

10º SIMPÓSIO DE VITIVINICULTURA DO ALENTEJO (2º Volume)

4 – 5 – 6 DE MAIO 2016

Organizado por:

ATEVA – Associação Técnica dos Viticultores do Alentejo

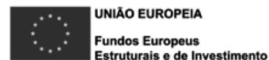
CVRA – Comissão Vitivinícola Regional Alentejana

CCDRA – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento da Região Alentejo

DRAPAL – Direção Regional de Agricultura e Pescas do Alentejo

UE – Universidade de Évora

Com o patrocínio de:



Com o apoio de:



ATAS

Comissão Executiva

ATEVA – Francisco Mata

CVRA – Francisco Mateus

CCDRA – Francisco Sabino

DRAPAL - Francisco Murteira

UE – João Mota Barroso

Conselho Científico

Professora Helena Oliveira – Instituto Superior de Agronomia

Professor António Mexia - Instituto Superior de Agronomia

Professora Cecília Rego - Instituto Superior de Agronomia

Dr. António Sérgio Curvelo Garcia – Estação Vitivinícola Nacional

Professor Dr. Jorge Ricardo Silva - Instituto Superior de Agronomia

Professor Antero Martins - Instituto Superior de Agronomia

Dr. José Eduardo Jorge Eiras-Dias - Estação Vitivinícola Nacional

Professor Rogério Albino Neves de Castro - Instituto Superior de Agronomia

Professor João Manuel Mota Barroso – Universidade de Évora

Professora Raquel Ventura - Universidade de Évora

Professor Dr. José Veríssimo – Instituto Superior de Economia e Gestão

Professora Maria João Cabrita - Universidade de Évora

Professor Carlos Lopes - Instituto Superior de Agronomia

SESSÃO I

Sessão de Abertura - Presidida por Sua Ex^a Ministro da Agricultura, Florestas e Desenvolvimento Rural, Dr. Luís Manuel Capoulas Santos

Alocações de Boas Vindas e de Introdução ao Simpósio pelas Entidades Organizadoras

- Dr. Roberto Grilo - Presidente da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Alentejo
- Prof. Ana Costa Freitas - Reitora da Universidade de Évora
- Eng^o Francisco Mateus – Presidente da Direcção da Comissão Vitivinícola Regional do Alentejo
- Eng^o Francisco Murteira – Diretor Regional de Agricultura e Pescas do Alentejo
- Sr. Hernâni Ventura Capucho – Presidente da Direcção da Associação Técnica dos Viticultores do Alentejo

SESSÃO II

Material Vegetal

Presidente da sessão: Dr. José Eduardo Jorge Eiras-Dias (Estação Vitivinícola Nacional)

CONFERÊNCIA I

Doenças do Lenho – David Gramaje - «Manejo de las enfermedades fúngicas de la madera de la vid en viveros y nuevas plantaciones»

SESSÃO II

Fitossanidade

Presidente da Sessão: Prof. António Mexia (ISA Lisboa)

SESSÃO III

Enologia 1

Presidente da Sessão: Prof. Dr. Jorge Ricardo Silva (ISA Lisboa)

CONFERÊNCIA II

Economia – Mike Veseth – Wine Wars: Key Trends in the Global Wine Economy

Moderador: A confirmar

SESSÃO IV

Enologia 2

Presidente da Sessão: Prof. António Sérgio Curvelo Garcia (Estação Vitivinícola Nacional)

CONFERÊNCIA III

Mercados Internacionais – Nuno Vale (Viniportugal) – Desafios do Sector à Promoção Internacional

Moderador: Engº Francisco Mateus (CVRA)

SESSÃO V

Tecnologia Vitícola 1

Presidente da Sessão: Prof. Rogério de Castro (ISA Lisboa)

Conferência IV

Sustentabilidade – Ettore Capri – Building National and International Stakeholder Platform for the Wine Sustainability

Moderador: Engº João Barroso (CVRA)

SESSÃO VI

Tecnologia Vitícola 2

Presidente da Sessão: Prof. Jorge Queiroz (Universidade do Porto)

SESSÃO VII

Viticultura e Terroir

Presidente da Sessão: Prof. João Mota Barroso (Universidade de Évora)

CONFERÊNCIA VI

Vinho de Talha – Paul White (Oxford University) e Irakli Cholobargia (National Wine Agency, Georgia) - As novas tendências

Moderadora: Prof. Raquel Ventura (Universidade de Évora)

SESSÃO VIII

Economia e Marketing

Presidente da Sessão: Prof. Raquel Ventura (Universidade de Évora)

SESSÃO DE ENCERRAMENTO - Presidida por Sua Ex^a o Secretário de Estado da Agricultura e Alimentação, Dr. Luís Medeiros Vieira

ALOCUÇÕES DE ENCERRAMENTO

- Dr. Roberto Grilo - Presidente da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Alentejo
- Prof. Ana Costa Freitas - Reitora da Universidade de Évora
- Eng^o Francisco Mateus – Presidente da Direcção da Comissão Vitivinícola Regional do Alentejo
- Eng^o Francisco Murteira – Diretor Regional de Agricultura e Pescas do Alentejo
- Sr. Hernâni Ventura Capucho – Presidente da Direcção da Associação Técnica dos Viticultores do Alentejo

A FITO-MONITORIZAÇÃO COMO FERRAMENTA DE APOIO À GESTÃO DA REGA DEFICITÁRIA NA VINHA – ESTUDO DE CASO NO ALENTEJO

R. EGIPTO¹; A. BARRIGUINHA²; J. SILVESTRE^{1,3}; N. CARVALHO²; M. NETO^{2,4}; M. COSTA^{1,5}; C.M. LOPES¹

RESUMO

Na produção de uvas para vinhos tintos é reconhecida a importância da obtenção de um stresse hídrico moderado de forma a permitir um balanço equilibrado entre crescimento vegetativo e reprodutivo e, consequentemente, bons rendimentos de elevada qualidade. Em vinhas regadas, a obtenção deste stresse moderado e sua correcta adequação à fase fenológica da videira, exige uma gestão cuidada das designadas “Estratégias de Rega Deficitária” para a qual é necessário conhecer, em tempo real, o maior número possível de indicadores, desde os indicadores ambientais (variáveis climáticas e teor de humidade do solo) aos indicadores da planta (aparência da vegetação e indicadores fisiológicos). No âmbito do projecto europeu Innovine (FP7/2007-2013, nº 311775) a empresa Agri-Ciência, em colaboração com o ISA e ITQB, desenvolveu um sistema de monitorização, integração e análise dinâmica e em tempo real de dados obtidos de fontes diversas (clima, solo e planta). Várias ilhas de sensores foram instaladas numa vinha da Herdade do Esporão, em Reguengos de Monsaraz, num ensaio de avaliação do impacto de duas estratégias de rega deficitária em duas castas tintas (Touriga Nacional e Aragonez). Foi desenvolvido um painel digital “dashboard”, para recolha, processamento, análise e disponibilização da informação quer referente às ilhas de sensores quer aos dados da estação meteorológica, permitindo visualizar e manipular os dados recolhidos em tempo real. O conjunto de dados obtidos foi utilizado para estudo das relações entre as variáveis ambientais (clima e solo) e parâmetros fisiológicos (potencial hídrico foliar e temperatura da folha e bagos) de forma a gerar indicadores/modelos passíveis de serem integrados num sistema de apoio à decisão para condução da rega deficitária da vinha. Neste trabalho apresentam-se e discutem-se algumas das relações encontradas.

Palavras chave: Fito-monitorização, rega deficitária, fito-sensores, sistemas de apoio à decisão, videira.

¹ LEAF, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa.

² Agri-Ciência, Consultores de Engenharia Lda, Av. Defensores de Chaves, 71 - 1º Esq.; 1000-114 Lisboa.

³ Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária I.P., Pólo de Dois Portos, Quinta da Almoíña, 2565-191 Dois Portos.

⁴ Nova Information Management School, Universidade Nova de Lisboa, Campus de Campolide, 1070-312 Lisboa, Portugal

⁵ LEM-ITQB, UNL, Apartado 127, 2780-901 Oeiras.

1. INTRODUÇÃO

Na produção de uvas para vinhos tintos é reconhecida a importância da obtenção de um stress hídrico moderado de forma a permitir um balanço equilibrado entre crescimento vegetativo e reprodutivo e, conseqüentemente, bons rendimentos de elevada qualidade. Em vinhas regadas, a obtenção deste stress moderado e sua correcta adequação à fase fenológica da videira, exige uma gestão cuidada das designadas “Estratégias de Rega Deficitária” para a qual é necessário conhecer, em tempo real, o maior número possível de indicadores, desde os indicadores ambientais (variáveis climáticas e teor de humidade do solo) aos indicadores da planta (aparência da vegetação e indicadores fisiológicos). A aplicação com sucesso da Rega Deficitária exige uma grande atenção à época de aplicação do défice hídrico e ao nível de stress hídrico adequado para cada objectivo de produção.

Se não for bem conduzida a Rega Deficitária pode provocar perdas exageradas de rendimento por redução exagerada do tamanho do bago. Para além disso, em casos de vagas de calor, as estratégias de rega deficitária apresentam elevados riscos de escaldão de folhas e cachos (LOPES *et al.*, 2014).

A gestão da rega pode ser obtida através da utilização de várias técnicas. Entre as técnicas mais utilizadas está a monitorização da evapotranspiração cultural (ETc), obtida pelo produto da evapotranspiração de referência (ETo - calculada a partir de dados meteorológicos) com o coeficiente cultural (Kc - função da expressão vegetativa da cultura; $ETc = ETo * Kc$). Contudo, esta técnica, apesar de permitir estimar a dotação a aplicar em determinado momento, tem por base apenas a estimativa da demanda atmosférica, não tendo em consideração quer a quantidade de água disponível no solo quer o nível de stress das plantas. Para além disso, dado que a videira possui capacidade de controlar a sua abertura estomática, gerindo deste modo as perdas de água por transpiração, as estratégias de gestão de rega com base em variáveis ambientais podem sobrestimar as necessidades hídricas das videiras (LOVEYS e PING, 2002).

As metodologias de gestão de rega baseadas na monitorização do estado hídrico da videira, são consideradas as mais adequadas para a condução da rega deficitária controlada, onde a imposição de um stress hídrico moderado em períodos chave do seu ciclo vegetativo é fundamental para a produção de vinhos de elevada qualidade. Assim, medições periódicas de parâmetros fisiológicos, como a condutância estomática, o potencial hídrico (foliar, de base ou do ramo), a composição isotópica do carbono assimilado ($\delta^{13}C$), ou registos contínuos da transpiração (sondas de fluxo de seiva), das flutuações de diâmetro do tronco e da temperatura das folhas podem ser usados de forma directa ou indirecta como indicadores quer do estado hídrico da videira quer das necessidades de rega (ACEVEDO- OPAZO *et al.*, 2008).

Neste trabalho, utilizando dados obtidos por um conjunto de sensores (clima, solo e planta) instalados em 4 ilhas de fitomonitorização numa vinha no Alentejo, estudaram-se as relações entre variáveis ambientais e fisiológicas com vista à obtenção de indicadores/modelos passíveis de serem integrados num sistema de apoio à decisão para condução da rega deficitária da vinha.

2. MATERIAL E MÉTODOS

No âmbito do projecto europeu Innovine (FP7/2007-2013, nº 311775) a empresa Agri- Ciência, em colaboração com os dois parceiros portugueses do projecto (ISA e ITQB), desenvolveu um sistema de monitorização, integração e análise dinâmica em tempo real de dados climáticos, de humidade do solo e de parâmetros fisiológicos da videira medidos em várias ilhas de sensores instalados numa vinha comercial. Cada ilha de fitomonitorização é constituída por (i) um sensor de humidade do solo, com três sondas capacitivas a 20, 40 e 60 cm de profundidade, (ii) um dendrómetro, para medição da variação do diâmetro do tronco, (iii) um sensor de fluxo de seiva do tipo Granier, (iv) um humectometro, para medição da duração da folha molhada e (v) nove termopares, três em folhas de diferentes exposições e seis em bagos localizados em zonas distintas da sebe e em cada um dos lados do cacho (Fig. 1).

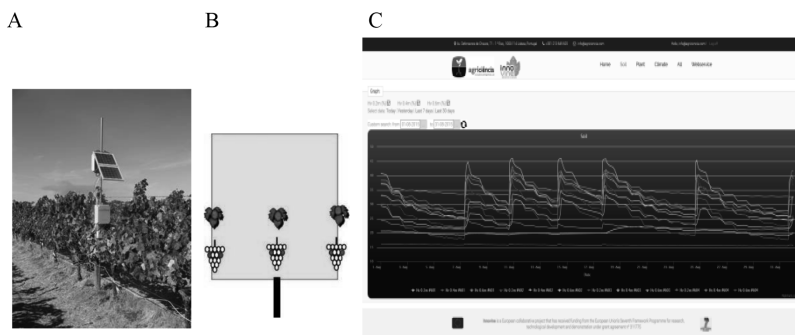


Figura 1. Foto de uma ilha de sensores (A); esquema da localização dos sensores de temperatura nas folhas e cachos (B) e Dashboard criado pela AgriCiência para recolha e disponibilização de dados (C).

As ilhas de fitomonitorização foram instaladas em 2013, na Herdade do Esporão, Reguengos de Monsaraz, num ensaio de avaliação do efeito de duas estratégias de rega deficitária (“Sustainable Deficit Irrigation” - SDI vs “Regulated Deficit Irrigation” - RDI) no comportamento fisiológico e agronómico das castas Aragonez e Touriga Nacional. As videiras do ensaio encontram-se enxertadas no porta-enxerto 1103 P, dispostas no compasso 3 x 1.5 m, conduzidas em monopiano vertical ascendente e podadas em Cordão Royat bilateral, com *ca* de 15 a 16 olhos por videira (33 a 35000 olhos/ha).

O solo é do tipo franco-arenoso a franco-argilo-limoso, com pH=7-7.6, com teor baixo de matéria orgânica e elevado em P₂O₅ e K₂O.

