

## **TÉCNICAS PARA MANIPULAÇÃO DO VIGOR DA VIDEIRA E DA QUALIDADE DA UVA: REGA DEFICITÁRIA E ENRELVAMENTO DA VINHA**

*Carlos LOPES; Tiago SANTOS; Ana MONTEIRO; Lucília RODRIGUES; Manuela CHAVES*

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA/UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA  
Tapada da Ajuda  
1349-017 Lisboa  
email: carlosmlopes@isa.utl.pt

### **Resumo**

Em regiões de clima mediterrânico, como é o caso de várias regiões vitícolas portuguesas, as estratégias de rega deficitária têm sido utilizadas com sucesso como técnicas culturais para controlo do crescimento vegetativo da videira e melhoria da qualidade da uva. O enrelvamento da vinha tem sido também uma técnica de manutenção do solo muito utilizada no mundo vitícola, sobretudo em regiões com precipitação no verão ou com possibilidades de rega. As vantagens da utilização do enrelvamento, natural ou semeado, são várias, indo desde os benefícios para o ambiente até à gestão da vinha, designadamente através do controlo do vigor e consequente melhoria da qualidade da uva através da redução da densidade da sebe e da competição vegetação/frutificação. Apesar destas vantagens potenciais, a utilização dos relvados em vinhas de sequeiro de regiões mediterrânicas tem sido limitada sobretudo devido ao receio de uma excessiva competição hídrica entre a vegetação dos relvados e a videira. Com o objectivo de discutir as implicações destas técnicas culturais no vigor da videira e na composição da uva, serão apresentados resultados de ensaios realizados pelo nosso grupo em duas regiões vitícolas nacionais e com duas castas tintas. Serão abordados os principais efeitos das estratégias de rega deficitária (rega deficitária controlada e rega parcial das raízes) e das técnicas de manutenção do solo (mobilização vs enrelvamento) no uso da água, no crescimento vegetativo e suas consequências no microclima dos cachos, rendimento e qualidade da uva. Os potenciais benefícios e desvantagens das várias estratégias serão discutidos.

**Palavras Chave:** Rega deficitária; rega parcial das raízes; manutenção do solo.

### **1- INTRODUÇÃO**

O controlo do crescimento vegetativo e consequente manipulação do vigor da videira e da qualidade da uva podem ser conseguidos através de várias técnicas culturais entre as quais se destacam a rega e as técnicas de manutenção do solo. Na maior parte das regiões vitícolas irrigadas, sobretudo nos países do chamado “Novo Mundo”, as estratégias de rega deficitária têm sido utilizadas com sucesso

como técnicas culturais para controlo do crescimento vegetativo e consequente melhoria da qualidade da uva.

Em vinhas regadas a obtenção de um stress moderado exige uma gestão cuidada da rega de forma a permitir um balanço equilibrado entre crescimento vegetativo e reprodutivo para obtenção de bons rendimentos de elevada qualidade. Quando a rega é deficitária verifica-se um efeito depressivo moderado sobre o crescimento que pode ter consequências favoráveis sobre a elaboração dos compostos associados à qualidade. Comparativamente a uma situação de conforto hídrico este stress moderado induz um avanço da maturação e um maior teor em açúcar devido ao melhor microclima do cacho e à redução da competição vegetação/maturação. O deficit hídrico actua diferentemente sobre o desenvolvimento dos bagos de acordo com a severidade e época em que se aplica, afectando o seu crescimento. É na fase de multiplicação celular que o deficit hídrico tem um maior efeito no tamanho final do bago. Este efeito deve-se à redução da multiplicação celular, sendo hoje um objectivo muito procurado, sobretudo para produção de vinhos tintos de qualidade, pois permite a obtenção de bagos mais pequenos, com uma maior relação película/polpa.

