do sol (potencial de base) e ao meio dia solar (potencial do meio-dia). As folhas (sãs, adultas e bem expostas) foram colhidas em cada um dos blocos de cada modalidade e rapidamente colocadas na câmara para medição minimizando desta forma qualquer possibilidade de desidratação.

As medições das trocas gasosas para o  $CO_2$  e vapor de água foram efectuadas com um analisador de gás por radiação infravermelha (IRGA) funcionando em modo diferencial e em circuito aberto (modelo LCA-4, da Analytical Development Co.Ltd.). As medições das trocas gasosas foram efectuadas em dois períodos diários (10 horas e 14 horas) em 8 folhas expostas (duas por bloco) e em condições de luz saturantes para a fotossíntese (PPFD superior a  $500 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ). Cada leitura era registada logo que a pressão parcial do  $CO_2$  no interior da câmara estabilizasse, o que normalmente acontecia ao fim de 1 minuto, de forma a minimizar o chamado "efeito estufa" dentro da câmara foliar (Moutinho - Pereira, 2000). A partir destas medições, designadamente o  $CO_2$  do ar atmosférico,  $CO_2$  do ar afectado pela folha, humidade relativa do ar à entrada e saída da câmara, temperatura do ar dentro da câmara, intensidade da radiação fotossinteticamente activa (PPFD) e caudais molares, de acordo com as fórmulas de Von Caemmerer e Farquhar (1981), foram calculados os seguintes parâmetros: taxa fotossintética líquida (A), taxa de transpiração (E) e eficiência do uso de água (A/E).

Na vindima foi efectuada a colheita dos bagos (cem por repetição), nos diferentes tratamentos. Os bagos foram colhidos para sacos de plástico que eram colocados numa caixa frigorífica e transportados para o laboratório onde se realizaram as seguintes determinações por espectrometria de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR) utilizando o equipamento equipamento WineScan FT 120 FOSS: acidez total ( $\text{g L}^{-1}$  de ácido tartárico), pH, sólidos solúveis totais ( $^{\circ}\text{Brix}$ ), intensidade corante e polifenóis totais.

A produção foi avaliada através da contagem e pesagem, em cada modalidade, dos cachos de cada videira. Após a queda total das folhas (Novembro) foi pesada a lenha da poda de cada videira utilizando para o efeito uma balança digital portátil.

A análise estatística dos dados foi efectuada no programa JMP®6 2005 (SAS Institute Inc. Cary, NC, EUA). Efectuaram-se análises de variância para cada uma das variáveis dependentes estudadas, tendo com origem de variação os três regimes de disponibilidade hídrica. Sempre que o resultado da análise de variância foi significativo ( $P < 0,05$ ), procedeu-se

à comparação múltipla de médias usando para o efeito o teste de Tukey HSD e o nível de significância de 5%.

### Condições climáticas durante o período dos ensaios experimentais

As condições climáticas durante os três anos de estudo caracterizaram-se pela elevada seca estival acompanhada de temperaturas elevadas associadas por sua vez a elevados défices de pressão de vapor de água. Apesar da relativa homogeneidade das condições durante o período estival, nos três anos de estudo, as diferenças relativamente ao período primaveril foram muito distintas (Fig. 1). Em 2006 os meses de Abril a Junho foram extremamente secos acentuando-se a diminuição das reservas de água no solo ao longo do ciclo vegetativo até à vindima. O ano de 2007 apresentou um período primaveril com uma elevada precipitação. Nos meses de Abril a Junho a precipitação acumulada foi de 225 mm. Em 2006 e 2008 no mesmo período a precipitação acumulada foi de apenas 58 e 125 mm, respectivamente. Em relação à precipitação anual, os anos de 2006 e 2008 foram os mais secos com 403 e 418 mm, respectivamente. Em 2007 a precipitação anual de 519 mm aproximou-se do valor médio anual para o local que é de 566 mm.