Recolheram-se dados relativos aos ciclos vegetativos de 2013 a 2015. Todos os dados foram recolhidos por sensores ligados a um sistema de aquisição de dados com GSM para comunicação em tempo real via web com um servidor central. Os dados foram transferidos automaticamente através de um servidor FTP e inseridos

numa base de dados por intermédio de um procedimento automático programado no servidor central. Foi desenvolvido um serviço Web para permitir o processamento e integração dos dados provenientes da estação meteorológica e dos diferentes sensores na infraestrutura tecnológica que suporta o painel digital (“dashboard”) de visualização. Para permitir uma melhor interpretação e manipulação do grande volume de dados recolhido, com o objectivo central de fornecer informação útil ao decisor, foi utilizada uma abordagem de “Business Intelligence”. Os dados foram recolhidos dos sensores, processados e carregados numa base de dados desenhada segundo um modelo multidimensional com o propósito específico de facilitar processos de consulta e análise (“data warehouse”) e finalmente disponibilizados através de um painel digital (“dashboard”). O painel digital pode ser acedido via navegador “web”, onde é possível visualizar e manipular todos os dados. Este painel digital é uma interface simples e de fácil leitura que permite mostrar ao utilizador, em tempo real, uma representação gráfica da situação actual e das tendências históricas, permitindo uma rápida tomada de decisões (ex. Fig. 1C).

Paralelamente, durante o período de rega (antes e após rega), foi medido o potencial hídrico foliar de base (Ψ_{pd}), através de uma camara de pressão, e o teor de humidade do solo, através de uma sonda capacitiva portátil, em tubos de acesso complementares (dados não apresentados). Os dados de humidade volúmica do solo foram transformados em fracção de água transpirável (FTSW).

Os dados obtidos nas ilhas de fitomonitorização foram usados no estudo das relações entre as variáveis climáticas, humidade do solo e potencial de base de forma a permitir a obtenção de indicadores do estado hídrico e do nível de stresse suportado pela videira, com vista à sua integração num sistema de informação (DSS) de apoio à gestão da rega deficitária, acessível ao viticultor em tempo real.

Foi elaborado um modelo de regressão logaritmica entre o Ψ_{pd} (medido imediatamente antes e após rega), variável dependente, e a humidade do solo (variável independente) expressa em FTSW.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Evolução do teor de humidade do solo e sua relação com o potencial hídrico foliar de base

O teor de humidade do solo, expresso em FTSW, apresentou uma evolução decrescente ao longo do período de rega de 2013 oscilando entre 60-80% em Junho até ca de 20% no final de Agosto (Fig. 2A). Os valores do Ψ_{pd} (dados não apresentados) também apresentaram um padrão decrescente ao longo do ciclo variando entre -0.12 e -0.22 MPa em Junho e - 0.28 e -0.55 MPa no final de Agosto.

O potencial hídrico foliar de base, para além de ser um indicador robusto do estado hídrico da planta, é um bom indicador da reserva de água do solo na zona onde as raízes se encontram a extrair água (LOPES *et al.*, 1998). No sentido de testar a possibilidade de usar a FTSW como estimador do Ψ_{pd} foram efectuadas regressões entre

o ψ_{pd} (variável dependente), e a humidade do solo (variável independente) expressa em FTSW (Fig. 2B). Verifica-se que a resposta do ψ_{pd} à variação da FTSW não é linear. Com efeito, para variações da FTSW entre *ca* de 50 e 100% não se observam importantes variações do ψ_{pd} parecendo indicar que, nessa gama de teores de humidade do solo, o estado hídrico da videira medido de madrugada é insensível às variações de humidade do solo. Todavia, quando a FTSW desce abaixo de *ca* de 50% começa a evidenciar-se uma descida do ψ_{pd} indicando que os baixos valores de água no solo não permitiram à videira o total restabelecimento do seu estado hídrico durante a noite. Os elevados coeficientes de determinação obtidos para qualquer das 2 castas ($R^2 = 0.74$ e 0.76 respectivamente para as

castas Aragonez e Touriga Nacional) mostram que a FTSW explica uma elevada percentagem da variabilidade do ψ_{pd} tal como reportado por PELLEGRINO *et al.* (2006).

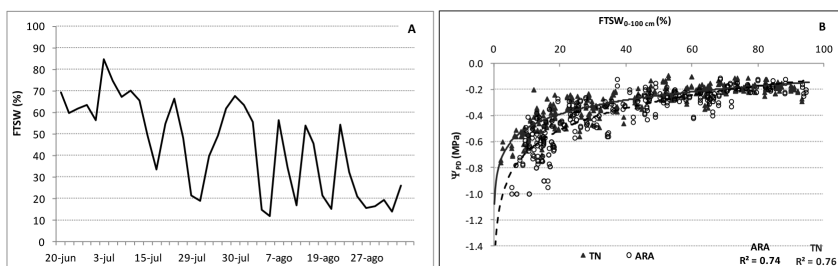


Figura 2. A- Evolução da fracção de água facilmente transpirável (FTSW, em % da reserva útil) do solo ao longo do ciclo vegetativo de 2013; B- Análise de regressão entre o potencial hídrico foliar de base (ψ_{pd} – variável dependente) e a fracção de água do solo facilmente transpirável (FTSW – variável independente) para as castas Touriga Nacional (▲ —) e Aragonez (○ ---).

3.2. Temperatura da folha

Os dados dos termopares instalados nas folhas permitem avaliar a temperatura da folha em função da sua exposição no coberto vegetal, a cada intervalo de registo (neste caso 30 minutos). No gráfico da figura 3 apresenta-se um exemplo da evolução da temperatura da folha, de acordo com a sua localização na sebe, ao longo de 2 dias de Verão na casta Aragonez, modalidade SDI, após paragem da rega (1 e 2 de Setembro de 2014). Durante a manhã a maior diferença de temperatura entre folhas ocorre *ca* das 10:30 h, onde a folha exposta do lado nascente atinge temperaturas *ca* de 6.5°C superiores à da folha do lado poente. No final da manhã a folha nascente atinge uma temperatura *ca* de 4°C superior à temperatura do ar. Durante a tarde verifica-se uma situação oposta por volta das 17:00h, em que a folha exposta a poente apresenta a temperatura máxima de 46.9°C que é *ca* de 11° C superior à temperatura do ar e 6.8°C superior à temperatura registada na folha nascente.

A folha do interior do coberto apresenta, em geral, temperaturas similares ou inferiores às registadas nas folhas expostas.

Esta evolução diurna da temperatura da folha mostra que, durante parte do dia, as folhas se encontram a temperaturas acima do óptimo para a fotossíntese o que se traduz em fecho estomático com consequente redução da assimilação de carbono pela planta (FLEXAS *et al.*, 2002; CHAVES *et al.*, 2007; SANTOS *et al.*, 2007). Por outro lado, a redução da transpiração leva a uma menor dissipação do calor e consequente anormal aquecimento das folhas (COSTA *et al.*, 2016) podendo verificar-se, em casos de dias muito quentes, a ocorrência de senescência precoce e/ou escaldão. Assim, a monitorização da temperatura das folhas como indicador de stresse térmico da planta revela-se de maior importância para a compreensão do efeito da rega deficitária no funcionamento fisiológico da videira.

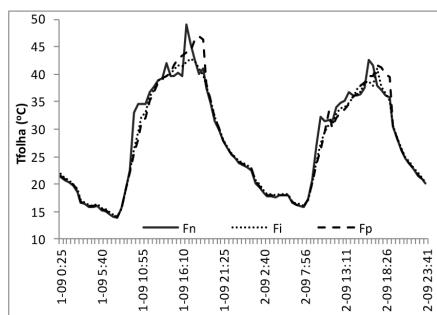


Figura 3 – Evolução diária da temperatura de folhas expostas a nascente (Fn), expostas a poente (Fp) e no interior da sebe (Fi). Dados obtidos na casta Aragonez, na modalidade SDI, nos dias 1 e 2 de Setembro de 2014.

3.3. Temperatura do bago

Na figura 4 apresenta-se um exemplo da evolução da temperatura em 6 bagos (2 de cada um dos 3 cachos amostrados na modalidade SDI da casta Aragonez; *vide* Fig. 1B), nas mesmas datas reportadas para a temperatura da folha. Tal como observado nas folhas também os bagos apresentam variações de temperatura de acordo com a localização do cacho e com a face do cacho onde se insere o bago. A meio da manhã, o bago do lado nascente atinge uma temperatura superior ao bago do lado poente (*ca* + 12°C), verificando-se durante a tarde a situação oposta. Em geral, e tal como seria de esperar em resultado do aquecimento provocado pela radiação solar, os bagos expostos (da face Este do cacho nascente e face Oeste do cacho poente) são os bagos que apresentam a maior diferença relativamente à temperatura do ar tendo-se atingido + 12.6°C no bago exposto a Oeste. Em qualquer dos 2 dias amostrados (dias quentes com temperatura do ar máxima de 40 e 35.7°C, no primeiro e segundo dia, respectivamente) verifica-se que, durante uma boa parte do dia, qualquer dos bagos apresenta temperaturas superiores a 35°C, consideradas limitantes para a síntese e/ou degradação de antocianinas (BERGQVIST *et al.*, 2001; SPAYD *et al.*, 2002).

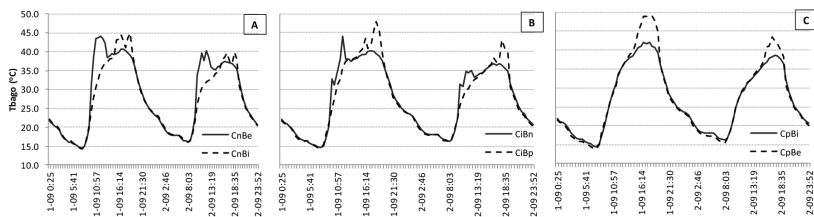


Figura 4. A – Evolução diária da temperatura de bagos da face exposta (CnBe) e da face interior (CnBi) de cachos expostos a nascente, B - de bagos da face nascente (CiBn) e da face poente (CiBp) de cachos do interior da sebe e C - de bagos da face exposta (CpBe) e da face interior (CpBi) de cachos expostos a poente. Dados obtidos na casta Aragonez, na modalidade SDI, nos dias 1 e 2 de Setembro de 2014.

4. CONCLUSÕES

Atendendo ao elevado número de dados colhidos e ao facto da sua análise ainda se encontrar em curso, as conclusões ora apresentadas têm cariz preliminar devendo ser aprofundadas no futuro após uma análise detalhada e integrada dos vários anos de dados.

Os elevados coeficientes de determinação obtidos na relação entre o —pd e a FTSW, em ambas as castas, permite considerar a FTSW como um estimador robusto do potencial hídrico foliar de base e, consequentemente, preconizar a sua utilização na “DSS” de apoio à gestão da rega da vinha em substituição do potencial de base que é um método que tem várias desvantagens: destrutivo, não automático e descontinuo no tempo e tem de ser feito de madrugada.

Os dados dos sensores da temperatura da folha constituem também informação muito importante para a gestão da rega deficitária pois poderão ser incorporados na DSS de forma a constituírem informação que permita dar alertas para iniciar a rega quando a temperatura atinja valores considerados perigosos para a manutenção da actividade fisiológica da folha (por ex. em casos de ondas de calor).

Os dados da temperatura dos bagos constituem também informação fundamental para avaliar o efeito indirecto da rega deficitária na composição da uva via alteração do microclima térmico e luminoso dos cachos por redução do crescimento vegetativo e/ou promoção da senescência foliar. Esta questão torna-se ainda mais importante em situações de clima mediterrânico, como é o caso da região do Alentejo, onde a probabilidade de ocorrência de ondas de calor é elevada. Assim, no âmbito da DSS de gestão da rega deficitária que se encontra em desenvolvimento, prevemos incluir a temperatura dos bagos como uma variável indicativa quer do efeito da rega deficitária na eficiência térmica para a biossíntese de antocianinas quer de alerta para casos de ondas de calor.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho insere-se no âmbito do projecto europeu Innovine - “Combining innovation in vineyard management and genetic diversity for a sustainable European viticulture” - que foi financiado pelo 7º Programa Quadro da Comunidade Europeia (FP7/2007-2013) nº FP7-311775. Agradecemos também à Herdade do Esporão pela disponibilidade das parcelas de vinha do ensaio e apoio ao longo da execução dos trabalhos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo-Opazo C, Tisseyre B, Ojeda H, Ortega-Farias S, Guillaume S. 2008. Is it possible to assess the spatial variability of vine water status? *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 42(4): 203-219.
- Bergqvist J., Dokoozlian N., Ebisuda N., 2001. Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the Central San Joaquin Valley of California. *American Journal of Enology and Viticulture*, 52: 1-7.
- Chaves MM, Santos TP, Souza CR, et al. 2007. Deficit irrigation in grapevine improves water-use efficiency while controlling vigour and production quality. *Annals of Applied Biology*, 150: 237–252.
- Costa JM, Vaz M, Escalona J, Egipto R, Lopes C, Medrano H, Chaves MM. 2016. Modern viticulture in southern Europe: Vulnerabilities and strategies for adaptation to water scarcity. *Agricultural Water Management*, 164: 5-18.
- Flexas J, Bota J, Escalona JM, Sampol B, Medrano H. 2002. Effects of drought on photosynthesis in grapevines under field conditions: an evaluation of stomatal and mesophyll limitations. *Functional Plant Biology*, 29: 461–471.
- Lopes, C.M., Pacheco, C.A., Vicente-Paulo, J. e Rodrigues, M.L., 1998. Interesse do potencial hídrico foliar de base como indicador da actividade fisiológica da videira. *Actas do 4º Simp. Vitivinicultura Alentejo*, ATEVA/CCRA, Évora, 20-22 Maio 1998, 97-102.
- Lopes CM, Costa JM, Monteiro A, Egipto R, Tejero I, Chaves MM. 2014. Varietal behavior under water and heat stress. *Proceedings of the 2nd Int. Symp. Exploitation of autochthonous and more common vine varieties*. Oenoviti Int. Network, Geisenheim, 3-5 Nov 2014.
- Loveys B e Ping L. 2002. Plant response to water – new tools for vineyard irrigators. *Proceedings of the ASVO Seminar, Managing Water*, Mildura, Victoria, 12 July 2002, Australian Society of Viticulture and Oenology.
- Pellegrino A, Gozé E, Lebon E e Wery J. 2006. A model-based diagnosis tool to evaluate the water stress experienced by grapevine in field sites. *Europ. J. Agronomy*, 25: 49-59.
- Santos T, Lopes CM, Rodrigues ML, et al. 2007. Partial rootzone drying irrigation affects cluster microclimate improving fruit composition of ‘Moscatel’ field-grown grapevines. *Scientia Horticulturae*, 112: 321–330.
- 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: 171-182.

