

**7º SIMPÓSIO DE VITIVINICULTURA DO ALENTEJO**  
**7<sup>ème</sup> SYMPOSIUM DE VITIVINICULTURE DU ALENTEJO**  
**7º SYMPOSIUM DE VITIVINICULTURA DEL ALENTEJO**

**ORGANIZADO POR / ORGANISÉ PAR / ORGANISADO POR:**

ATEVA - ASSOCIAÇÃO TÉCNICA DOS VITICULTORES DO ALENTEJO  
CCDRA - COMISSÃO DE COORDENAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
DO ALENTEJO  
CVRA - COMISSÃO VITIVINÍCOLA REGIONAL ALENTEJANA  
DRAAI - DIRECÇÃO REGIONAL DE AGRICULTURA DO ALENTEJO  
ROTA DOS VINHOS DO ALENTEJO  
UE - UNIVERSIDADE DE ÉVORA

**PATROCINADO POR / APPUYÉ PAR / CON EL PATROCINIO DE**



**Volume 1**  
**ACTAS**  
**COMPTE RENDU**  
**ACTAS**

# RELAÇÃO ENTRE A RESERVA DE ÁGUA UTILIZÁVEL DO SOLO E O POTENCIAL HÍDRICO FOLIAR DE BASE NA CASTA TOURIGA NACIONAL, REGIÃO DO DÃO.

Pedro Rodrigues<sup>1</sup>; Vanda Pedroso<sup>2</sup>; João Paulo Gouveia<sup>1</sup>; Sérgio Martins<sup>2</sup>; Carlos Lopes<sup>3</sup>; Isabel Alves<sup>3</sup>.

## Resumo

Com base em dados obtidos ao longo de três anos num ensaio de rega da vinha, instalado na região do Dão, com a casta Touriga Nacional, ensaiaram-se correlações entre parâmetros ecofisiológicos com vista à obtenção de indicadores para a gestão da rega. Apresenta-se, para as diferentes dotações de rega, a evolução da reserva de água no solo a várias profundidades do perfil explorado pelo sistema radicular e analisam-se os padrões de extracção. Verifica-se que o potencial hídrico foliar medido de madrugada – potencial de base – se encontra bem correlacionado com a reserva de água no solo, expressa em termos de percentagem da reserva utilizável. Confirma-se a possibilidade de recorrer a este parâmetro como indicador das disponibilidades hídricas para a condução da rega da vinha neste *terroir*.

Palavras Chave: Vinha, Touriga Nacional, Reserva de água do solo, potencial de base, extracção de água do solo.

## 1. INTRODUÇÃO

Diversos indicadores podem ser utilizados para avaliar o estado hídrico de uma cultura, e por conseguinte, serem usados como critérios de decisão na condução e programação da rega. O potencial hídrico foliar ( $\psi$ ) é o parâmetro fisiológico que melhor define a condição hídrica da planta num determinado momento e é função do potencial de água do solo, da taxa de transpiração e da resistência no percurso principal solo-folha (LOPES *et al.* 1998). A sua medição, embora incomoda, é aconselhável para aferir métodos mais cómodos, e que possibilitem a monitorização continua do estado hídrico das plantas (CARBONNEAU, 1998). Quando medido antes do amanhecer, (potencial hídrico foliar de base -  $\psi_b$ ), pode ser usado como indicador da disponibilidade em água no solo e da actividade fisiológica de folhas bem expostas (LOPES *et al.* 1999; PARANYCHIANAKIS *et al.* 2004). GRUBER e SCHULTZ (2004) estabeleceram uma relação entre o  $\psi_b$  e a reserva de água no solo disponível para as plantas (FTSW) única e comum a três vinhas instaladas em solos com diferente capacidade de reserva.