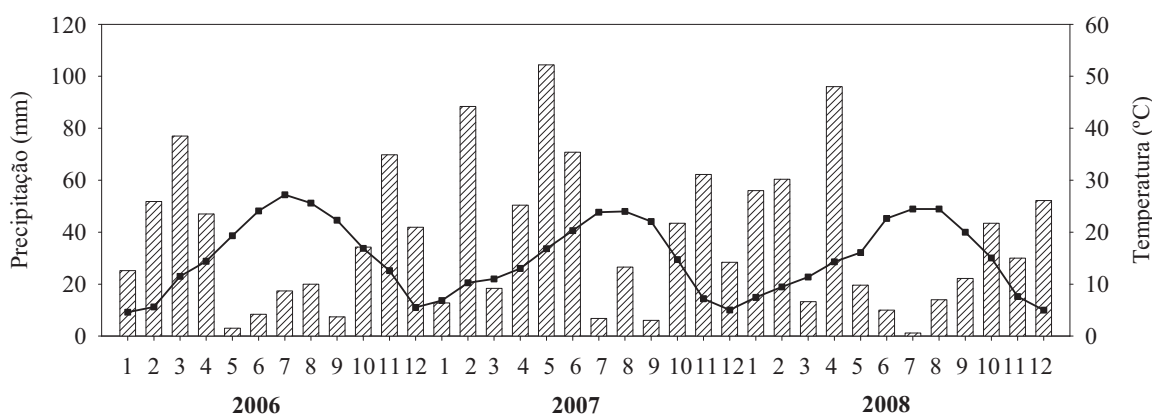


Figura. 1 Temperatura média mensal e precipitação mensal acumulada durante os anos em que decorreram os ensaios experimentais.

No Quadro 1 estão indicadas as datas de início das regas, em cada ano, e a data da última rega que coincidiu com a semana em que se iniciou a vindima. A quantidade de água aplicada por videira em cada modalidade variou entre 44,6 L videira<sup>-1</sup> em 2007 e 37,5 L videira<sup>-1</sup> em 2006, para a modalidade 2R. Estes valores duplicaram para a modalidade 4R. Nos três anos de estudo a rega iniciou-se sempre após o pintor coincidindo assim o período de rega com o período de maturação.

Quadro 1. Datas da primeira e última rega e quantidade total de água de rega aplicada em cada modalidade

Ano	Datas		Água aplicada (L videira <sup>-1</sup> )		
	Primeira rega	Última rega	0R	2R	4R
2006	07/Jul	05/Set	0	37,5	75,0
2007	19/Jul	04/Set	0	24,6	49,2
2008	14/Jul	08/Set	0	31,7	63,4

### Potencial hídrico foliar

O potencial hídrico foliar de base ( $\Psi_{fd}$ ) e do meio-dia solar ( $\Psi_{fmd}$ ) (medidos antes de nascer o sol e ao meio-dia solar, respectivamente) foi determinado ao longo de todo o período estival e em todas as modalidades como sinais, por um lado, da variação das disponibilidades hídricas do solo na rizosfera e da capacidade das videiras para restabelecerem o seu estado hídrico durante a noite e, por outro lado, da capacidade das videiras para impedirem o decréscimo acentuado do estado energético da água das folhas durante os períodos de maior défice de pressão de vapor de água no ar, respectivamente (Moutinho-Pereira, 2000).

As Figuras 2 e 3 representam, para os três anos de estudo, a evolução dos  $\Psi_{fd}$  e  $\Psi_{fmd}$  durante o período estival até à vindima. As videiras regadas mantiveram um  $\Psi_{fd}$  sistematicamente mais elevado do que as videiras não regadas. Entre as modalidades regadas, a modalidade 4R apresentou valores de  $\Psi_{fd}$  superiores aos da modalidade 2R ao longo de todo o ciclo vegetativo. O  $\Psi_{fd}$  das videiras não regadas atingiu valores inferiores a -1,0 MPa que se mantiveram durante a parte final do ciclo vegetativo. Nos anos de 2007 e 2008 o  $\Psi_{fd}$  das videiras regadas com a dotação 4R, ao longo da maturação, variou entre -0,4 e -0,5 MPa apresentado os valores mais baixos no final do ciclo vegetativo. Em 2006, devido às condições de fraca precipitação durante os meses de primavera-verão, os valores do  $\Psi_{fd}$  foram ligeiramente inferiores a partir de meados de Agosto mantendo-se entre os -0,6 e -0,8 MPa. Com excepção das videiras regadas com 4R que apresentaram um défice hídrico moderado (~ -0,4 MPa), as restantes apresentaram, no curso da maturação, um défice hídrico acentuado, em particular as videiras não regadas. Os valores mais baixos (~ -1,1 MPa) são indicativos de um stress hídrico relativamente severo de acordo com Deloire *et al.*, (2004).