Nos últimos anos têm sido desenvolvidas duas estratégias de rega deficitária que têm sido aplicadas com sucesso na vinha, a rega deficitária controlada (RDI) e a rega parcial de uma parte das raízes (PRD). A *Rega Deficitária Controlada* é utilizada sobretudo para produção de vinhos tintos de qualidade, envolvendo a aplicação de quantidades de água inferiores ao consumo máximo da cultura durante períodos específicos da estação de crescimento. A RDI induz um stress moderado controlado que leva à redução do crescimento da vegetação e dos bagos e à melhoria da qualidade da uva (Battilani, 2000; McCarthy, 2000; Wample, 2000; Lopes *et al.*, 2001). A *rega parcial de uma parte das raízes* (“*Partial Root-zone Drying*”), estratégia de rega desenvolvida na Austrália, envolve um sistema de rega gota-a-gota com duas linhas de gotejadores que permitem que a rega seja feita alternadamente (cada 10 a 15 dias, dependente do tipo de solo) a cada metade do sistema radicular, originando zonas secas e húmidas no perfil do solo (Dry *et al.*, 2001). Enquanto que a zona em dessecação provoca uma estimulação das respostas associadas ao stress hídrico - produção de sinais químicos nas raízes (ex: ABA) e sua translocação para a parte aérea - que induz uma redução da condutância estomática e do crescimento vegetativo (Loveys e

Davies, 2004), na zona húmida, o constante fornecimento água às raízes permite a manutenção de um estado hídrico favorável. Esta estratégia tem por objectivos manter a videira a funcionar a níveis tais que permitam limitar o crescimento vegetativo, manter o rendimento e a qualidade e aumentar a eficiência de uso da água. A PRD é aplicada do vingamento até à vindima estando já em utilização comercial por muitos viticultores, sobretudo na Austrália. Em Portugal já existem dados positivos referentes à aplicação desta estratégia de rega nas areias de Pegões, região vitícola de Palmela (Santos *et al.*, 2003; 2005; 2007).

O enrelvamento da vinha é também uma técnica de manutenção do solo muito utilizada no mundo vitícola, sobretudo em regiões com precipitação no verão ou com possibilidades de rega. O enrelvamento, natural ou semeado, tem associados potenciais benefícios mas também desvantagens e/ou problemas. As vantagens mais comuns consistem na redução da erosão do solo, na conservação e/ou adição do azoto e matéria orgânica, na melhoria da estrutura do solo e da infiltração da água e na melhoria da transitabilidade das máquinas agrícolas. Apesar destas vantagens potenciais, a utilização dos relvados em vinhas de sequeiro de regiões mediterrânicas tem sido limitada sobretudo devido ao receio de uma excessiva competição hídrica entre a vegetação dos relvados e a videira. Com efeito, a vegetação dos relvados compete com a videira pelos recursos hídricos sendo a contribuição do enrelvamento para a evapotranspiração da vinha dependente, entre outros factores, da faixa de solo que ocupam, do seu elenco florístico e da gestão do relvado, sobretudo no que se refere à frequência e data dos cortes (Lopes *et al.*, 2004; Monteiro *et al.*, 2004).

Em condições ecológicas caracterizadas por precipitações estivais e solos profundos, a competição pela água entre o relvado e a videira pode ser benéfica. Nessas circunstâncias pode verificar-se uma redução do crescimento vegetativo e do vigor (Geoffrion, 2000; Afonso *et al.*, 2003; Lopes *et al.*, 2008) e, conseqüentemente, o microclima do coberto, a composição e sanidade do bago podem ser melhoradas (Pacheco *et al.*, 1991; Maigre e Aerny, 2001; Monteiro e Lopes, 2007).

Uma outra situação em que a competição hídrica por parte dos relvados pode ser benéfica verifica-se no caso de vinhas regadas em que se pretende aplicar estratégias de rega deficitária durante períodos específicos da estação de

crescimento. Uma das fases fenológicas mais procurada para aplicar este stress é a fase inicial de crescimento dos bagos, após vingamento, de forma a reduzir a multiplicação celular e a obter bagos mais pequenos com uma melhor relação película/polpa. Nas nossas condições ecológicas nem sempre é fácil conseguir este stress moderado uma vez que o vingamento dos bagos ocorre no final da Primavera, fase em que, em geral, os solos ainda apresentam um teor de humidade elevado. Nestas circunstâncias, o consumo adicional de água provocado pela flora dos relvados durante o período abrolhamento-floração da videira poderá induzir o referido stress moderado no período pretendido e, conseqüentemente, permitir a obtenção de bagos mais pequenos e vinhos de melhor qualidade.

Com o objectivo de discutir as implicações da rega deficitária e do enrelvamento no vigor da videira e na composição da uva, serão apresentados dados de ensaios realizados pelo nosso grupo em duas regiões vitícolas nacionais.