Não menos importante para uma boa condução da rega é o conhecimento das zonas do solo donde a planta extrai a água que necessita. O padrão de extracção de água pelas plantas é determinado pela distribuição e disponibilidade da água no perfil e pela distribuição do seu sistema radicular, e consequentemente, por todos os factores que as determinam,

<sup>1</sup> Escola Superior Agrária de Viseu, Quinta da Alagoa, Viseu

<sup>2</sup> Centro de Estudos Vitivinícolas do Dão, Quinta da Cale, Nelas

<sup>3</sup> Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, Lisboa

nomeadamente o tipo de solo e o método de rega. ARAÚJO *et al.* (1994) verificaram que a distribuição da água e do sistema radicular de uma vinha jovem era significativamente diferente quando regada com rega gota-a-gota ou com sulcos. As diferenças na distribuição da água inerentes a estes métodos de rega resultavam no desenvolvimento de regiões localizadas com elevada densidade de raízes perto da superfície junto ao gotejador, bem diferente da grande expansão lateral e vertical do sistema radicular das plantas regadas por sulcos. SINGLETON e MAUDSDEY (1996) verificaram que o padrão de extracção de água era similar ao padrão de distribuição radicular sendo este último determinado pelo tipo de solo.

Confirmando a boa correlação entre o potencial hídrico foliar de base ( $\psi_b$ ), indicador de referência do estado hídrico das plantas (PELLEGRINO *et al.* 2004) e a FTSW, o trabalho tem por objectivo, demonstrar a possibilidade de recorrer a este parâmetro como indicador das disponibilidades hídricas para a condução da rega da vinha neste *terroir*. Para os diferentes regime de rega analisam-se os padrões de extracção da água do solo.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho experimental foi realizado numa parcela de vinha do Centro de Estudos Vitivinícola do Dão em Nelas. A vinha foi instalada em 1989, com casta Touriga Nacional enxertada em SO4, com uma densidade de plantação de 3636 plantas/ha, conduzida num sistema monopiano vertical ascendente, com poda em Guyot duplo, com uma altura de tronco de 0,6 metros e de sebe de 1,0 metros. O ensaio foi estabelecido num sistema de blocos casualizados com 8 modalidades, referentes a diferentes regimes hídricos (Quadro 1) com 3 repetições. Cada unidade experimental era constituída por 12 cepas.

Modalidades	Regime de Rega
NR	Não regada;
R	Regada, com dotações de 100% da ETc
RD1	Regada com 30% da ETc
RD2	Regada com 75% da ETc
RD3	Regada com 50% da ETc
RD4	Regada com 100% da ETc até ao pintor e 50% da ETc
RD5	Regada com 100% da ETc, até ao fecho do cacho.
RD6	Regada com 100% da ETc, até ao pintor

A rega foi efectuada através de um sistema gota-a-gota, constituída por um ramal (16 mm) por linha de plantas, com gotejadores “in-line” autocompensantes e autolimpante de 2,3 l/h espaçados de 1 metro. Como critério para a determinação da oportunidade de rega foi considerado a reserva de água no solo disponível para as plantas, até 60 cm de profundidade, expressa em percentagem da reserva utilizável ( $FTSW_{60}$ ). Para cada

modalidade, a dotação de cada rega foi determinada pela percentagem dos valores acumulados da evapotranspiração cultural diária (*ETc*), desde a rega antecedente, determinada pelo método descrito por Allen *et al.* (1998), a partir dos registos da estação automática localizada no centro da parcela.

Para proceder à avaliação do estado hídrico das plantas efectuou-se a medição do potencial hídrico foliar de madrugada, potencial de base ( $\Psi_b$ ), e a meio do dia, potencial mínimo ( $\Psi_{min}$ ). Estas medições foram efectuadas em folhas adultas, bem expostas, sãs, localizadas entre os 4º e 8º níveis do sarmento, desde a floração até à vindima com uma periodicidade quinzenal, coincidindo com os principais estados fenológicos. Para cada modalidade a medição do potencial foi efectuada em 7 folhas distribuídas pelas várias repetições.

Procedeu-se à monitorização do teor de água do solo no perfil ao longo do ciclo vegetativo com recurso a sondas capacitivas. Em cada unidade experimental foram instalados dois tubos de acesso, um na linha, junto ao gotejador, entre duas plantas, e outro, na entre-linha. Numa das repetições da modalidade não regada foi instalado um sistema de monitorização (Enviroscan – Sentek Pty Ltd), composto por duas sondas (uma na linha e outra na entre linha) com sensores espaçados de 20 cm, permitindo o registo contínuo do teor de humidade até à profundidade de 190 cm. Nas restantes unidades experimentais as medições foram efectuadas com uma sonda móvel (Diviner 2000– Sentek Pty Ltd), permitindo registos de 10 em 10 cm até a profundidade de 160 cm. A equação de calibração do aparelho foi obtida a partir dos resultados de um ensaio estabelecido para esse efeito.