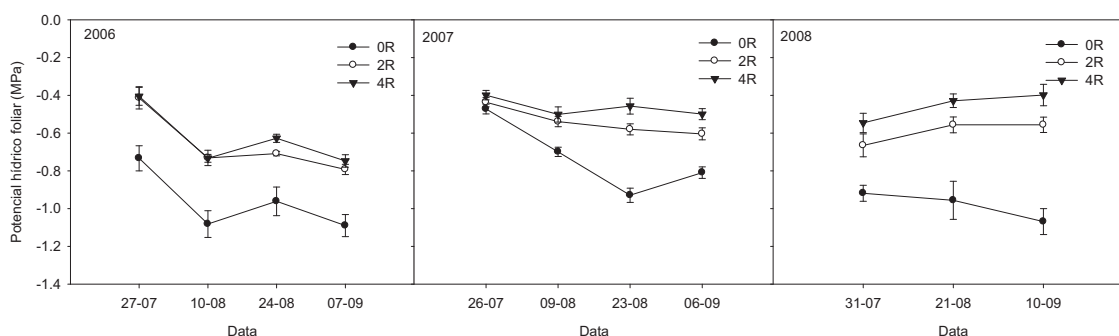


Fig. 2. Evolução do potencial hídrico de base nos três tratamentos de rega em 2006, 2007 e 2008. Cada ponto representa a média de 8 valores com erro padrão. As barras não visíveis indicam valores de erro padrão inferiores à dimensão do símbolo.

O potencial hídrico do meio-dia (mínimo) mostra uma tendência decrescente ao longo do período estival em todas as modalidades. Os valores reflectem as condições de secura extrema que se verificam durante o período estival na Região do Douro. As videiras regadas apresentaram valores de potencial hídrico consistentemente mais elevados do que as videiras não regadas durante todo o período estival. Contudo, constata-se que mesmo os valores de potencial hídrico das videiras com rega deficitária atingiram valores muito baixos e indicativos de um stresse hídrico acentuado.

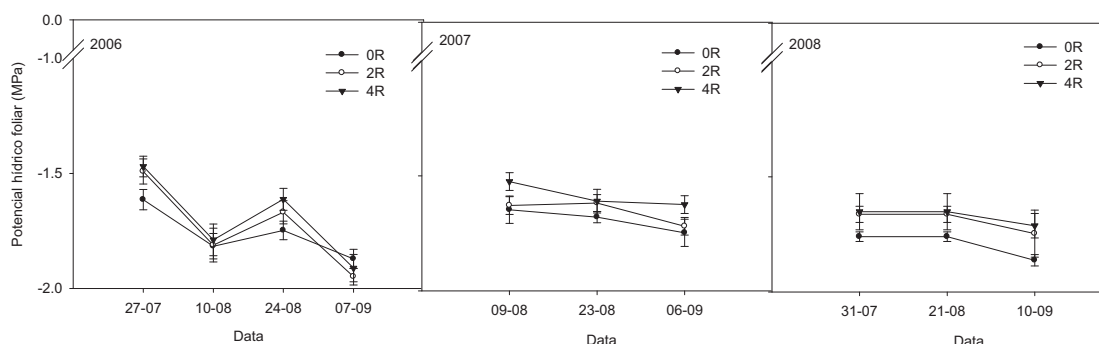


Fig. 3. Evolução do potencial hídrico do meio-dia nos três tratamentos de rega em 2006, 2007 e 2008. Cada ponto representa a média de 8 valores com erro padrão. As barras não visíveis indicam valores de erro padrão inferiores à dimensão do símbolo.

### Desempenho fotossintético e eficiência do uso da água

A maior disponibilidade hídrica das videiras regadas traduziu-se numa maior taxa de transpiração (E) durante o período de maturação (Quadro 2). As diferenças significativas na taxa de transpiração observadas entre as três modalidades reflectem a resposta das plantas, através do aumento da condutância estomática, em condições de maior disponibilidade hídrica.

A taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A) foi igualmente superior nas modalidades regadas, em particular nas videiras regadas com 4R (Quadro 3). Contudo, a eficiência do uso da água, traduzida pela razão entre a taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A) e a taxa de transpiração (E) não revelou diferenças significativas entre os tratamentos (Quadro 4) apesar de se ter verificado maiores valores na modalidade 4R. Resultados idênticos já tinham sido observados por Malheiro (2005) em estudos efectuados na Região do Douro na casta Tinta Roriz regada com dotações de rega correspondentes a 0,6 x ET<sub>0</sub>.

Quadro 2. Efeito da rega na taxa de transpiração (E) medida no período da maturação em dias típicos de verão. As letras em cada coluna correspondente a uma data, quando diferentes, separam as médias (n=8) pelo teste de Tukey HSD (ns - não significativa; \* - 0,01 < P < 0,05; \*\* - 0,001 < P < 0,01; \*\*\* - P < 0,001).