## **2- MATERIAL E MÉTODOS**

Neste trabalho são apresentados alguns dados obtidos em dois ensaios de campo cujos resultados completos já foram publicados em revistas nacionais (Monteiro *et al.*, 2008; Lopes *et al.*, 2008) e internacionais (Santos *et al.*, 2003, 2005 e 2007; Monteiro *et al.*, 2007):

i) No âmbito de um projecto europeu (IRRISPLIT) foi instalado em 2000 um ensaio de rega numa vinha do Centro Experimental de Pegões com a casta 'Castelão' enxertada em 1103 Paulsen e conduzida em monopiano vertical ascendente podado em cordão Royat bilateral. Compararam-se quatro modalidades: não regada (NI); rega parcial do volume radicular (PRD, 50% da ETc aplicados num só lado do sistema radicular mantendo-se o outro lado seco com alternância de lado a cada 15 dias); rega deficitária (DI, 50% da ETc aplicados simultaneamente em ambos os lados da linha, 25% em cada lado); rega de conforto hídrico (FI, 100% da ETc aplicados simultaneamente em ambos os lados da linha, 50% em cada lado). Após o vingamento fizeram-se duas regas semanais até 8 dias antes da vindima. A descrição detalhada do ensaio pode ser consultada em Santos *et al.* (2005). Neste trabalho apresentam-se apenas os resultados referentes a 2002.

ii) No âmbito do projecto AGRO 104 – “Tecnologia Vitícola para optimização do potencial qualitativo. Manutenção do solo e gestão da folhagem”, foi instalado em 2002 numa parcela de vinha de encosta, na Quinta de Pancas, Alenquer, um ensaio com várias modalidades de manutenção do solo: (1) MOB - mobilização da entrelinha; (2) RNA - enrelvamento natural permanente; (3) RSE - enrelvamento semeado permanente. A vinha, da casta ‘Cabernet Sauvignon’, enxertada sobre o porta-enxerto 110 R, conduzida em monoplano vertical ascendente e podada em cordão Royat bilateral, apresenta um compasso de 2,5 x 1,0 m. A carga deixada à poda foi de 16 olhos por cepa. A região apresenta uma precipitação anual média de cerca de 636 mm (1958/88 – Estação Meteorológica da Ota) e o solo é argilo-calcário (pH  $\approx$  7,5 - 8,5). A descrição detalhado do ensaio pode ser consultada em Monteiro e Lopes (2007). Neste trabalho apresentam-se apenas os resultados referentes a 2004.

### **3 - RESULTADOS**

#### **3.1 – Efeito da rega deficitária no vigor, rendimento e qualidade da uva da casta Castelão na região de Palmela**

Comparativamente à rega de conforto hídrico (FI), a rega deficitária induziu uma redução significativa da área foliar, sobretudo ao nível das netas. O peso da lenha de poda e o peso por sarmento apresentaram valores significativamente inferiores nas modalidades PRD e NI comparativamente às restantes modalidades que não diferiram entre si (Quadro 1). Este maior controlo do crescimento vegetativo verificado na PRD comparativamente à DI, modalidade em que se aplicou a mesma quantidade de água mas dos dois lados do sistema radicular, confirma os resultados obtidos por outros autores (Loveys *et al.*, 2000; Dry *et al.*, 2001) pondo em evidência a importância da troca de sinais químicos entre a raiz e a parte aérea promovida pela raízes localizadas na zona em dessecação na PRD (Loveys e Davies, 2004).

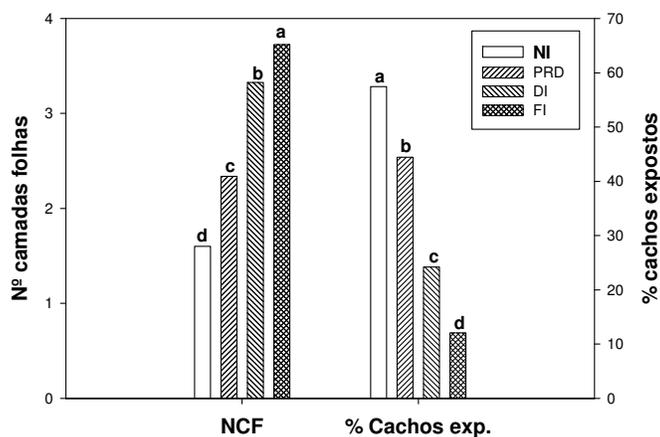
Comparativamente à testemunha não regada as três modalidades de rega provocaram um efeito similar positivo e significativo no rendimento através do aumento do peso do cacho. A rega não afectou o teor em açúcar do mosto à vindima mas influenciou de forma significativa a acidez total, as antocianas e fenóis totais (Quadro 1). Dentro do grupo das modalidades regadas a PRD