DINÂMICA HÍDRICA EM RAÍZES E TRONCO DE VIDEIRA SOB REGIME DE SEQUEIRO NA REGIÃO DEMARCADA DO DOURO

Aureliano C. MALHEIRO ⁽¹⁾; Isabel FERREIRA ⁽²⁾; Nuno CONCEIÇÃO ⁽²⁾; Steve GREEN ⁽³⁾

RESUMO

A disponibilidade hídrica do solo influencia diferentes processos fisiológicos da videira, como sejam a fotossíntese e a transpiração. Uma vez que a Região do Douro (à semelhança de outras regiões portuguesas) é caracterizada por Verões quentes e secos e uma viticultura tradicionalmente não regada, torna-se crítica a compreensão de estratégias de sobrevivência hídrica da videira. Deste modo, em 2012, foi medido continuamente o fluxo de seiva xilémica (método de “compensated heat-pulse”) no tronco e raízes de videiras adultas em regime de sequeiro, na Granja-Alijó. Durante os períodos mais secos, verificou-se uma diminuição nos valores da transpiração (particularmente em torno do meio-dia solar), a que se seguiram visíveis aumentos de fluxo após eventos de precipitação no final do Verão, evidenciando condições de stress hídrico, seguido de recuperação pela planta após o aumento da disponibilidade de água no solo. Além disso foram igualmente observados significativos fluxos de seiva xilémica no tronco e raízes durante os períodos noturnos, evidenciando uma relação com elevados défices de tensão de vapor em noites quentes e ventosas. Estes fluxos noturnos também podem estar associados com a dinâmica de reidratação e gestão da água pela planta. A possível existência de fluxos negativos (fluxo reverso) foi ainda examinada.

Palavras-chave: fluxo de seiva, estratégias de sobrevivência hídrica, gestão de água

⁽¹⁾ Centro de Investigação e de Tecnologias Agro-Ambientais e Biológicas, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 5001-801 Vila Real, Portugal, correio eletrónico: amalheir@utad.pt

⁽²⁾ DCEB – Centro de Engenharia de Biosistemas, Universidade de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, 1349-017 Lisboa, Portugal, correio eletrónico: isabelferreira@isa.ulisboa.pt

⁽³⁾ Plant & Food Research, Palmerston North, Nova Zelândia, steve.green@plantandfood.co.nz

INTRODUÇÃO

Na Região Demarcada do Douro a precipitação é muitas vezes insuficiente para colmatar as necessidades em água da videira e défices hídricos elevados na camada superior do solo podem desenvolver-se facilmente durante o Verão (Ferreira *et al.*, 2012a). Além disso, sendo esta cultura tradicionalmente não regada na região, os viticultores contam principalmente com a água das chuvas de Outono-Inverno armazenadas em camadas de solo relativamente profundas. Deste modo, um sistema radicular profundo é fundamental para a sobrevivência da videira durante o período mais seco. Assim a redistribuição de água no interior da planta, particularmente entre as raízes, tem sido identificada como uma estratégia de sobrevivência crucial (Ferreira *et al.*, 2013; Smart *et al.*, 2005). O armazenamento de água em espécies lenhosas perenes (Goldstein *et al.*, 1998) pode também desempenhar um papel importante, numa base diária, em resposta a elevadas demandas de transpiração, particularmente sob condições de escassez de água, usando água que foi armazenada por órgãos da planta durante a reidratação noturna. No entanto, os mecanismos geralmente considerados mais importantes para a sobrevivência da planta, em um ambiente quente e seco, são o controlo estomático de forma a reduzir a transpiração (Dinis *et al.*, 2014), assim como o ajuste da área foliar total.

A transpiração das plantas pode ser determinada indiretamente, medindo a evapotranspiração menos a evaporação do solo e/ou diretamente através da medição do fluxo de seiva xilémica, desde que seja realizada uma calibração adequada (Ferreira *et al.*, 2012a). A literatura recente mostrou que de entre as técnicas de fluxo de seiva, o método de “compensation heat-pulse” é o mais sensível na deteção de pequenos fluxos (González-Altozano *et al.*, 2008). Outros autores usando medições de fluxo de seiva similares em condições de clima quente e seco, evidenciaram também o uso de água no período noturno, correspondente a transpiração e reidratação em videiras (Fuentes *et al.*, 2014) e amendoeiras (Fuentes *et al.*, 2013). Por outro lado, fluxos negativos (reversos) foram identificados em diferentes espécies em Portugal, incluindo em sobreiro e oliveira sob regime de sequeiro (Ferreira *et al.*, 2013; Nadezhdina *et al.*, 2014). Tais estratégias podem influenciar a economia de água da cultura e serem fundamentais para a sua sobrevivência em climas de tipo mediterrânico e onde a rega não é implementada.

Os objetivos do presente estudo foram: (i) avaliar a dinâmica hídrica em raízes e troncos de videiras adultas, da casta Boal, sob regime de sequeiro, utilizando o método de “compensation heat-pulse” e (ii) identificar possíveis relações com estratégias de sobrevivência da cultura nas condições pedoclimáticas da Região do Douro.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado, em 2012, numa vinha comercial (Granja-Alijó; 41°15' N, 7°28' W, 600 m) da Região Demarcada do Douro. Esta área possui um clima mediterrânico, com uma precipitação média anual de cerca de 630 mm e valores de temperaturas mínimas e máximas médias anuais de 7,7°C e 19,4°C (SMN de 1965),

respetivamente. O solo, de origem xistosa e textura franca, é classificado como um antrossolo árico surrúbico (Agroconsultores e Coba, 1991).

Uma estação meteorológica automática foi instalada nas proximidades da parcela experimental, fazendo o cálculo da evapotranspiração de referência (ET_o; Allen *et al.*,

1998). A vinha foi plantada em 1998 com a casta branca Boal enxertada em 196-17 Cl, com um compasso de 1,0 x 2,2 m e uma orientação este-oeste das linhas. As videiras foram mantidas em regime de sequeiro, com enrelvamento na entrelinha que se tornou senescente durante o verão. A parede de vegetação foi mantida a uma altura média de 1,5 m e o índice de área foliar de 1,3 no final de Agosto (maturação), determinando-se para tal a área foliar total pelo método não destrutivo de Carbonneau (1976). Informações adicionais sobre as condições de humidade do solo, desempenho fisiológico das plantas e produção unitária podem ser encontradas em Dinis *et al.* (2014).

O método de “compensation heat-pulse” (Green *et al.*, 2003, 2008) foi utilizado para medir continuamente o fluxo de seiva xilémica em troncos e raízes de oito videiras. Deste modo, um conjunto de sondas (Tranzflo NZ Ltd, Nova Zelândia) foi colocado no tronco da videira e outro conjunto numa das raízes de maior diâmetro. Os dados foram armazenados em um ‘datalogger’ (Campbell Scientific, Logan, EUA) a intervalos de 15 minutos. O fluxo de seiva (L/h) foi calculado fazendo uso da metodologia descrita por Green *et al.* (2003, 2008). Estes cálculos incluíram uma correção para o efeito da ferida (2,4 mm de diâmetro) no tronco/raiz. A transpiração foi então determinada pela densidade de fluxo de seiva e a respetiva área condutora (Hatton *et al.*, 1990).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 é apresentado o padrão sazonal do fluxo médio diário de seiva xilémica em quatro troncos e as correspondentes quatro raízes. Em termos da dinâmica hídrica das videiras, os valores de fluxos de seiva aumentaram acentuadamente nos troncos (SFs) e raízes (SFr) durante Maio e Junho, correspondente a um período de rápido crescimento vegetativo (o crescimento da raiz atinge geralmente um máximo próximo da floração) e incremento de ET_o. Além disso, houve vários “picos” nos valores de fluxo, particularmente nos troncos, por volta dos finais de Julho e Setembro, associados a ocorrência de chuva. Estes resultados são consistentes com condições de um défice hídrico na videira anterior a eventos de precipitação e uma posterior ligeira recuperação hídrica.

Por outro lado, a evolução dos valores diários de SFs/ET_o foi relativamente estável por meados da estação de crescimento (Figura 2), sugerindo um estado hídrico da videira igualmente estável. Este resultado é consistente com os valores moderados de stress hídrico de Julho a Setembro, baseados em medições do potencial hídrico de base (-3,0/-4,7 MPa; Dinis *et al.*, 2014). Os valores observados para SFs/ET_o (Figura 2) correspondem ao coeficiente cultural basal (K_{cb}) multiplicado pelo coeficiente de stress (K_s). Após significativos eventos de precipitação em Setembro-Outubro (quando podemos assumir um K_s = 1), SFs/ET_o atingiu valores próximos de 0,4 corresponden-

tes ao Kcb esperado (Ferreira *et al.*, 2012a). Estes resultados e a comparação atrás referida salientam que as videiras responderam a um stress hídrico moderado com uma forte redução na transpiração, em comparação com o verificado no início da estação de crescimento.

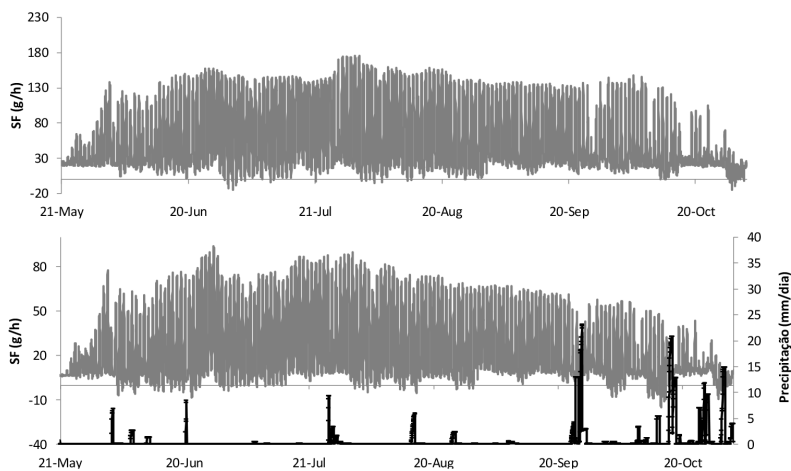


Figura 1 - Evolução sazonal do fluxo de seiva diário (SF) para tronco (painel superior) e raízes (painel inferior) e precipitação total (linha escura, eixo da direita) em 2012.

Note-se que o fluxo de seiva inclui dados de quatro troncos e quatro raízes.

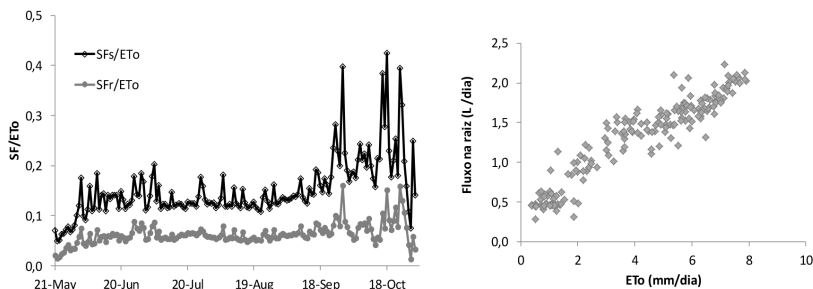


Figura 2 - Evolução sazonal do fluxo de seiva no tronco, SF_t/E_{To} e nas raízes, SF_r/E_{To} com todos os dados calculados em mm/dia (painel esquerdo) e a relação entre E_{To} e o fluxo de seiva na raiz (painel da direita).

Por outro lado, a fração de água disponível na camada superficial do solo (0,3 m) diminuiu para cerca de 5% (v/v) durante o verão (dados não apresentados). Assim, os dados de fluxo de seiva evidenciam que uma das estratégias de sobrevivência das videiras, sob condições de solo seco, foi exibir um fecho estomático ao meio-dia solar, que tende a desaparecer após as chuvas de verão (precipitação em 26-28 de Julho). Interessantemente, os fluxos de seiva foram geralmente positivos durante as noites quentes e ventosas (o período noturno correspondeu a cerca de 20% do fluxo total diário), mas ficaram próximos de zero logo após eventos de precipitação. Estes fluxos noturnos revelaram estar relacionados com défices elevados de tensão de vapor de água (VPD), particularmente a 17 de Julho e 10 de Agosto, quando o fluxo de seiva aumentou independentemente da ocorrência de chuvas (Figura 3).

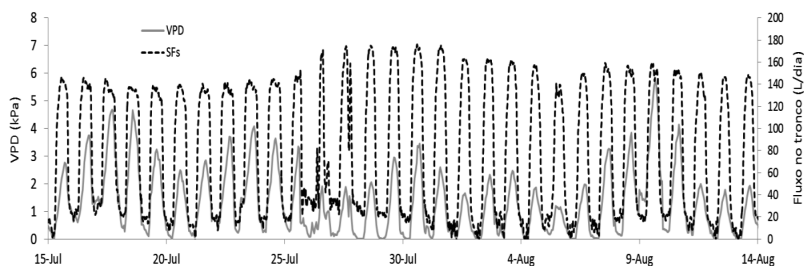


Figura 3 - Evolução do fluxo de seiva no tronco (SFs) e o déficit da tensão de vapor de água (VPD). Note-se os eventos de precipitação na Figura 1.

Além disso existiu uma relação estreita entre ETo e SFr (Figura 2b). Assim, é possível que uma quantidade significativa do fluxo de seiva na raiz tenha sido convertido em transpiração, em vez de suportar o fluxo para reidratação de outras raízes ('hydraulic lift'), como foi descrito ocorrer em oliveiras de sequeiro (Ferreira *et al.*, 2012b), utilizando um método de fluxo de seiva distinto (e.g. Nadezhkina *et al.*, 2014). De facto, os estomas de videira poderão permanecer ligeiramente abertos durante a noite e em condições de elevada VPD, a demanda atmosférica resultante ser o principal factor limitante do uso de água pela planta. No entanto, esta resposta pode ser significativamente reduzida sob condições crescentes de stress hídrico (Fuentes *et al.*, 2014).

Apesar das similares dimensões das diferentes raízes estudadas, foram encontradas diferentes contribuições relativas de fluxo de seiva (SFr), que variaram de 30 a 50% do total diário da videira. Além disso, algumas raízes foram mais ativas do que outras durante a noite (dados não apresentados). Estas diferenças podem ser atribuídas a uma certa redistribuição residual de água ao nível dos órgãos da videira, possivelmente relacionados com o acesso por parte da raiz a água a maiores profundidades ou a heterogeneidade horizontal do solo.