Ano	Rega	E (mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )			
		27 Jul	10 Ago	24 Ago	7 Set
2006	0R	2,79 <sup>a</sup>	2,39 <sup>a</sup>	2,32 <sup>a</sup>	2,26 <sup>a</sup>
	2R	3,90 <sup>b</sup>	3,84 <sup>b</sup>	2,94 <sup>b</sup>	3,28 <sup>b</sup>
	4R	4,23 <sup>b</sup>	3,80 <sup>b</sup>	2,51 <sup>b</sup>	3,50 <sup>b</sup>
	Sig.	*	***	*	***
2007	0R		9 Ago	23 Ago	6 Set
	2R		1,83 <sup>a</sup>	1,21 <sup>a</sup>	1,23 <sup>a</sup>
	4R		2,80 <sup>b</sup>	2,28 <sup>b</sup>	2,46 <sup>b</sup>
	Sig.		4,62 <sup>c</sup>	4,30 <sup>c</sup>	4,32 <sup>c</sup>
		***	***	***	
2008	0R			21 Ago	10 Set
	2R			1,47 <sup>a</sup>	1,40 <sup>a</sup>
	4R			4,46 <sup>b</sup>	4,16 <sup>b</sup>
	Sig.			7,62 <sup>c</sup>	5,57 <sup>b</sup>
				***	***

Quadro 3. Efeito da rega na taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A) medida no período da maturação em dias típicos de verão. As letras em cada coluna correspondente a uma data, quando diferentes, separam as médias (n=8) pelo teste de Tukey HSD (ns - não significativa; \* - 0,01 < P < 0,05; \*\* - 0,001 < P < 0,01; \*\*\* - P < 0,001).

Ano	Rega	A (μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )			
		27 Jul	10 Ago	24 Ago	7 Set
2006	0R	8,99	7,33	4,61	1,15 <sup>a</sup>
	2R	11,92	9,13	4,93	4,91 <sup>b</sup>
	4R	13,74	9,23	4,16	4,81 <sup>b</sup>
	Sig.	ns	ns	ns	*
2007	0R		9 Ago	23 Ago	6 Set
	2R		4,15 <sup>a</sup>	2,66 <sup>a</sup>	2,34 <sup>a</sup>
	4R		6,31 <sup>b</sup>	5,51 <sup>b</sup>	4,80 <sup>b</sup>
	Sig.		11,32 <sup>c</sup>	9,68 <sup>c</sup>	8,19 <sup>c</sup>
			***	***	***
2008	0R			21 Ago	10 Set
	2R			0,52 <sup>a</sup>	0,95 <sup>a</sup>
	4R			1,48 <sup>b</sup>	1,80 <sup>b</sup>
	Sig.			2,38 <sup>b</sup>	2,35 <sup>b</sup>
				**	***

As relações entre o estado hídrico das videiras (antes do nascer do sol e ao meio dia solar), a taxa de transpiração (E) e a assimilação líquida de CO<sub>2</sub> estão representadas nas Figuras 4 a 7. O potencial hídrico de base correlaciona-se de uma forma mais estreita com os parâmetros fisiológicos. A menor correlação observada entre o potencial hídrico foliar do meio-dia solar e os parâmetros fisiológicos são uma indicação da influência menor influência do potencial hídrico foliar do meio-dia na redução na fotossíntese e transpiração e a possível

influência de outros factores, como a temperatura do ar e défice de pressão de vapor, através de respostas estomáticas e não estomáticas, na redução na fotossíntese (Baeza *et al.*, 2007).

Quadro 4. Efeito da rega na eficiência do uso da água (WUE) medida no período da maturação em dias típicos de verão. As letras em cada coluna correspondente a uma data, quando diferentes, separam as médias (n=8) pelo teste de Tukey HSD (ns - não significativa; \* -  $0,01 < P < 0,05$ ; \*\* -  $0,001 < P < 0,01$ ; \*\*\* -  $P < 0,001$ ).

Ano	Rega	WUE ( $\mu\text{mol CO}_2/\text{mmol H}_2\text{O}^{-1}$ )			
		27 Jul	10 Ago	24 Ago	7 Set
2006	0R	3,22	3,05	1,71	0,37 <sup>a</sup>
	2R	3,04	2,24	1,66	1,33 <sup>b</sup>
	4R	3,27	2,20	1,56	1,27 <sup>a</sup>
	Sig.	ns	ns	ns	*
2007			9 Ago	23 Ago	6 Set
	0R		1,82	1,98	1,98
	2R		2,23	2,36	1,87
	4R		2,61	2,59	2,00
	Sig.		ns	ns	ns
2008				21 Ago	10 Set
	0R			2,67	1,45 <sup>a</sup>
	2R			3,00	2,46 <sup>b</sup>
	4R			3,57	2,16 <sup>a</sup>
	Sig.			ns	*