Para a caracterização dos solos da parcela de ensaio foi aberto um perfil até 200 cm de profundidade, tendo sido recolhidas, amostras para determinações laboratoriais e amostras não perturbadas, de 10 em 10 cm.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados laboratoriais das amostras de solo recolhidas sugerem a diferenciação de duas camadas, a superficial até 110 cm de profundidade e a outra mais profunda. A camada superficial, embora se caracterize por um baixo teor de argila, revela alguma variabilidade na sua composição granulométrica, no que diz respeito ao conteúdo em areia e limo. Esta variabilidade será provavelmente resultado das operações de mobilização que antecederam a instalação da vinha. O valor da densidade aparente da camada superficial é  $1,35 \pm 0,05$  e o da camada mais profunda (>110 cm)  $1,57 \pm 0,07$ . Os teores de humidade a pF 2,0 e 2,7 e

4,2 nas várias camadas demonstram tratar-se, globalmente, de um solo com fraca capacidade retenção para a água (dados não apresentados).

Por limitação dos equipamentos utilizados e/ou de condições do solo, nem sempre é possível proceder à monitorização da água em todo o perfil explorado pelo sistema radicular. Assim, quando na gestão da rega se pretende utilizar a reserva de água no solo como indicador de stress hídrico importa, em primeiro lugar, definir a espessura de solo que deve ser monitorizada. Na Figura 1 apresentam-se os coeficientes de correlação resultantes do ajustamento da função inversa aos valores de  $\Psi_b$  observados e os correspondentes valores  $F_{TSW}$ , para várias espessuras de solo. Verifica-se que, para as modalidades que foram mantidas, grande parte do seu ciclo vegetativo, em conforto hídrico (R, RD5 e RD6), estes coeficientes são, para as várias espessuras de solo, sempre bastante elevados. Isto significa que, ainda que considerando uma espessura de solo pequena, a  $F_{TSW}$  é um bom indicador do estado hídrico em plantas bem abastecidas em água. Em

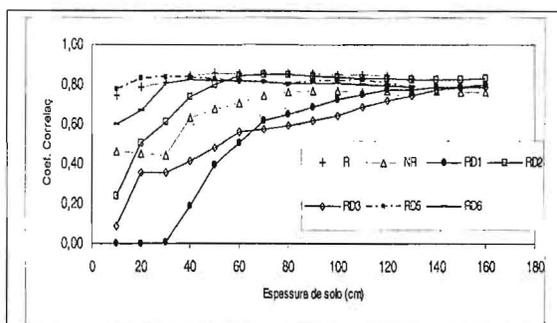
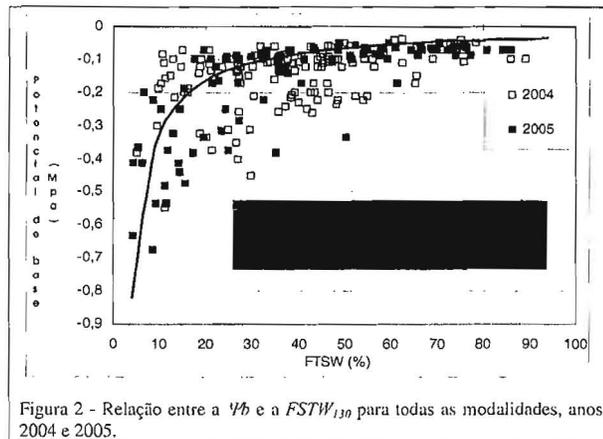


Figura 1 – Coeficientes de correlação resultantes do ajustamento da função inversa aos valores de  $\Psi_b$  e os valores  $F_{TSW}$  correspondentes a várias espessuras de solo.