CONCLUSÕES

O método de “compensation heat-pulse” foi utilizado com sucesso na medição de fluxos de seiva xilémica em troncos e raízes de videiras adultas sob regime de sequeiro. Os valores encontrados revelaram a sensibilidade a eventos de precipitação e condições de importante demanda evaporativa atmosférica. Foram ainda observados fluxos de seiva noturnos significativos, relacionados com défices elevados de tensão de vapor em noites quentes e ventosas. Estes fluxos noturnos terão estado possivelmente associados a transpiração noturna em vez de uma dinâmica de reidratação. Estas respostas, combinadas com o aparente fecho estomático ao meio-dia solar, sugerem que as videiras (não regadas) estiveram sob condições de stress hídrico moderado durante períodos de tempo seco. Existiram também alguns sinais, mas sem clara evidência, de redistribuição de água entre raízes durante o período vegetativo, indicado por fluxos de seiva negativos. De facto, este fenómeno parece poder ocorrer em condições ambientais mais extremas à semelhança de outras culturas (e.g. Nadezhkina *et al.*, 2010).

AGRADECIMENTOS

O presente estudo desenvolveu-se no âmbito do projeto PTDC/AAC-AMB/100635/2008 (WUSSIAAME - Uso da água, estratégias de sobrevivência hídrica e impacto de agroquímicos nos recursos hídricos em ecossistemas agrícolas mediterrânicos), financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia. Os autores agradecem igualmente à empresa ‘Real Companhia Velha’ pela colaboração, apoio e disponibilização da parcela experimental na ‘Quinta do Casal da Granja’.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agroconsultores e Coba. 1991. Carta de Solos, Carta de Uso Actual da Terra e Carta de Aptidão da Terra, do Nordeste de Portugal. Vila Real, Portugal.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. e Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. FAO irrigation and drainage paper 56. FAO, Rome.
- Carbonneau, A. 1976. Principes et méthodes de mesure de la surface foliaire. Essai de caractérisation des types de feuilles dans le genre *Vitis*. Ann. Amélior. Plantes, 26(2):327-343.
- Dinis, L.-T., Correia, C.M., Ferreira, H.F., Gonçalves, B., Gonçalves, I., Coutinho, J.F., Ferreira, M.I., Malheiro, A.C. e Moutinho-Pereira, J. 2014. Physiological and biochemical responses of Semillon and Muscat Blanc à Petits Grains winegrapes grown under Mediterranean climate. Sci. Hortic. 175:128–138.
- Ferreira, M.I., Silvestre, J., Conceição, N. e Malheiro, A.C. 2012a. Crop and stress coefficients in rainfed and deficit irrigation vineyards using sap flow techniques. Irrig. Sci. 30:433–447.
- Ferreira, M.I., Conceição, N., Pacheco, N.A. e Green, S. 2012b. O que fazem as oliveiras de noite ou redistribuição hidráulica num olival de sequeiro no Alentejo? Actas do VI Simpósio Nacional de Olivicultura (Mirandela, 15-17 Novembro 2012), pp 67-76. URL:<http://www.drapc.minagricultura.pt/base/documentos/actas%20portuguesas%20de%20horticultura-14.pdf>

- Ferreira, M.I., Conceição, N., David, T.S. e Nadezhdina, N. 2013. Role of lignotuber versus roots in the water supply of rainfed olives. *Acta Hort. (ISHS)* 991:181-188. http://www.actahort.org/books/991/991_22.htm
- Fuentes, S., Mahadevan, M., Bonada, M., Skewes, M.A e Cox, J.W. 2013. Night-time sap flow is parabolically linked to midday water potential for field-grown almond trees. *Irrig. Sci.* 31:1265–1276.
- Fuentes, S., De Bei, R., Collins, M.J., Escalona, J.M., Medrano, H. e Tyerman, S. 2014. Night-time responses to water supply in grapevines (*Vitis vinifera* L.) under deficit irrigation and partial root-zone drying. *Agr. Water Manage.* 138:1–9.
- Goldstein, G., Andrade, J.L., Meinzer, F.C., Holbrook, N.M., Cavalier, J., Jackson, P. e Celis, A. 1998. Stem water storage and diurnal patterns of water use in tropical forest canopy trees. *Plant Cell Environ.* 21:397–406.
- González-Altozano, P., Pavel, E.W., Oncins, J.A., Doltra, J., Cohen, M., Paço, T., Massai, R. e Castel, J.R. 2008. Comparative assessment of five methods of determining sap flow in peach trees. *Agr. Water Manage.* 95(5):503–515.
- Green, S., Clothier, B. e Jardine, B. 2003. Theory and practical application of heat pulse to measure sap flow. *Agron. J.* 95(6): 1371–1379.
- Green, S., Clothier, B. e Perie, E. 2008. A re-analysis of heat pulse theory across a wide range of sap flows. In VII International Workshop on Sap Flow *Acta Hort.* 846 (pp. 95-104).
- Hatton, T.J., Catchpole, E.A. e Vertessy, R.A. 1990. Integration of sapflow velocity to estimate plant water use. *Tree Physiol.* 6:201-209.
- Nadezhdina, N., David, T.S., David, J.S., Ferreira, M.I., Dohnal, M., Tesar, M., Gartner, K., Leitgeb, E., Nadezhdin, V., Cermak, J., Jimenez, M.S. e Morales, D. 2010. Trees never rest: the multiple facets of hydraulic redistribution. *Ecohydrol. SI* 3 (4): 431-444. Published online in Wiley InterScience DOI: 10.1002/eco.148
- Nadezhdina, N., Ferreira, M.I, Conceição, N., Pacheco, C.A., Häusler, M. e David, T.S. 2014. Water uptake and hydraulic redistribution under a seasonal climate: long-term study in a rainfed olive orchard. *Ecohydrol.*, DOI:10.1002/eco.1545.
- Smart, D.R., Carlisle, E., Goebel, M. e Núñez, B.A. 2005. Transverse hydraulic redistribution by a grapevine. *Plant Cell Environ.* 28:157–166.
- SMN, 1965. O clima de Portugal. Fascículo XV: Região Demarcada do Douro. Serviço Meteorológico Nacional, Lisboa, Portugal.

EFEITO BENÉFICO DO CAULINO NO COMPORTAMENTO FISIOLÓGICO DAS VIDEIRAS E NA COMPOSIÇÃO FENÓLICA DAS UVAS

Lia-Tânia DINIS⁽¹⁾, Sara BERNARDO⁽¹⁾, Helena FERREIRA⁽¹⁾, Igor GONÇALVES⁽¹⁾, Virgílio FALCO⁽²⁾, Aureliano MALHEIRO⁽¹⁾, Carlos CORREIA⁽¹⁾, José MOUTINHO-PEREIRA⁽¹⁾

Resumo

O sector vitivinícola tem uma importância económica, social e cultural crucial em Portugal, nomeadamente em muitas regiões do interior do país como é o caso do Alto Douro Vinhateiro, a mais antiga região vitícola regulamentada no mundo. Com verões muito quentes e secos, típico de um clima mediterrânico, é fundamental a utilização de medidas de adaptação de curto-prazo para minimizar esses stresses, como por exemplo a aplicação de caulino, como agente refletor da radiação incidente nas folhas. Num estudo, desenvolvido na Quinta do Vallado (Régua), foi aplicado caulino (Surround[®]) a 5%, no início do período estival, em videiras da casta Touriga Nacional. Os resultados obtidos em 2012 e 2013 permitiram constatar uma redução significativa da temperatura foliar e uma melhoria do potencial hídrico e da atividade fotossintética nas folhas com caulino, em estreita associação com um menor grau de stresse oxidativo, a atestar pela maior concentração de pigmentos fotossintéticos e menor grau de peroxidação lipídica. Em termos de metabolitos primários e secundários, foi notório um aumento de concentração de açúcares solúveis e proteínas solúveis naquelas folhas e uma redução da concentração de fenóis totais. Já em 2014, numa análise efetuada nos frutos, constatou-se que os bagos das videiras tratadas com caulino apresentaram maior quantidade de fenóis, flavonóides e antocianinas. Em conclusão, este estudo revelou que o caulino poderá constituir uma estratégia expedita e de baixo custo para proteger as videiras durante períodos de stresse estival mais severo, potenciando uma melhoria de qualidade das uvas.

Palavras-chave: *Vitis vinifera*, bioquímica, fisiologia, Região do Douro

⁽¹⁾ Centro de Investigação e de Tecnologias Agro-Ambientais e Biológicas (CITAB), Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 5001-801 Vila Real, Portugal, correio eletrónico: liatdinis@utad.pt; sara.sbern@gmail.com; helenaf@utad.pt; amalheir@utad.pt; ccorreia@utad.pt; moutinho@utad.pt.

⁽²⁾ Associação para o Desenvolvimento da Viticultura Duriense, 5050-106 Godim, Portugal.

⁽³⁾ Centro de Química-Vila Real (CQVR), Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 5001-801 Vila Real, Portugal, correio eletrónico: vfalco@utad.pt.

INTRODUÇÃO

Em consequência das alterações climáticas, é cada vez mais consensual que o clima estival das regiões vitícolas mediterrânicas, como é o caso do Douro Vinhateiro, já de si normalmente quente e seco (Malheiro, 2005), se torne ainda mais árido (Fraga et al., 2014) originando enormes alterações na adaptabilidade das castas e na qualidade e tipicidade dos vinhos produzidos. Em Portugal, onde predominam regiões com essas características climáticas, a vinha é uma cultura de extrema importância social, económica e cultural, assumindo-se cada vez mais como uma das principais alavancas

de desenvolvimento do país. Contudo, as ameaças decorrentes das alterações climática e a gestão dos recursos naturais cada vez mais responsável e mais amiga do ambiente (recursos hídricos, conservação do solo, biodiversidade) obrigam a que o sector implemente práticas culturais mais adaptadas aos cenários climáticos mais pessimistas que se perspetivam (Fraga et al., 2014). Estudos feitos pela nossa equipa (Malheiro, 2005; Moutinho-Pereira, 2000; Moutinho-Pereira et al., 2004; Moutinho-Pereira et al., 2007) permitiram constatar que a videira, apesar de ser considerada uma espécie bastante adaptada à aridez (Schultz and Stoll, 2010), quando submetida a condições de maior secura, combinadas com elevada radiação e calor, sofre uma queda na produtividade fotossintética devido a limitações do foro estomático e não estomático. Constatou-se igualmente que algumas das folhas mais expostas à radiação solar sofrem danos fotoinibitórios, logo irreversíveis, causando grande desfolha e excessiva exposição dos cachos ao sol tórrido, fazendo que também estes sofram escaldão. Nestas circunstâncias, o vigor, a produção e a qualidade das uvas são irremediavelmente afetados.

De entre um conjunto de protetores foliares, a aplicação exógena de caulino, uma argila quimicamente inerte com excelentes propriedades refletoras, tem produzido resultados promissores (Shellie, 2015; Shellie and King, 2013). Nesse contexto, o objetivo do nosso trabalho foi avaliar a eficiência da aplicação de caulino: i) na redução da temperatura foliar e, consequentemente, mitigar danos, teoricamente decorrentes da exposição excessiva da folha ao sol; ii) determinar como essa exposição influencia as relações hídricas, a fotossíntese e processos metabólicos associados e iv) estudar o seu efeito na qualidade do fruto.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado, de 2012 a 2014, na “Quinta do Vallado”, uma vinha comercial situada no Peso da Régua (41°09'44.5"N 07°45'58.2"W), na Região Demarcada do Douro, cujo clima tem como principal característica verões quentes e secos (Kottek et al., 2006). O solo, de origem xistosa e textura franca, é classificado como um antrossolo árico surrúbico (Coba, 1991).

Para estudar o efeito de aplicação de caulino, três linhas de videiras, com vinte plantas cada uma, foram pulverizadas em meados de Junho com Surround WP 5% (w/v). Outras três linhas intercaladas entre as linhas tratadas mantiveram-se como controlo (para garantir condições semelhantes de solo e clima), ou seja, sem a aplicação de caulino. As plantas controlo, durante a pulverização do caulino, foram protegidas por

uma tela de plástico para evitar que as algumas partículas de caulino atingissem essas videiras. A variedade utilizada foi “Touriga Nacional” (*Vitis vinifera* L.), enxertada no porta-enxerto 110 R. A direção das linhas é N-S e as videiras tinham aproximadamente 6 anos de idade.

A temperatura foliar foi medida com um termómetro de infravermelhos (Infra-trace KM800S, Inglaterra). As medições (n=8) foram feitas sempre em dias típicos de verão e em folhas completamente expandidas.

O potencial hídrico (Ψ) foi obtido de acordo com Dinis et al. (Dinis et al., 2014) e as medições foram feitas no período da manhã (Ψ_{pd}) e do meio-dia solar (Ψ_{md}). As trocas gasosas foram medidas de acordo com Dinis et al., 2014, usando um analisador de gás por radiação infravermelha (IRGA). As medições foram obtidas pela manhã (9:00 – 10:30) e durante a tarde (14:00–15:30). A quantificação dos pigmentos fotossintéticos foi obtida de acordo com Lichtenthaler (1987) e Sesták et al. (1971). O grau de peroxidação lipídica foi obtido através do método dos TBARS (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico) (Heath and Packer, 1968). Os fenóis totais, quer da folha quer do fruto, foram quantificados pelo método de Folin-Ciocalteu (Singleton and Rossi, 1965). Nas folhas também se quantificaram os teores em açúcares solúveis (Irigoyen et al., 1992) e em proteínas solúveis (Bradford, 1976). Nos bagos de uva foram ainda quantificados os teores em flavonóides (Jia et al., 1999) e em antocianinas (Meng et al., 2012). Todas as quantificações bioquímicas foram expressas em mg g⁻¹ MS (matéria seca).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de temperatura das folhas (Figura 1) foram inferiores nas plantas pulverizadas com caulino, não havendo diferenças significativas em agosto de 2012 em ambos os períodos do dia. As principais diferenças entre os tratamentos foram encontradas em julho, quer no período da manhã (18,2% e 17,7% inferiores em 2012 e 2013, respectivamente) quer ao meio-dia (11,4% e 12,1% inferiores em 2012 e 2013, respectivamente), bem como em setembro de 2013 (13,3% inferior). As plantas pulverizadas apresentaram temperaturas inferiores porque as partículas de caulino têm características refletoras de largo espectro, especialmente de radiação ultravioleta e infravermelha, protegendo as folhas do escaldão, sobretudo daquelas que estão expostas mais a poente.