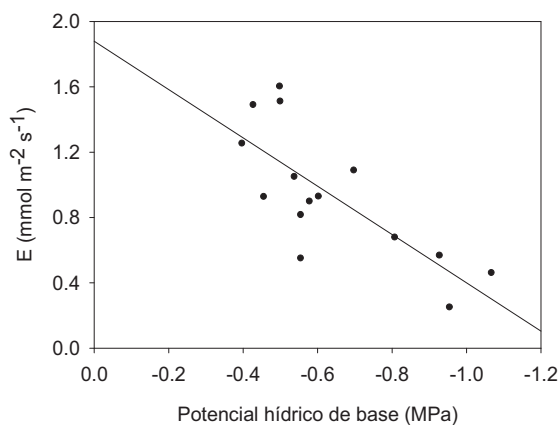


Fig.4. Relação entre a taxa de transpiração (E) e o potencial hídrico foliar de base.  
 $y = 1,44 + 1,88x$ ;  $r^2 = 0,58$  ( $P=0,001$ )

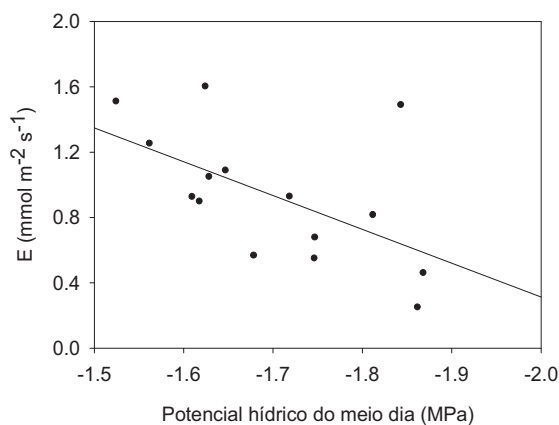


Fig.5. Relação entre a taxa de transpiração (E) e o potencial hídrico foliar do meio-dia.  
 $y = 2,07 + 4,45x$ ;  $r^2 = 0,32$  ( $P=0,027$ )

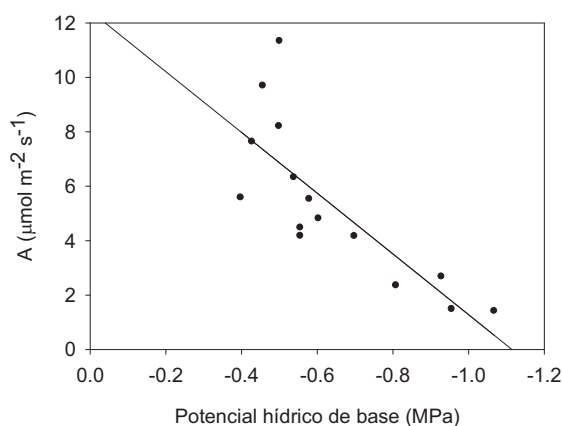


Fig.6. Relação entre a absorção líquida de CO<sub>2</sub> (A) e o potencial hídrico foliar de base.  
 $y = 11,16 + 12,44x$ ;  $r^2 = 0,63$  ( $P=0,0004$ )

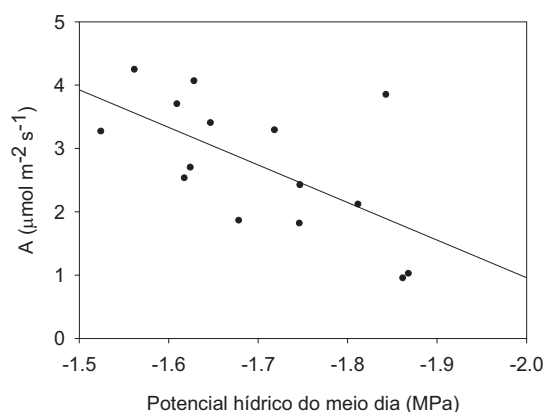


Fig.7. Relação entre a absorção líquida de CO<sub>2</sub> (A) e o potencial hídrico foliar do meio dia.  
 $y = 5,93 + 12,82x$ ;  $r^2 = 0,38$  ( $P=0,013$ )

### Produção e composição do mosto

No presente estudo, o efeito significativo da rega na produção e no crescimento só se verificou no ano de 2008 (Quadro 5). A maior disponibilidade de água traduziu-se num acréscimo da produção, pelo aumento do volume dos bagos, e do crescimento vegetativo, expresso pelo aumento do peso da lenha de poda. Ainda no ano de 2008, a razão produção/peso da lenha de poda foi significativamente superior na modalidade 4R indicando que a maior disponibilidade de água traduziu-se num maior acréscimo da produção em detrimento do crescimento vegetativo.