apresentou uma concentração de antocianinas e de fenóis totais similar à NR e significativamente superior às restantes modalidades regadas. Esta melhoria da qualidade da uva na PRD comparativamente às restantes modalidades regadas pode-se explicar pelo já referido efeito favorável do maior controlo do crescimento vegetativo, via redução da densidade da sebe e aumento da percentagem de cachos expostos, como se pode verificar na figura 1. Esta melhoria do microclima na zona de frutificação é, em geral, favorável à síntese de antocianinas nas películas dos bagos (Dokoozlian & Kliewer, 1996; Spayd *et al.*, 2002; Poni *et al.*, 2006; Guidoni *et al.*, 2008).

**Quadro 1.** Efeito da estratégia de rega no vigor, rendimento e qualidade da uva, casta Castelão, Pegões, 2002. NI – não regado; PRD - rega parcial das raízes; DI - rega deficitária tradicional; FI - rega de conforto hídrico. Em cada linha, valores seguidos de letras diferentes indicam diferenças significativas para  $P < 0.05$ . Adaptado de Santos *et al.*, (2005).

	<i>NI</i>	<i>PRD</i>	<i>DI</i>	<i>FI</i>	<i>Sig.</i>
Área foliar netas (m <sup>2</sup> /vid.)	0.8 b	1.0 ab	1.5 a	1.5 a	*
Peso lenha poda (kg/vid.)	0.9 b	1.1 b	1.5 a	1.5 a	*
Peso/sarmento (g)	47.9 b	56.1 b	76.2 a	74.9 a	*
Nº cachos/videira	21.7 a	23.9 a	23.1 a	24.9 a	ns
Peso/cacho (g)	188.0 b	260.8 a	275.9 a	254.2 a	*
Produção (Kg/vid.)	4.0 b	6.2 a	6.4 a	6.4 a	*
Álcool provável (% vol.)	10.7 a	11.2 a	10.6 a	10.6 a	ns
Acidez total (g ac. tart./L)	3.9 b	3.9 b	4.3 ab	4.8 a	*
Fenóis totais (IFT)	20.6 b	23.2 a	19.2 b	18.9 b	*
Antocianinas (mg/L)	799.1 a	820.6 a	682.2 b	646.4 b	*

\* significativo para  $P < 0.05$ . ns = não significativo.



**Figura 1** – Efeito da estratégia de rega no número de camadas de folhas e na % de cachos expostos, casta Castelão, Pegões, 2002. NI – não regado; PRD - rega parcial das raízes; DI - rega deficitária tradicional; FI - rega de conforto hídrico. Barras com letras diferentes indicam diferenças significativas para  $P < 0.05$ . Adaptado de Santos *et al.*, (2005).

### 3.2 – Efeito do enrelvamento no vigor, produção e qualidade da uva da casta Cabernet Sauvignon na região da Estremadura

#### 3.2.1- Uso da água

Comparativamente à modalidade mobilizada as modalidades relvadas apresentaram um maior consumo de água durante a Primavera correspondente ao período abrolhamento-floração (Fig. 2). Estes resultados são similares aos obtidos por outros autores (Spring & Mayor, 1996; Pieri *et al.*, 1999) e podem ser explicados pelo consumo adicional de água pela vegetação dos relvados durante a Primavera. Entre a floração e o pintor não se observaram diferenças significativas no consumo mas durante o período pintor-vindima foi a modalidade mobilizada que apresentou consumos superiores aos relvados (Fig. 2). Esta maior evapotranspiração verificada na modalidade mobilização durante o período de maturação pode ser atribuída ao maior teor de humidade no solo apresentado por esta modalidade ao pintor, resultante de um menor consumo durante a Primavera (Monteiro e Lopes, 2007). A provável menor evaporação do solo nas modalidades relvadas devida à presença dos resíduos dos relvados também poderá ter contribuído para as diferenças.