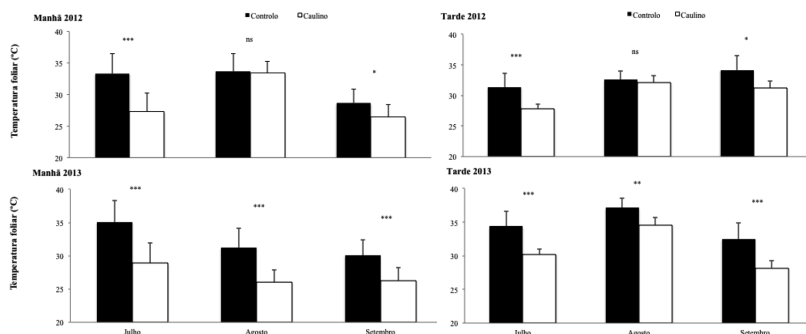


Figura 1 – Temperatura de folhas pulverizadas com caulino e folhas controle (sem caulino) (n=8), obtida de manhã e ao meio-dia solar em julho, agosto e setembro de 2012 e 2013. As colunas representam os valores médios e as barras o respectivo desvios-padrão. A significância: *** p < 0,001 , ** P < 0,01 , * p < 0,05 , NS não significativo .

Quanto às relações hídricas (Tabela 1), o potencial hídrico foliar de base (Ψ_{pd}) das plantas tratadas com caulino foi superior em julho, seguindo a mesma tendência do potencial hídrico ao meio-dia (Ψ_{md}) que foi superior em todos os meses, com grandes diferenças em setembro de 2013.

Tabela 1- Potencial hídrico foliar de base (Ψ_{pd}) e do meio-dia (Ψ_{md}) plantas pulverizadas com caulino e de plantas controle em 2012 e 2013 (n=8). A significância: *** p < 0,001 , ** P < 0,01 , * p < 0,05 , NS não significativo .

Tratamnto × Ano	Ψ_{pd} Ψ_{md}		Ψ_{pd} Ψ_{md}		Ψ_{pd} Ψ_{md}	
	(MPa)		(MPa)		(MPa)	
	Julho	Agosto	Setembro			
2012						
Controlo	-0,465	-1,16	-0,545	-1,39	-0,850	-1,48
Caulino	-0,413	-1,05	-0,546	-1,24	-0,867	-1,37
2013						
Controlo	-0,408	-1,23	-0,550	-1,43	-0,538	-1,45
Caulino	-0,242	-1,15	-0,454	-1,41	-0,467	-1,19
p	**	*	ns	*	ns	**

No que respeita às trocas gasosas das folhas, as maiores diferenças nos valores de condutância estomática (g_s) e atividade fotossintética (A) entre os dois tratamentos foram registadas durante a tarde (Tabela 2). Com efeito, os valores de g_s foram 33,6%, 34,2% e 28,4 % maiores em videiras tratadas com caulino em julho de 2012, setembro de 2012 e setembro de 2013, respectivamente. Em julho de 2012, as folhas tratadas apresentaram um aumento de 35,6% relativamente à A, tendo este aumento atingido 45,9% e 58,7% em setembro de 2012 e 2013, respectivamente. Apenas em setembro de

2013 houve diferenças significativas na A/g_s , tendo sido superior nas plantas tratadas. A regulação mais apertada da abertura estomática nas videiras controlo limita a entrada de CO_2 em folhas e como consequência a A diminui devido à indisponibilidade de CO_2 ao nível do cloroplasto (Centritto et al., 2005). Esse comportamento, como já ilustrado na figura 1, pode também contribuir para o aumento da temperatura foliar das plantas controlo, cujos efeitos indiretos poderão notar-se na redução da eficiência da carboxilação, ou seja nas limitações não estomáticas e por conseguinte na quebra da razão A/g_s (Medrano et al., 2002).

Tabela 2 - Efeitos da aplicação de caulino na condutância estomática (g_s), na assimilação de CO_2 (A) e na eficiência intrínseca do uso da água (A/g_s) em julho (uma semana após a aplicação de caulino) e setembro (dois meses após a aplicação de caulino) em 2012 e 2013 (n=8). A significância: *** $p < 0,001$, ** $P < 0,01$, * $p < 0,05$, NS não significativo.

	g_s (mmol m ⁻² s ⁻¹)	A (μmol m ⁻² s ⁻¹)	A/g_s (μmol mol ⁻¹)	g_s (mmol m ⁻² s ⁻¹)	A (μmol m ⁻² s ⁻¹)	A/g_s (μmol mol ⁻¹)
2012	Manhã			Tarde		
Julho						
Controlo	199,7 ± 25,0	7,43 ± 2,90	57,8 ± 17,8	88,3 ± 33,5	5,31 ± 1,59	58,7 ± 9,54
Caulino	165,5 ± 46,1	10,8 ± 3,10	65,8 ± 7,65	133,0 ± 21,9	8,24 ± 1,16	66,7 ± 8,91
Significância	ns	ns	ns	*	**	ns
Setembro						
Controlo	47,5 ± 20,9	4,19 ± 2,11	80,2 ± 14,6	30,2 ± 8,63	2,65 ± 1,37	90,9 ± 18,3
Caulino	93,6 ± 25,3	7,85 ± 2,14	88,5 ± 6,34	45,9 ± 9,39	4,90 ± 0,851	87,1 ± 5,87
Significância	**	*	ns	*	*	ns
2013	Manhã			Tarde		
Setembro						
Controlo	68,8 ± 25,8	4,76 ± 0,938	63,1 ± 8,96	49,9 ± 13,1	3,05 ± 1,26	61,1 ± 19,3
Caulino	123,7 ± 35,8	9,57 ± 1,89	69,6 ± 4,54	69,7 ± 11,2	7,38 ± 1,74	83,4 ± 7,13
Significância	*	***	ns	*	***	*

Em setembro o teor em açúcares solúveis foi significativamente mais elevado nas plantas pulverizadas com caulino (Tabela 3), ao contrário dos fenóis totais, cujos teores foram inferiores. Certamente a inibição da atividade fotossintética nas videiras controlo refletiu-se numa menor concentração em açúcares solúveis (Patakas and Noitsakis, 2001). Do mesmo modo, relativamente às proteínas solúveis, as folhas das plantas tratadas tinham teores mais elevados num período mais avançado do ciclo vegetativo. Relativamente aos TBARS, só em setembro é que houve um decréscimo significativo nas plantas tratadas, sugerindo que a aplicação de caulino potencia a redução de danos oxidativos nas membranas celulares por peroxidação lipídica. Os fenóis totais, apresentaram valores superiores em julho nas plantas controlo, o que demonstra

a ativação de mecanismos de defesa contra o stresse oxidativo (Dinis et al., 2016). De acordo com a teoria do equilíbrio entre crescimento/diferenciação (Koricheva et al., 1998), as vias que conduzem quer à síntese de fenóis quer à síntese de proteínas têm a fenilalanina como o precursor comum. Sob condições de stresse, o carbono é desviado para a síntese de fenóis, o que pode explicar o facto de as plantas controlo terem mais compostos fenólicos. No entanto, em condições adequadas de disponibilidade de água e de luz, o crescimento é a prioridade principal e a maior parte da fenilalanina é utilizada para a síntese de proteínas (Korichev et al., 1998). Este comportamento parece predominar nas videiras pulverizadas com caulino relativamente às videiras controlo.

Tabela 3 – Concentração de açúcares solúveis, fenóis totais, proteínas solúveis e concentração das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) em plantas pulverizadas com caulino e em plantas controlo. Determinações feitas em julho e em setembro de 2012 e de 2013 (n=6). A significância: *** $p < 0,001$, ** $P < 0,01$, * $p < 0,05$, NS não significativo.

	Açúcares solúveis (mg g ⁻¹ MS)	Fenóis totais (mg g ⁻¹ MS)	Proteínas solúveis (mg g ⁻¹ MS)	TBARS (μmoles g ⁻¹ MS)		Açúcares solúveis (mg g ⁻¹ MS)	Fenóis totais (mg g ⁻¹ MS)	Proteínas solúveis (mg g ⁻¹ MS)	TBARS (μmoles g ⁻¹ MS)
Julho					September				
2012					2012				
Controlo	110,7	316,0	79,2	10,8	Controlo	145,4	268,0	103,0	4,96
Caulino	117,8	236,8	64,8	8,55	Caulino	180,7	285,2	146,3	4,73
2013					2013				
Controlo	183,5	308,2	69,5	6,10	Controlo	197,5	364,7	128,0	5,93
Caulino	197,9	301,9	71,2	5,98	Caulino	227,3	292,8	204,8	5,13
p	ns	*	*	ns	p	*	ns	*	*

Os valores médios da concentração de pigmentos fotossintéticos estão apresentados na tabela 4. Em julho só os valores médios da razão Chl_{a+b} foram significativamente diferentes entre tratamentos, tendo sido as razões mais baixas nas folhas tratadas com caulino. Mais tarde, em setembro as partículas de caulino tiveram efeito significativo sobre a concentração de pigmentos fotossintéticos. Na verdade, nesta fase do ciclo vegetativo, depois de quase dois meses sob o efeito do sol tórrido, os teores em clorofila (Chl_{a+b}) e em carotenóides (Car) foram significativamente inferiores nas folhas que não estavam protegidas pelas partículas de caulino. A menor concentração de Chl_{a+b} nesse tratamento, devido provavelmente à maior degradação da clorofila e/ou menor síntese de clorofila, representa um sinal de maior stresse oxidativo (Smirnoff, 1993). O teor mais elevado em Car nas folhas tratadas com caulino sugere um efeito benéfico destes pigmentos na proteção das moléculas de clorofila (Moutinho- Pereira et al., 2007).

Tabela 4 – Concentração de pigmentos fotossintéticos foliares (razão clorofila a/b, clorofila total e carotenóides) em plantas pulverizadas com caulino e em plantas controle (sem caulino). Determinações feitas em julho e em setembro de 2012 e 2013 (n = 6). A significância: *** p < 0,001 , ** P < 0,01 , * p < 0,05 , NS não significativo .

	Chl _{a/b}	Chl _{a+b}	Car		Chl _{a/b}	Chl _{a+b}	Car
	(mg g-1MS)	(mg g-1MS)	(mg g-1MS)		(mg g-1MS)	(mg g-1MS)	(mg g-1MS)
Julho				Setembro			
2012				2012			
Controlo	2,68	5,08	1,11	Controlo	2,36	3,37	0,774
Caulino	2,55	4,63	1,02	Caulino	2,37	4,65	0,894
2013				2013			
Controlo	3,13	3,60	0,936	Controlo	2,70	2,93	0,761
Caulino	3,03	3,45	0,914	Caulino	2,73	3,81	0,910
p	*	ns	ns	p	ns	**	ns

Relativamente ao fruto, de acordo com análises efetuadas em 2014, verificámos um aumento em fenóis totais de 32% (agosto) e de 66% (setembro) nos bagos das videiras tratadas com caulino (Tabela 5). No que respeita ao teor de flavonóides, o aumento com maior relevância ocorreu na maturação (setembro) com um aumento de 32% nos bagos provenientes das plantas pulverizadas. A presença de fenóis nos bagos de uva são de interesse notável devido às suas propriedades antioxidantes (Dinis L-T. et al., 2012; Orak, 2006) que, para além dos benefícios inerentes para a qualidade do vinho, podem ser exploradas biotecnologicamente em biomedicina para aliviar o stresse oxidativo associada a várias desordens humanas, incluindo cardiovasculares e doenças neurodegenerativas, aterosclerose, cataratas entre outras. Propriedades farmacológicas relevantes, incluindo efeitos antialérgicos, anti-inflamatórios e anticancerígenos, bem como a prevenção de diabetes e melhoria da visão (Ghosh and Konishi, 2007), têm sido atribuídas à presença de fenóis do bago de uva. Igualmente, a aplicação foliar deste protetor estimulou a produção de antocianinas, provocando um aumento de 47% nos bagos na época de maturação (setembro). Este aumento poderá estar relacionado com a função protetora do caulino contra os efeitos do calor, o qual inibe a síntese de antocianinas e/ou estimula a degradação das mesmas (Ramesh et al., 2010).

Tabela 5 - Variação sazonal dos fenóis totais, flavonóides e antocianinas (média \pm SD) em bagos de uva provenientes de plantas tratadas com caulino e plantas controlo (n=6). A significância: *** $p < 0,001$, ** $P < 0,01$, * $p < 0,05$, NS não significativo.

	Mês	Controlo	Caulino	<i>p</i>
Fenóis totais (mg g ⁻¹)	Agosto	29,6 \pm 4,38	39,0 \pm 3,16	**
	Setembro	23,4 \pm 1,64	39,0 \pm 2,78	***
	<i>p</i>	**	ns	
Flavonóides (μ g g ⁻¹)	Agosto	9,82 \pm 0,619	9,08 \pm 0,384	*
	Setembro	8,25 \pm 0,343	10,9 \pm 0,481	***
	<i>p</i>	***	***	
Antocianinas (mg g ⁻¹)	Agosto	488,9 \pm 5,65	485,0 \pm 14,2	0,542
	Setembro	355,6 \pm 15,6	521,8 \pm 10,4	***
	<i>p</i>	***	***	

CONCLUSÕES

A aplicação foliar de caulino demonstrou provocar a redução da temperatura foliar e um aumento quer do potencial hídrico quer da taxa fotossintética. Este aumento associado ao acréscimo de proteínas e açúcares solúveis nas folhas, bem como o aumento dos pigmentos fotossintéticos e o decréscimo dos teores de peroxidação lipídica, faz deste protetor (caulino) uma promissora medida de curto-prazo para mitigar os efeitos provocados pelo efeito combinado dos stresses térmico, radiativo e hídrico. Ao nível dos bagos, a aplicação exógena de caulino induziu o aumento de compostos antioxidantes tais como fenóis, flavonóides e antocianinas, traduzindo-se num efeito potencialmente positivo para a qualidade das uvas.