Quadro 5 Efeito da rega na produção/videira, nº de cachos videira, peso/cacho, lenha de poda e índice de Ravaz (produção/lenha de poda) em *Vitis vinífera* L., cv Tinta Roriz, nos anos de 2006 a 2008 (valores médios de 24 repetições). As letras em cada coluna correspondente a uma data, quando diferentes, separam as médias pelo teste de Tukey HSD (ns - não significativa; \* -  $0,01 < P < 0,05$ ; \*\* -  $0,001 < P < 0,01$ ; \*\*\* -  $P < 0,001$ ).

Ano	Modalidade	Produção (kg/cepa)	Cachos		Lenha de poda (kg/cepa)	I. Ravaz
			nº/cepa	Peso (g)		
2006	0R	2,7	14,5	183,3	0,58	5,3
	2R	2,7	15,8	169,7	0,55	5,2
	4R	3,0	15,0	193,8	0,53	6,2
	Sig.	ns	ns	ns	ns	ns
2007	0R	2,1	12,0	166,2	0,71	4,7
	2R	2,1	11,7	179,6	0,72	3,6
	4R	2,1	12,4	175,4	0,81	3,6
	Sig.	ns	ns	ns	ns	ns
2008	0R	1,9 <sup>a</sup>	13,3	139,1 <sup>a</sup>	0,50 <sup>a</sup>	3,9 <sup>a</sup>
	2R	2,7 <sup>a</sup>	12,4	207,0 <sup>b</sup>	0,64 <sup>a</sup>	4,5 <sup>a</sup>
	4R	4,3 <sup>b</sup>	15,2	271,0 <sup>c</sup>	0,66 <sup>b</sup>	6,8 <sup>b</sup>
	Sig.	***	ns	***	*	*

O efeito da rega na qualidade dos mostos à vindima tem gerado muita controvérsia dada a grande variabilidade dos resultados obtidos nos estudos efectuados nas últimas décadas. Assim, os efeitos da rega têm-se mostrado positivos (Ferreyra *et al.*, 2003; Escalona *et al.*, 2003) ou negativos (Bravdo *et al.*, 1985; Hepner *et al.*, 1985; Matthews *et al.*, 1990; Williams, 1996) dependendo das dotações de rega aplicadas, do período de realização da rega, das castas, das condições ambientais e de outras práticas culturais. Enquanto nalguns ensaios de rega se obtiveram aumentos na concentração dos açúcares e antocianas (Garcia-Escudero *et al.*, 1994; Bartolomé *et al.*, 1995; Esteban *et al.*, 1999), noutros verificaram-se decréscimos nestes mesmos parâmetros qualitativos do bago (Van Leeuwen & Seguin, 1994; Pire & Ojeda, 1999). Para esta discrepância pode ter contribuído o efeito da rega no tamanho do bago. Um stresse hídrico acentuado após o vingamento afecta negativamente a divisão celular do bago reduzindo o seu tamanho final o que aumenta a concentração de antocianas como consequência do aumento da razão película/polpa (Coombe & MacCarthy, 2000; McCarthy *et al.*, 2002).

Neste estudo a composição do mosto não foi significativamente afectada pela maior disponibilidade de água (Quadro 6). Apesar de uma tendência para um aumento do teor de sólidos solúveis e da acidez total nas modalidades regadas esse aumento não é estatisticamente significativo. Em relação ao pH, a tendência para a diminuição do seu valor nas modalidades regadas também não se revelou estatisticamente significativa.

Quadro 6 Efeito da rega na acumulação de açúcares (°Brix), acidez total (g ac. tartárico), pH, intensidade corante e polifenóis totais em *Vitis vinifera* L., cv Tinta Roriz, nos anos de 2006 a 2008. As letras em cada coluna correspondente a uma data, quando diferentes, separam as médias pelo teste de Tukey HSD (ns - não significativa; \* -  $0,01 < P < 0,05$ ; \*\* -  $0,001 < P < 0,01$ ; \*\*\* -  $P < 0,001$ ).