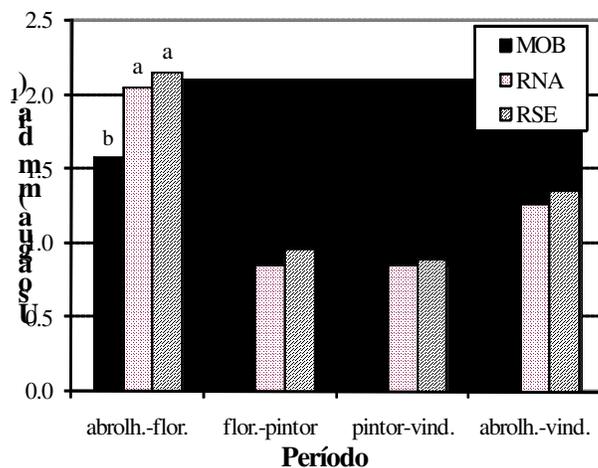


Figura 2- Efeito das técnicas de manutenção do solo no uso da água ao longo do ciclo de 2004. Dados obtidos a partir da soma da precipitação com a variação do teor de humidade do solo até 1 m de profundidade. MOB – mobilização na entrelinha; RNA – relvado natural; RSE – relvado semeado. abrolh. – abrolhamento; flor. – floração; vind. – vindima. Em cada período, barras seguidas de letras diferentes indicam diferenças significativas para  $P < 0.05$ . Adaptado de Monteiro e Lopes, (2007).

#### 3.2.2 – Efeitos no vigor, rendimento e qualidade

Apesar da ausência de diferenças significativas nas componentes do vigor no primeiro ano de ensaio, nos 2 anos seguintes verificou-se uma tendência marcada para valores mais baixos de peso de lenha de poda nas modalidades relvadas que se traduziu em 2004 por valores significativamente inferiores nas modalidades relvadas (Quadro 2). Esta redução do crescimento da videira poderá

ser justificada pela concorrência pela água por parte da vegetação residente ou semeada confirmando o efeito de competição referido por Morlat *et al.* (1993); Crozier (1998); Geoffrion (2000) e Afonso *et al.* (2003). Esta redução do crescimento não parece ter sido negativa para a perenidade da planta pois o peso por sarmento, um dos melhores indicadores do vigor da videira, encontra-se ainda dentro da gama de valores considerada adequada para uma videira equilibrada (Smart e Robinson, 1991). Todavia, caso esta redução do crescimento se mantenha nos próximos anos, dever-se-á recorrer a técnicas passíveis de reduzir a competição hídrica, como por exemplo, a utilização de cortes mais frequentes e/ou a destruição dos relvados após o abrolhamento (enrelvamento temporário) ou enrelvar em linhas alternadas com mobilização do solo.

O rendimento e seus componentes não foram significativamente afectados pelo enrelvamento comparativamente à testemunha mobilizada. Relativamente às características do mosto à vindima, apesar de não se terem observado diferenças significativas no álcool provável, as modalidades relvadas registaram uma redução na acidez total relativamente à modalidade mobilizada mas as diferenças apenas foram significativas relativamente à modalidade RNA. As modalidades relvadas apresentaram valores significativamente superiores de antocianinas e fenóis totais, resultados que podem ser explicados pelos efeitos indirectos da competição hídrica na redução do crescimento vegetativo e consequente melhoria do microclima luminoso na zona dos cachos, situação favorável ao aumento da cor e da concentração de antocianinas nas películas dos bagos das castas tintas (Dokoozlian & Kliewer, 1996; Spayd *et al.*, 2002).

**Quadro 2.** Efeito das técnicas de manutenção do solo no vigor, rendimento e qualidade da uva, casta Cabernet Sauvigno, Alenquer, 2004. MOB – mobilização na entrelinha; RNA – relvado natural; RSE – relvado semeado. Em cada linha, médias seguidas de letras diferentes indicam diferenças significativas para  $P < 0.05$  pelo teste da MDS. Adaptado de Lopes *et al.*, (2008).