AGRADECIMENTOS

O presente estudo desenvolveu-se no âmbito do projeto PTDC/AGR-ALI/110877/2009 financiado pela 'Fundação para a Ciência e a Tecnologia' e pelo Projeto ENOEXEL - NORTE-07-0124-FEDER-000032, financiado pelo programa operacional Portugal Região Norte (ON.2 - O Novo Norte) através do FEDER, financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia. Os autores agradecem igualmente à "Quinta do Vallado" pela colaboração, apoio e disponibilização da parcela experimental. Por fim, agradecemos à FCT pela bolsa de Pós-doc de Lia Dinis (ref. SFRH/BPD/84676/2012) e à Fundação Maria Rosa pelo apoio financeiro que proporcionou à equipa para continuar este estudo no corrente ciclo vegetativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bradford, M.M., 1976. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* 72, 248-254.
- Centritto, M., Wahbi, S., Serraj, R., Chaves, M.M., 2005. Effects of partial rootzone drying (PRD) on adult olive tree (*Olea europaea*) in field conditions under arid 106, 303–311.
- Coba, A., 1991. Carta de solos, carta de uso actual da terra e carta de aptidão da terra, do Nordeste de Portugal. , in: UTAD (Ed.), Vila Real, Portugal.
- Dinis, L.-T., Correia, C.M., Ferreira, H.F., Gonçalves, B., Gonçalves, I., Coutinho, J.F., Ferreira, M.I., Malheiro, A.C., Moutinho-Pereira, J., 2014. Physiological and biochemical responses of Semillon and Muscat Blanc à Petits Grains winegrapes grown under Mediterranean climate. *Scientia Horticulturae* 175, 128–138.
- Dinis L-T., Oliveira, M.M., Almeida, J., R., C., Gomes-Laranjo J., Peixoto F., 2012. Antioxidant activities of chestnut nut of *Castanea sativa* Mil. (Cultivar Judia) as function of origin ecosystem. *Food Chemistry* 132, 1-8.
- Dinis, L.T., Bernardo, S., Conde, A., Pimentel, D., Ferreira, H., Felix, L., Geros, H., Correia, C.M., Moutinho-Pereira, J., 2016. Kaolin exogenous application boosts antioxidant capacity and phenolic content in berries and leaves of grapevine under summer stress. *J Plant Physiol* 191, 45-53.
- Fraga, H., Malheiro, A.C., Moutinho-Pereira, J., Jones, G.V., Alves, F., Pinto, J.G., Santos, J.A., 2014. Very high resolution bioclimatic zoning of Portuguese wine regions: present and future scenarios. . *Reg. Environ. Change*.
- Ghosh, D., Konishi, T., 2007. Anthocyanins and anthocyanin-rich extracts: role in diabetes and eye function. . *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 16, 200-208.
- Heath, R.L., Packer, L., 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation *Archives of Biochemistry and Biophysics* 125 189–198.
- Irigoyen, J.J., Emerich, D.W., Sánchez-Díaz, M., 1992. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. *Plant Physiol* 84, 55-60.
- Jia, Z., Tang, M., Wu, J., 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry* 64, 555–559.
- Koricheva, J., Larsson, S., Haukioja, E., Keinänen, M., 1998. Regulation of woody plant secondary metabolism by resource availability: hypothesis testing by means of meta-analysis. *Oikos* 83, 212–226.
- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., Rubel, F., 2006. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. . *Meteorologische Zeitschrift* 15, 259-263.
- Lichtenthaler, H.K., 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology* 148, 350–382.
- Malheiro, A.N., 2005. Microclimate, yield and water-use of vineyards in the Douro Region, Portugal. Cranfield University, UK.
- Medrano, H., Escalona, J.M., Bota, J., Gulías, J., Flexas, J., 2002. Regulation of photosynthesis of C3 plants in response to progressive drought: Stomatal conductance as a reference parameter. *Ann. Bot.* 89, 895-905.
- Meng, J.F., Fang, Y.L., Qin, M.Y., Zhuang, X.F., Zhang, Z.W., 2012. Varietal differences among the phenolic profiles and antioxidant properties of four cultivars of spine grape (*Vitis davidii* Foex) in Chongyi County (China). *Food Chemistry* 134, 2049-2056.

- Moutinho-Pereira, J.M., 2000. An ecophysiological and agronomic characterisation of several viticultural strategies to alleviate summer stress in *Vitis vinifera* L. in the Douro Demarcated Wine Region. UTAD, Vila Real, Portugal.
- J.M., 2004. Leaf gasexchange and water relations of grapevines grown in three different conditions. *Photosynthetica* 42, 81-86.
- Moutinho-Pereira, J.M., Magalhães, N., Gonçalves, B., Bacelar, E., Brito, M., Correia, C., 2007. Gas exchange and water relations of three *Vitis vinifera* L. cultivars growing under Mediterranean climate. *Photosynthetica* 45 202-207.
- Orak, H., 2006. Total antioxidant activities, phenolics, anthocyanins, polyphenoloxidase activities of selected red grape cultivars and their correlations. *Scientia Horticulturae*, 235-241.
- Patakas, A., Noitsakis, B., 2001. Leaf age effects on solute accumulation in water- stressed grapevines. *Journal of Plant Physiology* 158, 63-69.
- Ramesh, C., Khanal, L.R.H., Ronald, L.P., 2010. Effect of heating on the stability of grape and blueberry pomace procyanidins and total anthocyanins. *Food Research International* 43, 1464–1469.
- Rosati, A., Metcalf, S.G., Buchner, R.P., Fulton, A.E., Lampinen, B.D., 2006. Physiological effects of kaolin applications in well-irrigated and water-stressed walnut and almond trees. *Annals of Botany* 98, 267-275.
- Schultz, H.R., Stoll, M., 2010. Some critical issues in environmental physiology of grapevines: future challenges and current limitations. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 16, 4-24.
- Sesták, Z., Castky, J., Jarvis, P.G., 1971. Plant photosynthetic production. in: *Manual of Methods*, Dr. W. Junk Publ., Haia, 818.
- Shellie, K., 2015. Foliar Reflective Film and Water Deficit Increase Anthocyanin to Soluble Solids Ratio during Berry Ripening in Merlot. *American Journal of Enology and Viticulture* 66, 348-356.
- Shellie, K.C., King, B.A., 2013. Kaolin Particle Film and Water Deficit Influence Malbec Leaf and Berry Temperature, Pigments, and Photosynthesis. *American Journal of Enology and Viticulture* 64, 223-230.
- Singleton, V.L., Rossi, J.A.J., 1965. Colorimetric of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture* 16, 144–158.
- Smirnov, N., 1993. The role of active oxygen in the response of plants to water deficit and desiccation. *New Phytologist* 125, 27-58.

EFEITO DE DIFERENTES ÉPOCAS E INTENSIDADES DE MONDA MANUAL DE CACHOS NA CASTA TINTA RORIZ NA REGIÃO DEMARCADA DO DOURO

CARLOS, Cristina^{1,2*}; COSTA Paulo¹; TEIXEIRA, Branca¹; COSTA Jorge¹; SANTOS, Marta¹, ALVES, Fernando^{1,3} & AMADOR, Rosa¹

RESUMO

A casta Tinta Roriz (syn. Aragonez) é a casta mais cultivada em Portugal (13 877 ha) representando 6% da área de vinha do país (IVV, 2013) e cerca de 10% na Região Demarcada do Douro (RDD). É ainda uma das castas mais plantadas a nível mundial. Apesar da sua representatividade a nível nacional e internacional, é uma das castas em que se verifica um maior impacto do nível de produtividade na qualidade dos mostos. Com vista a contrariar esta tendência, vários investigadores têm-se debruçado sobre o estudo do impacto da monda manual na síntese de compostos fenólicos. Com o objectivo de comparar o efeito de diferentes épocas e intensidades de monda manual de cachos nos parâmetros produtivos e qualitativos desta casta, procedeu-se à instalação de dois campos experimentais em parcelas de vinhas comerciais da RDD entre 2006 e 2007. Em 2006 foram testadas 4 modalidades: a) 50% de cachos mondados na fase de bago de ervilha; b) 25% de cachos ao início do Pintor; d) 50% de cachos ao início do Pintor e d) modalidade sem qualquer monda. Em 2007 foram testadas 3 modalidades: a) 25% na fase de fecho do cacho; b) 50% na fase de fecho do cacho e c) modalidade sem qualquer monda. Foi efectuado o acompanhamento da maturação e determinados os parâmetros produtivos e qualitativos à vindima. Apesar dos custos associados à monda, os resultados destes ensaios apontam para a existência de vantagens na melhoria dos parâmetros qualitativos da Tinta Roriz, em anos de elevada produção.

Palavras-chave: Tinta Roriz, técnica cultural, monda, controlo de produção, qualidade

¹ Associação para o Desenvolvimento da Viticultura Duriense, Quinta de Santa Maria, 5050-106, Peso da Régua, Portugal

² CITAB – Centro de Investigação e de Tecnologias Agro-Ambientais e Biológicas, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 5001-801, Vila Real, Portugal

³ Symington Family Estates, Quinta do Bomfim, 5060-085 Pinhão, Portugal Autor para correspondência: crisrina.carlos@advid.pt

1- INTRODUÇÃO

A casta Tinta Roriz ocupa actualmente cerca de 10% do encepamento da Região Demarcada do Douro. A sua qualidade é muito dependente da sua produção. Normalmente produz acima dos 2,5 Kg por cepa, mas o seu melhor vinho situa-se nos 1,4 Kg por cepa. Talvez seja das castas mais sensíveis à quantidade, podendo produzir um vinho clarete em alta produção e um vinho bastante robusto e com excelente potencial de envelhecimento em baixa produção (ALMEIDA, 1998).

A monda manual de cachos é uma prática que tem por objectivo controlar o rendimento, incrementando uma melhoria do nível qualitativo da produção.

Trabalhos desenvolvidos na Região Demarcada do Douro por QUEIROZ *et al.* (2001) concluíram que a monda de cerca de 50% da produção na fase de vingamento / bago de ervilha e na fase de pintor originou reduções de produção de cerca de 30 %, verificando-se um aumento do peso dos cachos, mais evidente na monda realizada mais cedo, com ganhos significativos em termos de álcool provável. QUEIROZ (2002) observou ainda que a monda de cerca de 25 % dos cachos efectuada ao fecho do cacho resultou em aumentos significativos do peso do cacho, apesar de não se terem reflectido diferenças no peso médio do bago.

Em estudos conduzidos na *Ribeira del Duero*, RUBIO & YUSTE (2004) e YUSTE *et al.* (1997), obtiveram, para taxas de monda de 40% dos cachos, realizada ao início do pintor, uma redução significativa do rendimento, nalguns casos com aumentos do peso médio dos bagos e da concentração de açúcares. Outros autores espanhóis têm referido ganhos em termos qualitativos, designadamente nos compostos fenólicos, em ensaios que envolveram percentagens de monda de cachos mais elevadas. PUERTAS *et al.* (2003) obtiveram aumentos da intensidade corante, do índice de polifenóis totais e das antocianinas no vinho, depois de efectuar a monda de 50% de cachos ao pintor na região de *Jerez de la Frontera*. MARÍN *et al.* (2004) verificaram um aumento do teor de açúcares, redução da acidez total, aumentos nos índices de polifenóis totais e nos valores de antocianinas, para taxas de mondas de cerca de 65% dos cachos, na região da *Ribera del Guadiana*.

RUBIO & YUSTE (2002) concluem que o incremento da melhoria qualitativa é muito dependente das condições de maturação do ano, recomendando no entanto a realização da monda de cachos numa fase mais precoce, na qual a videira possa promover o mecanismo de compensação natural do peso do bago.

2- MATERIAL E MÉTODOS

2.1- Caracterização das parcelas

Com o objectivo de comparar o efeito de diferentes épocas e intensidades de monda manual de cachos nos parâmetros produtivos e qualitativos da casta Tinta Roriz na RDD, entre 2006 e 2007 procedeu-se à instalação de dois campos experimentais, adiante designados por A e B, em duas parcelas de vinhas comerciais da casta Tinta Roriz, localizadas respectivamente na Quinta do Porto, pertencente à Sogrape Vinhos

SA., (Cima Corgo) e na Quinta do Vallado, pertencente à Quinta do Vallado – Sociedade Agrícola, Lda. (Baixo Corgo), tal como descrito no Quadro 1.

Quadro 1- Características das parcelas de ensaio

Vinha / Ano	Idade (anos)	Porta-enxerto	Sistema de condução	Compasso médio (m)	Sistematização do terreno	Altitude (m)
A 2006	30	99-R	Guyot duplo	2,0 X 1,2	Patamares de 2 bardos	332
B 2007	13	110-R	Cordão Royat bilateral	2,0 X 1,2	Patamares de 1 bardo	160

2.2- Delineamento experimental

Em 2006, na parcela **A** foram comparadas três modalidades que resultam da combinação de diferentes intensidades de monda (25 e 50%) aplicadas em estados fenológicos distintos, “bago de ervilha” e “início de pintor”, comparando-as com uma modalidade não mondada:

- a) 50% de cachos mondados na fase de “bago de ervilha” (8/06), adiante designada por BE50;
- b) 25% de cachos ao início do “Pintor” (13/07), adiante designada por PI25; c) 50% de cachos ao início do “Pintor” (13/07), adiante designada por PI50 e d) Modalidade sem qualquer monda, adiante designada por T.

As modalidades foram instaladas segundo um delineamento de blocos casualizados com 4 repetições, sendo a unidade experimental constituída por um conjunto de 7 videiras com carga deixada à poda homogénea (8-12 gomos).

Em 2007, na parcela **B** foram comparadas duas modalidades (25 e 50%) aplicadas no estado de “fecho do cacho”, comparando-as com uma modalidade não mondada:

- a) 25% na fase de fecho do cacho (26/06), adiante designada por FC25; b) 50% na fase de fecho do cacho (26/06), adiante designada por FC50; c) Modalidade sem qualquer monda, adiante designada por T.

As modalidades foram instaladas segundo um delineamento de blocos casualizados com 3 repetições, sendo a unidade experimental constituída por um conjunto de 15 videiras com carga deixada à poda homogénea (10-14 gomos).

A selecção dos cachos a mondar foi efectuada tendo por base os seguintes critérios: a) deixar pelo menos um cacho por pânpano e b) no caso de existirem dois cachos por pânpano, eliminar o localizado mais acima.

2.3- Vindima

Procedeu-se à contabilização do número de cachos por cepa e à pesagem da respectiva produção por videira, com recurso a uma balança dinamométrica de 10 kg com divisões mínimas de 50 g.