Ano	Modalidade	°Brix	Acidez total (g ac. tartárico)	pH	Intensidade corante	Polifenóis totais
2006	0R	21,08	2,43	3,76	1,97 <sup>a</sup>	62,87
	2R	20,87	2,19	3,67	3,43 <sup>a</sup>	56,27
	4R	21,91	2,22	3,75	4,53 <sup>b</sup>	61,22
	Sig.	ns	ns	ns	*	ns
2007	0R	20,57	3,21	3,98	5,33	76,53
	2R	21,10	3,68	3,84	3,43	63,07
	4R	21,53	4,05	3,79	3,33	65,23
	Sig.	ns	ns	ns	ns	ns
2008	0R	21,55	3,18	3,72	4,57	55,97 <sup>a</sup>
	2R	21,87	2,86	3,60	4,17	44,17 <sup>b</sup>
	4R	21,75	3,40	3,69	4,07	43,50 <sup>b</sup>
	Sig.	ns	ns	ns	ns	*

A tendência para a diminuição da intensidade corante e diminuição do teor de polifenóis totais nas modalidades regadas não foi igualmente significativa com excepção do teor de polifenóis totais na modalidade regada com 4R, em 2009. Resultados idênticos foram obtidos por Centeno *et al.* (2005) para a variedade Tempranillo e com tratamentos de rega idênticos.

## Conclusões

Os resultados deste estudo mostram que a aplicação de regas moderadas teve um efeito significativo no aumento do potencial hídrico foliar. As videiras regadas apresentaram uma taxa de transpiração (E) e uma taxa de absorção de CO<sub>2</sub> (A) superiores às não regadas ao longo de período de maturação. Em relação à eficiência do uso da água, expressa como a razão entre A e E, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre as videiras regadas e não regadas.

As modalidades regadas apresentaram um aumento significativo do peso dos bagos e do vigor (apenas em 2008) relativamente à modalidade não regada. Este acréscimo de produção não foi acompanhado por nenhuma alteração significativa na qualidade do bago. A maior acidez total e menor valor de pH observados nas modalidades regadas não foi estatisticamente significativa. A intensidade da cor e os polifenóis totais, embora tendencialmente inferiores nas videiras regadas relativamente às não regadas, a diferença não se revelou estatisticamente significativa.

As regas deficitárias aplicadas nas condições de meteorológicas prevaletentes nos anos em estudo, revelaram-se ser excessivamente deficitárias não conduzindo, por isso, a modificações significativas nos parâmetros agrónomicos, com excepção do ano de 2008 em que se verificou um acréscimo da produção e do vigor e diminuição significativa do teor de polifenóis. Considerando que as condições climáticas verificadas durante os ensaios se aproximam das condições médias do local onde decorreu o estudo, a aplicação de dotações de rega deficitárias ligeiramente superiores à máxima dotação aplicada neste estudo (4R), será avaliada futuramente com o objectivo de avaliar o comportamento desta casta em condições de maior conforto hídrico.

## Referências bibliográficas

- Allen RG, Pereira LS, Raes D, Smith M (1998) Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, Rome.
- Antolín M. C., Ayari M., Sanchez-Diaz M , 2006. Effects of rootzone drying on yield, ripening and berry ABA in potted Tempranillo grapevines with split roots. Australian Journal of Grape and Wine Research, 12: 13-20.
- 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. Sci. Hortic. 114:151–158.
- Bartolomé M.C., Sotés V., Ruiz C., Baeza P., Lissarrague J.R., 1995. Efectos del deficit hidrico sobre el desarrollo vegetativo y fructifero del cultivar 'Tempranillo' de vid (*Vitis vinifera* L.). Investigacion Agrícola: Produccion Vegetal, 10: 245-261.