	<b>MOB</b>	<b>RNA</b>	<b>RSE</b>	<b>Sig</b>
Area foliar netas (m <sup>2</sup> /vid)	0.19a	0.12b	0.11b	*
Peso lenha poda (kg/vid.)	0.95a	0.78b	0.75b	*
Peso sarmento (g)	47.1a	39.0b	39.2b	*
Nº cachos/videira	26.5	25.7	25.9	ns
Peso cacho (g)	134.3	125.7	129.7	ns
Produção (Kg/vid.)	3.56	3.23	3.36	ns
Álcool Prov. (% vol.)	13.0	13.4	13.5	ns
Ac. Total (g ac. tart./L)	8.05a	6.69b	7.20ab	*
Fenóis totais (IFT)	42.4b	51.9a	48.7a	*
Antocianinas (mg/L)	1027.0b	1269.0a	1182.3a	*

#### 4- CONCLUSÕES

Os resultados obtidos confirmam que quer a rega deficitária quer o enrolvamento são técnicas culturais que permitem um efectivo controlo do crescimento vegetativo e conseqüente manipulação do vigor da videira e da qualidade da uva. Comparativamente à modalidade não regada a rega parcial das raízes induziu um aumento significativo do rendimento (ca + 50%) sem reduzir a qualidade. A utilização dos relvados em alternativa à mobilização mostrou ser uma técnica cultural capaz de reduzir o vigor da videira e de permitir uma melhoria na qualidade da uva sem redução do rendimento. No entanto os ensaios devem ser feitos em mais regiões e continuados por mais anos de forma a permitir a obtenção de resultados mais robustos para uma eficaz compreensão da importância do ano e do *terroir* na modelação do efeito da competição hídrica entre o relvado e a videira.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afonso, J.M., Monteiro A.M., Lopes C.M. e Lourenço J., (2003). Enrolvamento do solo em vinha na Região dos Vinhos Verdes. Três anos de estudo na casta 'Alvarinho'. *Ciência Tec. Vitiv.*, 18(2): 47-63.
- Battilani, A. (2000) Application of the regulated deficit of irrigation to grapevines (*Vitis vinifera*) in a sub-humid area. Proc. 3<sup>rd</sup> IS. On Irrigation Hort. Crops. *Acta Horticulturae* 537, 887-893.
- Crozier P., (1998). Enherbement permanent et mulch: aspects agronomiques. *Phytoma*, **511**, 42-45.
- Dokoozlian, N.K., Kliewer, W.M. (1996). Influence of light on grape berry growth and composition varies during fruit development. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* **121**, 869-874.
- Dry, P.R., Loveys, B.R., McCarthy, M.G., Stoll, M (2001). Strategic irrigation management in Australian vineyards. *Journal International de Science de la Vigne et du Vin* 35(3), 129-139.
- Geoffrion, R. (2000). L'enherbement permanent contrôlé des sols viticoles. Vinte ans de recherches sur le terrain en Anjou. *Phytoma*, **530**, 28-31.
- Geoffrion, R. (2000). L'enherbement permanent contrôlé des sols viticoles. Vingt ans de recherches sur le terrain en Anjou. *Phytoma* 530, 28-31.
- Guidoni, S., Ferrandino, A., Novello, V. (2008). Effects of seasonal and agronomical practices on skin anthocyanin profile of Nebbiolo grapes. *Am. J. Enol. Vitic.*, 59:1:22-29.
- Lopes, C.M., Vicente-Paulo, J., Santos, T., Rodrigues, M.L., Barroso, J., Chaves, M. M. (2001). An attempt to quantify grapevine water stress in a mediterranean environment. *Compte Rendu XII<sup>èmes</sup> Journées GESCO, Agro Montpellier/ENSAM, Montpellier, França, 3-7 Julho, Vol. 1: 43-48.*
- Lopes, C.M., Monteiro, A., Machado, J.P., Fernandes, N., Araújo, A. (2008). Cover cropping in a slopping non-irrigated vineyard: II - Effects on vegetative growth, yield, berry and wine quality of 'Cabernet Sauvignon' grapevines. *Ciência Tec. Vitiv.* **23**(1): 37-43.
- Lopes, C.M., Monteiro, A., Rückert, E., Grüber, B., Steinberg, B., Schultz, H.R. (2004). Transpiration of grapevines and co-habiting cover crop and weed species in a vineyard. A "snapshot" at diurnal trends. *Vitis*, **43**(2), 111-117.
- Loveys, B.R., Dry, P.R., Stoll, M., McCarthy, M.G. (2000) Using plant physiology to improve the water efficiency of horticultural crops. *Acta Horticulturae* 537(1), 187-197.
- Loveys, B.R., Davies, W.J. (2004). Physiological approaches to enhance water use efficiency in agriculture: exploiting plant signalling in novel irrigation practice. In Bacon M. (Eds.), *Water use efficiency in Plant Biology*, Blackwell, Blackwell Publishing. pp. 113-141.
- Maigre, D., Aerny, J. (2001). Enherbement permanent et fumure azotée sur cv. Gamay dans le Valais central. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, **33**, 145-150.