é bastante baixo quando consideramos espessuras de solo pequenas, aumentando progressivamente quando se consideram espessuras de solo sucessivamente maiores. Assim, para a modalidade RD2 (75% ETC), a  $F_{TSW}$  apenas poderá ser considerada um bom indicador do estado hídrico quando se referir à camada

superficial com uma espessura superior a 60 cm. Já para as modalidades RD1 (30% ETC) e RD3 (50% ETC) a espessura mínima da camada superficial a monitorizar deve ser de 130 cm. A relação obtida entre a  $\Psi_b$  e a  $F_{TSW}$  correspondente à camada superficial com 130 cm de profundidade ( $F_{TSW}_{130}$ ) permite confirmar os resultados obtidos por outros autores (LOPES *et al.* 1999; PARANYCHIANAKIS *et al.* 2004; PELLEGRINO *et al.*, 2004) de que existe a forte relação entre o potencial de base e a disponibilidade em água no solo. Verifica-se contudo, que esta relação varia de acordo com o regime de rega a que as plantas foram sujeitas ao longo do seu ciclo vegetativo. Esta diferença entre modalidades

poderá resultar do efeito do padrão de distribuição de água no perfil sobre o potencial hídrico (PELLEGRINO *et al.* 2004). Os valores baixos de  $\Psi_b$ , que na modalidade NR se verificam, quando a reserva de água no solo é também baixa são reveladores de que a extracção de água ocorre em camadas mais profundas. Este facto é confirmado quando analisamos a evolução do teor de água registado no sensor colocado a 190 cm de profundidade. Desde do início Junho, até ao final de Agosto, verifica-se um decréscimo importante do teor de humidade a esta profundidade, cerca de 10 % no ano de 2004 e 7,5 % no ano de 2005. Na análise da relação entre  $\Psi_b$  e a  $FSTW_{130}$  (Figura 2), verifica-se que apenas para valores de  $FSTW_{130}$  inferiores a 35 ou a 50%, consoante a modalidade, o  $\Psi_b$  é marcadamente determinado pela  $FSTW$ .



A análise da variação do armazenamento de água no solo ( $\Delta W$ ) verificada, num determinado período de tempo, em alguns perfis do volume explorado pelo sistema radicular, permite avaliar a contribuição das diferentes zonas para os componentes do balanço de volume, nomeadamente a extracção radicular (videira + coberto vegetal) e da evaporação da água à superfície do solo. Para a situação em estudo, a variação do armazenamento obtida a partir dos perfis de humidade registados no tubo de acesso colocado na linha ( $\Delta W_L$ ), junto ao gotejador, é representativa da coluna de solo onde se verificam as maiores variações do teor de humidade em resultado da rega. Em contrapartida, a variação de armazenamento obtida a partir dos perfis de humidade registados no tubo de acesso colocado na entre-linha ( $\Delta W_{EL}$ ) é representativa do volume de solo exterior ao bolbo humedecido pela rega. A relação entre  $\Delta W_{EL}$  e  $\Delta W_L$  indica a

proporção com que cada um destes volumes de solo contribuem para a extracção radicular e evaporação. No Quadro 2 é apresentada, para algumas modalidades, a contribuição das várias camadas do solo para  $\Delta W_L$  e  $\Delta W_{EL}$ , correspondentes ao período entre 18/5 a 23/9 de 2004, separando, nas modalidades regadas, os períodos antes e após o início da época de rega. No Quadro 3 são apresentados os respectivos valores de  $\Delta W_{EL}/\Delta W_L$ .

Quadro 2 – Percentagem da $\Delta W$ no período 18/5 a 23/9 de 2004										Quadro 3 – Relação $\Delta W_{EL}/\Delta W_L$	
			Profundidade das camadas								
			Linha			Entre Linha					
	nº regas	Dotação total (mm)	0-50	50-100	100-150	0-50	50-100	100-150	a)	$\Delta W_{EL}/\Delta W_L$	
RD1	a)		28,0	38,3	33,7	26,9	34,2	38,9	a)	0,74	
	b)	8	96,6	62,6	30,9	6,5	27,5	29,4	b)	0,14	
RD2	a)		48,3	30,2	21,5	42,0	36,9	27,2	a)	0,93	
	b)	9	221,5	61	32,4	6,8	34,6	30,7	b)	0,11	
RD3	a)		36,6	33,8	28,8	30,4	27,7	41,9	a)	1,13	
	b)	8	162,3	65,3	28,4	6,3	23,8	33,4	b)	0,12	
R	a)		52,1	37,3	10,6	53,9	31,1	16,0	a)	0,66	
	b)	10	310,5	44,2	42,5	13,3	53,8	27,7	b)	0,10	
			Linha			Entre Linha					
			0-50	60-100	100-150	150-200	0-50	60-100	100-150	150-200	
NR			16,3	26,5	27,4	29,8	19,8	19,3	29,6	31,3	