- Bravdo B., Hepner Y., Loinger C., Cohen S., Tabacman H., 1985. Effect of irrigation and crop level on growth, yield and wine quality of Cabernet Sauvignon. *American Journal of Enology and Viticulture*, 36: 132–139.
- Centeno A., Sánchez-de-Miguel P., Linares R., Lissarrague J.R., 2005. Changes in must composition during ripening of "Tempranillo" grapevines as a function of two irrigation treatments. *Acta Horticulturae*, 689: 391-395.
- Chaves M.M., Santos T.P., Souza C.R., Ortuño M.F., Rodrigues M.L., Lopes C.M., Maroco J.P., Pereira J.S., 2007. Deficit irrigation in grapevine improves water-use efficiency while controlling vigour and production quality. *Annals of Applied Biology*, 150: 237-252.
- Coombe B.G., MacCarthy M.G., 2000. Dynamics of grape berry growth and physiology of ripening. *Australian Journal of Grape and Wine research*, 6: 131-135.
- Deloire A., Carbonneau A., Wang Z.P., Ojeda H., 2004. Vine and water a short review. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 38: 1-13.
- Dry P.R., Loveys B.R., McCarthy M.G., Stoll M., 2001. Strategic irrigation management in Australian vineyards. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 35: 129-139.
- Esteban M.A., Villanueva M.J., Lissarrague J.R., 2001. Effect of irrigation on changes in anthocyanin composition of the skin of cv Tempranillo (*Vitis vinifera* L.) grape berries during ripening. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81: 409-420.
- García-Escudero E., Santamaría P., López R., Zaballa O., 1994. Ensaio de riego localizado en viñedos de la D.O.C Rioja. 7as Jornadas de Estudio de los Sistemas de Conducción del Viñedo. GESCO. Valladolid, pp 261-268.
- Hepner Y., Bravdo B., Loinger C., Cohen S., Tabacman H., 1985. Effect of drip irrigation schedules on growth, yield, must composition and wine quality of Cabernet Sauvignon. *American Journal of Enology and Viticulture*, 36: 77–85.
- Hamman R.A., Dami I.E., 2000. Effects of irrigation on wine, grape growth and fruit quality. *HortTechnology* 10: 162-168.
- Intrigliolo, D.S., 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.
- Lopes C., Barroso J., Madeira J., Vicente-Paulo J., Cabrita M.J., Pacheco C., Rodrigues M.L., Santos T., Chaves M.M., 2001. Rega da vinha no Alentejo. Dotações e época de aplicação. Actas do 5º Simpósio de Vitiviniculturta do Alentejo. ATEVA/CCRA (Eds.) Évora. 1: 99-105.
- Malheiro A.N.C., 2005. Microclimate, yield and water-use of vineyards in the Douro Region, Portugal. PhD Thesis. Cranfield University, Silsoe.
- Marsal, J., Mata M., Campo J., Arbones, A., Vallverdú X., Girona J., Olivo N., 2008. Evaluation of partial root-zone drying for potential field use as a deficit irrigation technique in commercial vineyards according to two different pipeline layouts. *Irrigation Science*, 26: 347-356.
- Matthews M.A., Anderson M., 1988. Fruit ripening in *Vitis vinifera* L.: responses to seasonal water deficits. *American Journal of Viticulture and Enology*, 39: 313-320.
- McCarthy M.G., Loveys B.R., Dry P.R., Stoll M., 2002. Regulated deficit irrigation and partial rootzone drying as irrigation management techniques for grapevines. In: 'Deficit Irrigation practices, Water Reports No 22, FAO-Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp 79-87.
- Medrano, H., Escalona, J.M., Cifre, J., Bota, J., Flexas, J. 2003. A ten-year on the physiology of two Spanish grapevine cultivars under field conditions: effects of water availability from leaf photosynthesis to grape yield and quality. *Functional Plant Biology*, 30: 607-619.
- Moutinho – Pereira J.M., (2000) Caracterização fisiológica e agronómica de diferentes estratégias culturais para minimizar o stress estival em *Vitis vinifera* L. na região demarcada do douro. Tese de Doutoramento, UTAD, Vila Real.

- Peterlunger E., Sivilloti P., Colussi V., 2005. Water stress increased polyphenolic quality in 'Merlot' grapes. *Acta Horticulturae*, 689, 293-300.
- Pire R., Ojeda M., 1999. Vegetative growth and quality of grapevine 'Chenin blanc' irrigated under three pan evaporation coefficients. *Fruits* 54: 135-139.
- Roby G., Matthews A., 2004. Relative proportions of seed, skin and flesh, in ripe berries from Cabernet Sauvignon grapevines grown in a vineyard either well irrigated or under water deficit. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 10: 74-82.
- Scholander, P.F., Hammel, H.T., Brandtreet, E.T. and Hemmingsen, E.A. 1965. Sap pressure in vascular plants: negative hidrostatic pressure can be measured in plants. *Science*, 148: 339-346.
- 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.
- Souza C.R., Maroco J.P., Santos T., Rodrigues M.L., Lopes C., Pereira J.S., Chaves M.M., 2003. Partial rootzone-drying: regulation of stomatal aperture and carbon assimilation in field grown grapevines (*Vitis vinifera* cv Moscatel). *Functional Plant Biology* 30: 653-662.
- Van Leeuwen C., Seguin G., 1994. Incidences de l'alimentation en eau de la vigne, appréciée par l'état hydrique du feuillage, sur le développement de l'appareil végétatif et la maturation du raisin (*Vitis vinifera* variété 'Cabernet Franc'). *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 28: 81-110.
- Von Caemmerer S., Farquhar G.D., 1981. Some relationships between the biochemistry of photosynthesis and gas exchange of leaves. *Planta*, 153: 376-387.