- McCarthy, M.G. (2000). Regulated deficit irrigation and partial rootzone drying as irrigation management techniques for grapevines. In: *Deficit Irrigation Practices*, FAO, Roma: 79-97.
- Monteiro, A., Lopes, C.M., Machado, J.P., Fernandes, N., Araújo, A., Moreira, I., (2008). Cover cropping in a sloping non-irrigated vineyard: II – Effects on weed composition and dynamics. *Ciência Téc. Vitiv.* **23**(1): 29-36.
- Monteiro, A., Lopes, C.M., Afonso, J.M., Machado J.P, Lourenço, J., Fernandes, N., Carvalho L. Moreira, I. (2004). Envolvimento da vinha: dois casos de estudo – Monção e Alenquer. *Actas 6º Simpósio Vitivinicultura do Alentejo, ATEVA/CCRA (ed.)*, Évora, Vol. 1: 253-261.
- Monteiro, A., Lopes, C.M. (2007). Influence of cover crop on water use and performance of vineyard in Mediterranean Portugal. *Agri. Ecosyst. Environ.*, **121**:336-342.
- Morlat, R., Jacquet, A., Asselin, C. (1993). L'enherbement permanent contrôlé des sols viticoles: Principaux résultats obtenus en Anjou. *GESCO. 7<sup>ème</sup> Colloque Viticole et Oenologique*, 89-95
- Pacheco, C.M.A., Laureano, O., Tomé J.A. (1991). Culture et non culture de la vigne: résultats de production, vigueur e et composition des mouts, sur huit années d'essais. *Annales ANPP*, **3**, 249-255.
- Pieri, P., Riou, C.F., Dubois, C. (1999). Competitions for nitrogen and water in two vine grass systems – application of a water balance model. *Acta Hort.*, 493, 89-96.
- Poni, S., Casalini, L., Bernizzoni, F., Civardi, S., Intrieri, C. (2006). Effects of early defoliation on shoot photosynthesis, yield components and grape composition. *Am. J. Enol. Vitic.*, 57:4:397-407.
- Santos, T., Lopes, C.M., Rodrigues, M.L, Souza, C.R., Maroco, J., Pereira, J.S., Silva J. R., Chaves, M.M. (2007). Partial rootzone drying irrigation affects cluster microclimate improving fruit composition of 'Moscatel' field-grown grapevines. *Scientia Horticulturae* , **112**:321-330.
- Santos, T., Lopes, C.M., Rodrigues, M.L, Souza, C.R., Silva, J.R., Maroco, J., Pereira, J.S., Chaves, M.M. (2005). Effects of partial root-zone drying irrigation on cluster microclimate and fruit composition of field-grown Castelão grapevines. *Vitis*, 44(3): 117-125.
- Santos, T., Souza, C.R., Lopes, C.M., Rodrigues, M.L., Maroco, J., Pereira, J.S., Silva J. R., Chaves, M.M., (2003). Partial rootzone drying: Effects on growth and fruit quality of field-grown grapevines (*Vitis vinifera*). *Functional Plant Biology*, 30: 663-671.
- Spayd, S.E., Tarara, J.M., Mee, D.L., Ferguson, J.C. (2002) Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot berries. *American Journal of Enology and Viticulture* 53(3), 171-182.
- Spring, J.L., Mayor, J.Ph. (1996). L'entretien des sols viticoles. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hort.*, **28**, 83-86.
- Wample, R.L. (2000). Regulated deficit irrigation as a water management strategy in *vitis vinifera* production. In: *Deficit Irrigation Practices*, FAO, Roma: 89-100.