a) antes de se iniciar a rega; b) depois de se iniciar a rega

Em todas as modalidades regadas, com o início da época de rega, verifica-se uma alteração significativa do padrão de extracção da água do solo. Antes de se iniciar a rega a extracção é em geral repartida por todo o volume monitorizado. Contudo, durante a época de rega verifica-se que a  $\Delta W$  é muito superior junto à linha ( $\Delta W_{EL}/\Delta W_L \approx 0,1$ ) e nas camadas superficiais. Conclui-se assim, que a extracção radicular das plantas das modalidades regadas fica quase exclusivamente confinada à zona de solo humedecida pela rega (ARAÚJO *et al.* 1994). Da análise dos valores relativos à modalidade não regada (NR) verifica-se que, no período em estudo, a extracção de água, entre 100 cm e 200 cm de profundidade, é cerca de 60 % do total. Embora, globalmente, sejam as camadas mais profundas do perfil com maior contributo para a satisfação das necessidades hídricas das plantas não regadas, o padrão de extracção revela uma grande dinâmica sazonal. Numa fase inicial, quando a quantidade de água no solo é ainda elevada, a extracção é maior nas camadas superficiais (Figura 3 a). Com a dessecação dessas camadas as plantas aumentam a extracção em profundidade (Figura 3 b). Não são registadas diferenças significativas entre a extracção na linha e na entre-linha (PELLEGRINO *et al.* 2004). Contudo, caso se verifique o humedecimento das camadas superficiais, em resultado de uma precipitação, as plantas voltam a concentrar a extracção à superfície e na linha (dados não apresentados). Esta alteração no padrão de extracção verifica-se também como resultado da uma rega. Os perfis da Figura 3 são referentes à 1ª rega da modalidade RD1 do ano de 2004.

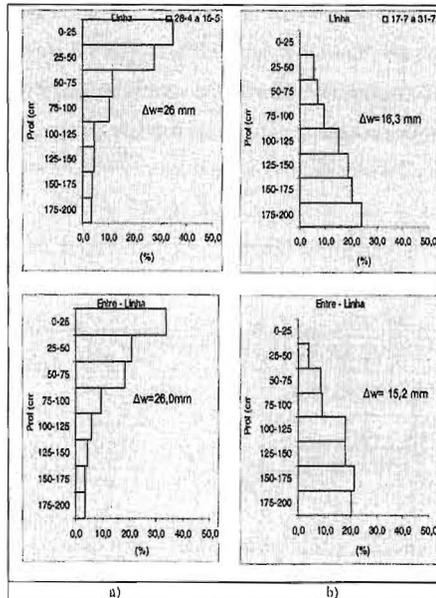


Figura 3 - Perfis de variação do armazenamento de água na modalidade NR, nos períodos de 28/4 a 15/5 (a), de 17/7 a 31/7 (b) no ano 2005.

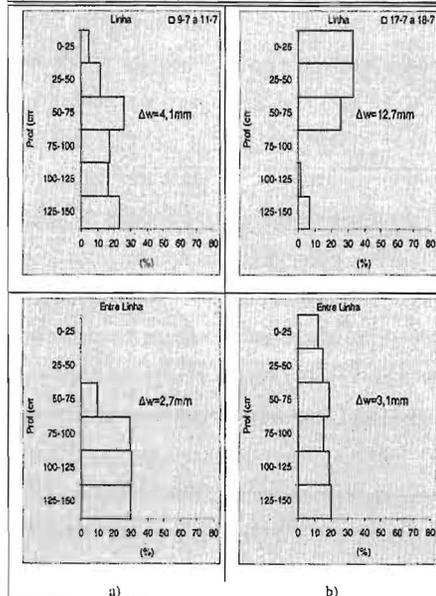


Figura 3 - Perfis de variação do armazenamento de água antes (a) e após (b) a 1ª rega da modalidade RD1 no ano 2004

Antes da rega a  $\Delta W$  é ligeiramente superior no tubo da linha ( $\Delta W_{El}/\Delta W_L = 0,7$ ) e concentra-se nas camadas mais profundas. Após a rega, a  $\Delta W$  é muito maior no tubo da linha ( $\Delta W_{El}/\Delta W_L = 0,22$ ) e concentra-se nas camadas da superfície.