2.4- Evolução da maturação

Durante o mês de Agosto e a data de vindima (meados de Setembro), foram recolhidas 5 amostras de **200 bagos** em cada modalidade, as quais foram caracterizadas relativamente ao peso, álcool provável, acidez total e pH.

Em todas as amostras recolhidas em 2007 e ainda na amostra recolhida na data de vindima em 2006 foram ainda realizadas análises aos compostos fenólicos, segundo o método Glories descrito por Ribéreau-Gayon *et al.* (1998), determinando o índice de polifenóis totais (IPT), as antocianinas totais (AT), as antocianinas extraíveis (AE), o índice de extractibilidade celular (EA) e a contribuição dos taninos das grainhas em conteúdo fenólico (Mp).

2.5- Análise estatística

O tratamento estatístico foi efectuado recorrendo aos programas Excel 97 e JMP (versão 5.1, SAS Institute Inc. 2004), efectuando um teste de comparação de médias (teste de Duncan). Os resultados foram considerados estatisticamente significativos para $P < 0,05$.

3- RESULTADOS

3.1- Parâmetros produtivos

Apesar de se terem registado diferenças significativas no número de cachos e na produção média por videira entre as parcelas mondadas e a testemunha, a diminuição de produção não se traduziu num aumento significativo do peso médio do cacho nas modalidades mondadas (Quadros 2 e 3).

Quadro 2- Parâmetros produtivos obtidos na data de colheita (21-09-06) na parcela A

Mod.	nº cachos vindima	Produção /cepa (Kg)	Peso médio cacho (g)
T	13,39 ± 3,96 a	4,66 ± 2,79 a	329 ± 133 a
BE50	6,50 ± 2,19 c	2,46 ± 1,24 b	379 ± 158 a
PI25	10,39 ± 2,47 b	4,05 ± 1,87 a	379 ± 125 a
PI50	6,96 ± 1,62 c	2,59 ± 1,31 b	364 ± 148 a
n.s	*	*	-

As letras separam médias ao nível de 0.05 pelo teste de Duncan. (n.s- nível de significância: - não significativo, * - $p < 0,05$). n= 7

Quadro 3- Parâmetros produtivos obtidos na data de colheita (18-09-07) na parcela B

Mod.	nº cachos vindima	Produção /cepa (Kg)	Peso médio cacho (g)
T	16,47 ± 4,27 a	4,27 ± 1,71 a	257 ± 71 a
FC25	12,36 ± 3,45 b	3,41 ± 1,29 b	280 ± 85 a
FC50	9,31 ± 1,89 c	2,44 ± 0,89 c	265 ± 86 a
n.s	*	*	-

As letras separam médias ao nível de 0.05 pelo teste de Duncan. (n.s- nível de significância: - não significativo, * - p<0,05). n=15

A monda de 25 % e 50% dos cachos, traduziu-se numa redução de produção que, relativamente à testemunha, oscilou respectivamente entre 13-20% e 28-47%, consoante os anos. Em 2006, na parcela A, a modalidade mondada a 50% aproximou-se mais de uma redução efectiva da produção (47% ao “Bago de ervilha” e 44% ao “Pintor”). A modalidade mondada a 25% teve uma redução de apenas 13% da produção (Quadro 4).

Quadro 4- Análise da variação da produção relativamente à testemunha em 2006

Modalidade	T	BE50	PI25	PI50
Produção efectiva/ cepa na vindima (Kg)	4,66	2,46	4,05	2,59
Redução efectiva em relação à testemunha (%)	-	47,2	13,1	44,4

Em 2007, na parcela B, verificou-se na modalidade mondada a 25% ao “Fecho do cacho” houve uma redução de 20% da produção e na modalidade mondada a 50% na mesma fase, uma redução de apenas 28%, reflectindo uma maior capacidade de compensação por parte das plantas (Quadro 5).

Quadro 5- Análise da variação da produção relativamente à testemunha em 2007

Modalidade	T	FC25	FC50
Produção efectiva/ cepa na vindima (Kg)	4,27	3,41	2,44
Redução efectiva em relação à testemunha (%)	-	20,14	28,45

3.2- Evolução da maturação

As diferentes modalidades de monda aplicadas não resultaram em diferenças significativas no peso médio do bago, na data de vindima (Quadros 6 e 7).

Quadro 6- Evolução do peso médio do bago (g) em 2006 na parcela A

Mod.	23-Ago	30-Ago	06-Set	15-Set	21-Set
T	1,51	2,47 ± 0,22 ab	2,51 ± 0,14 a	2,30 ± 0,31 a	2,38 ± 0,19 a
BE50	1,67	2,60 ± 0,03 a	2,69 ± 0,15 a	2,33 ± 0,10 a	2,36 ± 0,28 a
PI25	1,56	2,25 ± 0,14 b	2,61 ± 0,24 a	2,36 ± 0,16 a	2,48 ± 0,09 a
PI50	1,62	2,55 ± 0,27 ab	2,64 ± 0,28 a	2,39 ± 0,16 a	2,48 ± 0,18 a
n.s	-	*	-	-	-

As letras separam médias ao nível de 0.05 pelo teste de Duncan. (n.s- nível de significância: - não significativo, * - p<0,05). n=7

Quadro 7- Evolução do peso médio do bago (g) em 2007 na parcela B

Mod.	08-Ago	28-Ago	04-Set	11-Set	17-Set
T	2,27 ± 0,14 a	2,77 ± 0,15 a	2,69 ± 0,19 a	2,45 ± 0,14 a	2,58 ± 0,11 a
FC25	2,52 ± 0,10 a	2,86 ± 0,31 a	2,83 ± 0,36 a	2,56 ± 0,10 a	2,83 ± 0,34 a
FC50	2,48 ± 0,25 a	2,72 ± 0,11 a	2,65 ± 0,11 a	2,52 ± 0,12 a	2,57 ± 0,11 a
n.s	-	-	-	-	-

Relativamente ao álcool provável, em 2006, verificou-se que a monda manual resultou em diferenças significativas relativamente à testemunha, destacando-se, na data de vindima, as modalidades mondadas ao início do “Pintor”, quer a 25%, quer a 50%. Na modalidade mondada a 50% nessa fase, obteve-se um aumento de cerca de 2° (v/v) relativamente à testemunha. Quanto aos restantes parâmetros, destaca-se uma redução significativa da acidez total em grande parte das amostragens, atenuando-se no entanto a diferença na vindima, em resultado das condições climáticas, e um aumento significativo do pH nas modalidades mondadas com maior intensidade, relativamente à testemunha (Quadro 8).

Quadro 8- Evolução do álcool provável (% v/v), acidez total (g/l ác. tart.) e pH em 2006 na parcela A

	Mod.	23-Ago	30-Ago	06-Set	15-Set	21-Set
Álcool provável	T	11,53	11,74 ± 0,70 b	12,99 ± 0,42 b	12,45 ± 0,86 b	12,14 ± 0,29 c
	BE50	12,01	12,99 ± 0,39 a	13,83 ± 0,25 a	14,42 ± 0,42 a	14,02 ± 0,68 ab
	PI25	11,53	12,78 ± 0,17 a	13,46 ± 0,40 ab	13,05 ± 0,34 b	13,56 ± 0,37 b
	PI50	12,34	12,99 ± 0,76 a	14,07 ± 0,49 a	14,22 ± 0,89 a	14,69 ± 0,31 a
	n.s		*	*	*	*
Acidez total	T	4,73	4,58 ± 0,32 a	4,29 ± 0,34 a	3,88 ± 0,22 a	3,62 ± 0,25 a
	BE50	4,27	3,84 ± 0,43 b	3,77 ± 0,29 b	3,67 ± 0,21 b	3,49 ± 0,08 a
	PI25	4,88	4,29 ± 0,15 a	4,03 ± 0,09 ab	3,77 ± 0,04 a	3,69 ± 0,14 a
	PI50	4,43	4,01 ± 0,54 a	3,86 ± 0,28 b	3,49 ± 0,10 b	3,49 ± 0,14 a
	n.s		*	*	*	-
pH	T	3,50	3,83 ± 0,14 a	3,58 ± 0,07 b	3,63 ± 0,05 b	3,68 ± 0,11 b
	BE50	3,52	3,84 ± 0,11 a	3,72 ± 0,08 a	3,78 ± 0,08 a	3,83 ± 0,07 a
	PI25	3,37	3,61 ± 0,05 b	3,62 ± 0,04 ab	3,66 ± 0,05 b	3,72 ± 0,06 ab
	PI50	3,53	3,61 ± 0,04 b	3,68 ± 0,06 ab	3,76 ± 0,07 a	3,84 ± 0,08 a
	n.s		*	*	*	*

As letras separam médias ao nível de 0.05 pelo teste de Duncan. (n.s- nível de significância: - não significativo, * - p<0,05). n=7

Pelo contrário, em 2007, na data de vindima, não foi possível observar diferenças significativas nas duas modalidades mondadas ao fecho do cacho, relativamente à testemunha (Quadro 9).

Quadro 9- Evolução do álcool provável (% v / v), acidez total (g/l ác. tart.) e pH em 2007 na parcela B

	Mod.	08-Ago	28-Ago	04-Set	11-Set	17-Set
Álcool provável	T	8,35 ± 0,61 b	11,44 ± 0,48 a	12,97 ± 0,34 a	13,43 ± 0,00 a	13,20 ± 0,21 a
	FC25	9,07 ± 0,94 ab	12,19 ± 1,02 a	12,89 ± 1,16 a	13,74 ± 0,96 a	13,31 ± 0,84 a
	FC50	9,84 ± 0,44 a	12,75 ± 0,49 a	13,61 ± 0,56 a	13,88 ± 0,39 a	14,04 ± 0,12 a
	n.s	*	-	-	-	-
Acidez total	T	7,77 ± 0,21 a	5,12 ± 0,49 a	4,30 ± 0,35 a	3,68 ± 0,34 a	3,60 ± 0,20 a
	FC25	7,97 ± 1,03 a	5,17 ± 0,52 a	4,70 ± 0,49 a	3,70 ± 0,09 a	3,75 ± 0,27 a
	FC50	7,28 ± 0,40 a	4,85 ± 0,49 a	4,45 ± 0,23 a	3,75 ± 0,38 a	3,65 ± 0,26 a
	n.s	-	-	-	-	-
pH	T	3,28 ± 0,03 a	3,37 ± 0,05 a	3,47 ± 0,07 a	3,65 ± 0,02 a	3,59 ± 0,08 a
	FC25	3,28 ± 0,06 a	3,40 ± 0,05 a	3,48 ± 0,04 a	3,64 ± 0,03 a	3,56 ± 0,06 a
	FC50	3,34 ± 0,03 a	3,47 ± 0,04 a	3,57 ± 0,06 a	3,68 ± 0,07 a	3,67 ± 0,05 a
	n.s	-	-	-	-	-

As letras separam médias ao nível de 0.05 pelo teste de Duncan. (n.s- nível de significância: - não significativo, * - p<0,05). n=7

Relativamente aos compostos fenólicos, em 2006, a realização da monda, independentemente da sua intensidade, não resultou em diferenças significativas relativamente à testemunha (Quadro 10).

Quadro 10- Valores do Índice de Polifenóis Totais (IPT), compostos fenólicos (IPT), antocianinas totais – AT (mg/l), antocianinas extraíveis - AE (mg/l), extractibilidade- E (%) e contribuição dos taninos da grainha para o conteúdo fenólico - Mp (%) na data de vindima (21/09) na parcela A em 2006

Mod.	IPT		AT		AE		E		Mp	
T	43,05 ± 5,31	a	693,44 ± 347,07	a	331,19 ± 84,79	a	47,37 ± 14,02	a	68,72 ± 10,23	a
BE50	45,90 ± 2,08	a	521,50 ± 91,44	a	295,31 ± 56,42	a	42,58 ± 11,00	a	74,33 ± 4,17	a
PI25	45,05 ± 1,40	a	614,69 ± 332,70	a	332,06 ± 93,24	a	39,86 ± 16,41	a	70,64 ± 7,50	a
PI50	46,90 ± 2,73	a	607,25 ± 241,61	a	339,94 ± 137,27	a	44,23 ± 10,67	a	71,45 ± 10,20	a
n.s	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

As letras separam médias ao nível de 0.05 pelo teste de Duncan . (n.s.- nível de significância: - não significativo, * - p<0,05). n=7

Em 2007, verificou-se que, na data de vindima, a modalidade mondada a 50% registou diferenças significativas quer no índice de polifenóis totais (IPT), quer na contribuição dos taninos da grainha para o conteúdo fenólico (Mp) (Quadro 11).

Quadro 11- Evolução do Índice de Polifenóis Totais (IPT), compostos fenólicos (IPT), antocianinas totais (AT), antocianinas extraíveis (AE), extractibilidade (E) e contribuição dos taninos da grainha para o conteúdo fenólico (Mp) na data de vindima (17/09) na parcela B em 2007

	Mod.	28-Ago	04-Set	11-Set	17-Set
IPT	T	19,03 ± 4,32 a	22,82 ± 3,08 a	25,91 ± 2,19 a	22,11 ± 0,94 ab
	FC25	21,85 ± 2,85 a	21,51 ± 3,10 a	26,38 ± 3,22 a	19,94 ± 1,32 b
	FC50	24,89 ± 6,32 a	25,30 ± 2,82 a	28,13 ± 1,62 a	22,91 ± 1,27 a
	n.s	-	-	-	*
AT	T	578,1 ± 26,8 a	487,1 ± 46,7 a	574,5 ± 43,7 a	504,2 ± 35,7 a
	FC25	644,5 ± 100,4 a	476,9 ± 97,7 a	613,7 ± 60,5 a	507,2 ± 75,1 a
	FC50	637,7 ± 29,5 a	544,0 ± 49,3 a	604,0 ± 21,9 a	521,8 ± 28,4 a
	n.s	-	-	-	-
AE	T	343,1 ± 18,7 a	354,6 ± 22,1 a	364,8 ± 38,9 a	362,8 ± 11,4 a
	FC25	382,9 ± 60,7 a	340,1 ± 52,5 a	401,6 ± 36,1 a	342,7 ± 29,4 a
	FC50	416,7 ± 34,1 a	391,6 ± 31,4 a	393,6 ± 8,6 a	354,9 ± 22,5 a
	n.s	-	-	-	-
EA	T	40,6 ± 2,8 a	27,0 ± 5,0 a	35,8 ± 10,7 a	27,9 ± 4,6 a
	FC25	40,6 ± 2,4 a	28,2 ± 4,1 a	34,4 ± 4,0 a	32,0 ± 5,2 a
	FC50	34,7 ± 2,3 b	27,9 ± 2,9 a	34,8 ± 2,6 a	31,9 ± 5,0 a
	n.s	*	-	-	-
Mp	T	25,8 ± 14,5 a	37,4 ± 4,9 a	43,0 ± 10,3 a	34,3 ± 2,6 b
	FC25	30,0 ± 6,1 a	36,8 ± 2,6 a	39,0 ± 3,7 a	31,3 ± 1,4 b
	FC50	30,5 ± 15,2 a	37,9 ± 3,8 a	43,9 ± 4,5 a	38,1 ± 1,0 a
	n.s	-	-	-	*

As letras separam médias ao nível de 0.05 pelo teste de Duncan . (n.s.- nível de significância: - não significativo, * - p<0,05). n=15

4- CONCLUSÕES

Os resultados obtidos em 2006, numa parcela localizada no Cima Corgo (A), indicam um maior impacto da monda a 50% realizado na fase “início do Pintor”, observando-se um aumento significativo nos valores de álcool provável e no pH na vindima, mas sem impacto significativo nos compostos fenólicos. A intensidade de cachos mondados traduziu-se numa redução de produção efectiva, reflectindo uma menor capacidade de compensação por parte das plantas.