#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho confirmam que a FSTW, conceito inicialmente desenvolvido para culturas anuais, pode ser aplicado à vinha (PELLEGRINO *et al.* 2004). Apesar de se verificar alguma variabilidade entre diferentes regimes de rega, a boa relação obtida entre o  $\Psi_b$  e FSTW, permite concluir que a FSTW é um bom indicador da disponibilidade hídrica e consequentemente poder ser usado como critério de condução e programação da rega neste *terroir*. Considerando um período correspondente ao ciclo vegetativo, conclui-se que, em plantas não regadas, a variação do armazenamento de água no solo é maior nas camadas abaixo de 100 cm de profundidade, não sendo registadas diferenças significativas entre a linha e a entre-linha. Contudo, verifica-se que este padrão apresentam um grande dinâmica sazonal, sendo significativamente alterado em resultados da ocorrência de precipitação.

Nas modalidades regadas, até se iniciar a campanha de rega, a extracção é igualmente repartida na linha e na entre-linha. Com o início da rega, as plantas concentram a extracção de água nas camadas superficiais, junto á linha.

#### **Agradecimentos**

Estes estudos foram realizados no âmbito do Projecto POCTI/AGG/38506/2001, financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia.

#### **Referências bibliográficas**

Allen, R.G.; Pereira L.S.; Raes, D.; Smith, M. (1998) – *Crop Evapotranspiration – Guidelines for Computing Crop Water Requirements*. FAO Irrigation and Drainage Paper 56; FAO; Rome.

Araújo, F.; Williams, L. E.; Grimes, D.; Matthews, M. (1995) – A comparative study of young “Thompson Seedless” grapevines under drip and furrow irrigation. I. Root and soil water distributions. *Scientia Horticulturae* 60: 235-249.

Carbonneau, A. (1998) – Irrigation, vignoble et produits de la vigne. In: Tiercelin, Jean-Robert (coord) – *Traité d’irrigation*. Lavoisier Tec & Doc, pp. 257-275.

Gruber, B. R.; Schultz, H.R. (2005) – Coupling of plant to soil water status in different vineyard sites. In: Williams, L.E. Proc. of The VII International Symposium on Grapevine Physiology and Biotechnology. *Acta Horticulturae* 689: 381-390.

Lopes, C.; Pacheco, C.; Vicente-Paulo, J.; Rodrigues, M.L.; Chaves, M.M. (1998) – Interesse do potencial hídrico foliar de base como indicador da actividade fisiológica da videira. *Actas do 4º Simpósio de Vitivinicultura do Alentejo*, Évora, 97-102.

Lopes, C.; Vicente-Paulo, J.; Pacheco, C.; Tavares, S.; Barroso, J.; Rodrigues, M.L.; Chaves, M.M. (1999) – Relationships between leaf water potential and photosynthetic activity of field grapevines grown under different soil water regimes. *Gesco -11<sup>th</sup> Meeting Study Group For Vines Training Systems*, Sicília, 211-217.

Paranychianakis, N.; Chartzoulakis, K.; Angelakis, A. (2004) – Influence of rootstock, irrigation level and recycled water on water relations and leaf gas exchange of Sultana grapevines. *Environmental and Experimental Botany* 52: 185-198.

Pellegrino, A.; Lebon, E.; Voltz, M.; Wery, J. (2004) – Relationships between plant and soil water status in vine (*Vitis Vinifera* L.). *Plant and Soil* 266: 129-142.

Singleton, P.; Maudsley, D. (1996) – Pattern of water extraction by grapevines on two soils in the Waikato. New Zealand. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 24: 415-424.