Pelo contrário, na parcela localizada no Baixo Corgo, em 2007, a redução de cachos, que não se traduziu numa diminuição proporcional da produção, não teve um impacto significativo no álcool provável, acidez total e pH, tendo-se verificado no entanto, ganhos significativos no índice de polifenóis totais e na contribuição dos taninos da grainha para o conteúdo fenólico, em especial na modalidade mondada a 50%, ao fecho do cacho.

Os resultados observados neste estudo indicam que os efeitos da monda foram diferenciados nas duas parcelas de vinha. Vários factores poderão ter estado na origem desse efeito diferenciador da monda manual de cachos, a saber, o material vegetativo de cada parcela (porta-enxerto e clone), a idade da vinha, o sistema de condução, a fertilidade do solo, o microclima, entre outros. Todos estes factores podem ter tido maior ou menor impacto, tendo em conta as condições climáticas do ano. Os resultados obtidos estão assim de acordo com as conclusões obtidas por RUBIO & YUSTE (2002), que referem que o incremento da melhoria qualitativa é muito dependente das condições de maturação do ano. Os efeitos da monda deverão ser assim avaliados ao nível de cada parcela e ao longo de vários anos, por forma a concluir sobre os seus reais benefícios em termos qualitativos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, J.N. (1998). As castas do Douro. In O Vinho do Porto e os Vinhos do Douro. Enciclopédia dos vinhos de Portugal. Chaves Ferreira Publicações S.A. Ed., Lisboa, 230 pp.
- MARÍN, M.J.; ARGUETA, M.S.; RODRIGUEZ, A.M.; MONAGO, E.M.; DE MIGUEL, C. (2004). Influência del aclareo de racimos en los frutos de las variedades Syrah y Tempranillo, cultivadas en parcelas inscritas en la D.O. Ribera del Guadiana (Extremadura-España). *6º Simpósio de Vitivinicultura do Alentejo*. 26-28 Maio. Évora. 38-45.
- PUERTAS, B.; CRUZ, S.; SERRANO, M.J.; VALCÁRCEL, M.C. & GARCIA DE LUJÁN, A. (2003). Incidência de la práctica del aclareo de racimos en la concentración de antocianos y taninos y en el color de los vinos de las variedades Cabernet Sauvignon, Merlot, Syrah y Tempranillo. X Congresso Brasileiro de Viticultura e enologia. Bento Gonçalves, 3-5 Dezembro. 55-68.
- QUEIROZ, J.; MAGALHÃES, A.; GUIMARÃES, D. ; MONTEIRO, F. & CASTRO, R. (2001). Monda de frutos e potencial de rendimento e qualidade da Tinta Roriz (Sin. Aragonez). 5º Simpósio de Vitivinicultura do Alentejo. Évora, 23-25 Maio de 2001. 231-234.
- QUEIROZ, J.B.L. (2002). Condução e relações rendimento qualidade de castas nobres do Douro. Tese de Doutoramento. Faculdade de Ciências. Universidade do Porto. 175 pp.

- RIBERAU-GAYON, P.; GLORIES, Y.; MAUJEAN, A. & DUBOURDIEU, D. (1998). *Traité d'oenologie*. Tome 2. Chimie du vin. Stabilisation et traitements. Dunod, Paris. 566 pp.
- RUBIO, J.A. & YUSTE, J. (2004). Relations between soil water content, leaf water potential, physiological and productive activity, under the influence of irrigation and yield control in Tempranillo grapevine in the A.O Ribera del Duero. *Acta Hort.* 646, ISHS 2004. 69-76.
- RUBIO, J.A. & YUSTE, J. (2002). Efectos del aclareo de racimos y el régimen hídrico en la producción, el desarrollo, el mosto y el comportamiento fisiológico del cv. Tempranillo conducido en espaldera. *Nutri-fitos* 2002.. 86-92.
- YUSTE, J.; RUBIO, J.A.; BAEZA, P. & LISSARAGUE, J.R. (1997). Aclareo de racimos y régimen hídrico: efectos en la producción, el desarrollo vegetativo y la calidad del mosto de la variedad Tempranillo conducida en vaso. *Viticultura/Enología profesional*. Nº 51. Julio/ Septiembre. 28-35.

INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE PLANTAÇÃO NO RENDIMENTO E QUALIDADE, CV. TOURIGA FRANCA (*Vitis vinifera* L.) NA REGIÃO DO DOURO

Jorge QUEIROZ¹, Paulo SANTOS², António FONSECA², Rogério de CASTRO³, David GUIMARAENS⁴ e António MAGALHÃES⁴

RESUMO

Na região do Douro, a instalação da vinha apresenta especificidades que decorrem do elevado declive, já que 57% da área de vinha está plantada em declives superiores a 30%. A reestruturação das vinhas tradicionais, com cerca de 6000 videiras por hectare, tem conduzido à redução acentuada da densidade de plantação, para valores na ordem das 2500 a 3000. Com vista a comparar diferentes densidades de plantação foi instalado em 2002 um ensaio, numa vinha plantada numa encosta sistematizada em patamares estreitos, com 2,3 m de largura e uma linha de plantação, casta Touriga Franca, porta-enxertos 110R. Estudaram-se duas densidades de plantação, através da alteração da distância entre videiras na linha (0,8 m vs. 1,2 m). Neste trabalho apresentam-se os resultados obtidos em duas fases da vida da vinha: vinha jovem (2007) e vinha adulta (2014). Os resultados obtidos para a distância 0,8m evidenciaram uma produção por metro linear que em 2007 e 2014 foi 31% e 41% superior à da 1,2m, devido a um maior número de cachos por metro linear, verificando-se ainda que os valores do álcool provável foram mais elevados nessa distância. Adicionalmente esta distância permite cumprir as regras da denominação de origem, no que se refere a densidade mínima por hectare, o que não acontece com a distância 1,2m.

Palavras-chave: Douro, Vinho do Porto, Viticultura de Montanha, Distância de plantação, Rendimento, Qualidade

⁽¹⁾ GreenUP/CITAB-UP, DGAOT, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Campus Agrário de Vairão, Rua Padre Armando Quintas, 7. 4485-661 Vairão, Portugal, E-mail: jqueiroz@fc.up.pt

⁽²⁾ MSc. Engenharia Agronómica, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Campus Agrário de Vairão, Rua Padre Armando Quintas, 7, 4485-661 Vairão, Portugal

⁽³⁾ Instituto Superior de Agronomia – Universidade de Lisboa -Tapada da Ajuda, 1399 Lisboa

⁽⁴⁾ The Fladgate Partnership Vinhos, S. A., R. Barão de Forrester, 404, 4400 V.N. Gaia

1 – INTRODUÇÃO

A escolha da densidade e geometria de plantação (distância na linha e entrelinha) aquando da plantação de uma vinha é uma decisão feita geralmente com base num conjunto de factores como as características de solo e clima, a casta e porta-enxerto, o sistema de condução a adoptar, o nível de mecanização e tipo de máquinas a usar nas operações da vinha, assim como a legislação que rege as denominações de origem.

A densidade de plantação tem uma forte influência sobre a fisiologia da videira, resultante da eficácia da colonização do solo pelo sistema radicular e da capacidade de interceptar a energia solar pela folhagem (CHAMPAGNOL, 1984). Deste modo este factor tem uma repercussão importante na quantidade de matéria seca sintetizada e na qualidade das uvas, no microclima de folhas e cachos assim como na relação área foliar/rendimento e vigor.

Em condições de secura, a colonização em profundidade por parte do sistema radicular é uma condição indispensável a um correcto aprovisionamento em água e à obtenção de um vigor conveniente. Na região do Douro, em solos pobres e pedregosos, a densidade de plantação usada nas vinhas tradicionais pós-filoxéricas, na ordem das 6000 videiras por hectare, foi uma das formas de obter uma eficaz e completa colonização aérea e subterrânea. Com a introdução da mecanização, e com exceção de situações em que a máquina foi adaptada à vinha com a utilização de tratores do tipo “cavaleiro”, a distância na entrelinha aumentou, sendo frequentemente muito superior à distância entre videiras na linha. Tal facto traduziu-se numa colonização heterogénea por parte do sistema radicular, com forte concorrência entre videiras na linha e incompleta colonização radicular na entrelinha (QUEIROZ *et al.*, 2010). Esta heterogeneidade é agravada nas vinhas plantadas em patamares, originando uma densidade de raízes mais baixa por unidade de área. De acordo com CHAMPAGNOL (1984), apenas com o aumento da densidade de plantação a colonização do solo será melhorada, conduzindo a um desenvolvimento vegetativo maior e um rendimento mais elevado por unidade de área. Desta forma, de acordo com o mesmo autor, em solos pobres e secos, apenas com elevadas densidades de plantação será possível obter rendimentos satisfatórios.

Em encostas de elevado declive, em vinhas instaladas em patamares, uma vez definida a largura de construção da plataforma, usualmente 2,20 a 2,30m no caso de patamares estreitos com uma linha de plantação, obrigatórios para declives superiores a 30% para a região do Douro, a densidade de plantação é função apenas da distância das videiras na linha escolhida pelo Viticultor.

De modo a estudar alternativas de densidades de plantação em patamares estreitos, foi instalado um ensaio numa vinha plantada em terraços de 2,3 m de largura, com duas distâncias entre videiras na linha: a distância tradicional de 1,2 m e a alternativa 0,8 m.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

Os resultados apresentados referem-se a um ensaio realizado em 2007, numa fase juvenil da vinha e a sua repetição em 2014, já na fase adulta da mesma. Este ensaio foi

instalado numa vinha plantada em 2002, na Quinta de Santo António, pertença da *The Fladgate Partnership Vinhos, S.A.*, Freguesia de Vale de Mendiz, Alijó, Douro (Cima Corgo - Latitude de 41° 14' Norte, Longitude de 7° 31' Oeste, altitude média de 275 metros), com um clima segundo a classificação de Thornthwaite do tipo C1B'3sb'4, e valores médios de 658 mm de precipitação e 16,2°C de temperatura, (período 1931-1960, Posto Meteorológico do Pinhão, FERREIRA, 1965). A encosta, com declive inicial de 45-50%, foi sistematizada em patamares estreitos de um bardo, com 2,3 m de largura (GUIMARAENS e MAGALHÃES, 2006), apresentando-se neste trabalho os resultados obtidos com a casta Touriga Franca, a casta com maior expressão no encepamento da região do Douro, enxertada no porta-enxertos 110R.

O delineamento experimental consistiu em blocos casualizados, com 4 repetições e dois tratamentos: a distância tradicional de plantação entre videiras na linha de 1,2 m e a alternativa de 0,8 m, num total de 8 unidades experimentais. Os resultados foram recolhidos, sempre que possível, em 20 videiras por unidade experimental. De modo a permitir a comparação dos resultados, quando adequado, expressaram-se os valores por metro linear.

Para além dos dados agrónómicos (parâmetros do rendimento e da qualidade), foram recolhidos dados acerca da área foliar (determinada de acordo com a metodologia proposta por LOPES e PINTO, 2005).

Os resultados da análise da variância das médias (ANOVA) foram expressas através do nível de significância.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento verificado no ano de 2007 foi 31% e 41% em 2014 superior na distância 0,8 m em relação à 1,2 m, sendo as diferenças altamente significativas do ponto de vista estatístico (Figura 1).

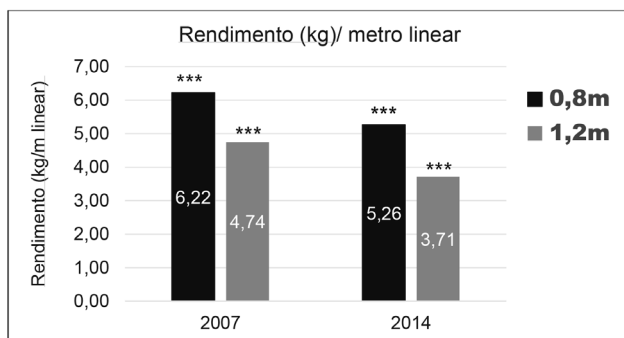


Figura 1 – Efeito da distância de plantação na linha no rendimento (kg / metro linear). Touriga Franca, Quinta de Santo António, 2007 e 2014.

O maior rendimento da distância 0,8 m deveu-se quer a um número de cachos por metro linear significativamente superior ao de 1,2 m, motivado por uma carga à poda significativamente maior, quer a um peso do cacho mais elevado (ainda que com significância estatística apenas em 2014) (Tabela 1).

No que se refere aos parâmetros qualitativos (Tabela 2), os valores do álcool provável foram superiores na modalidade 0,8 m, com uma significância altamente significativa, no ano de 2007, sendo os valores semelhantes nas duas modalidades no ano de 2014. No que se refere aos restantes parâmetros qualitativos, tais como acidez total e pH, não se verificaram diferenças entre as duas distâncias de plantação em ambos os anos.

Tabela 1 – Efeito da distância de plantação na linha, na carga à poda / metro linear, número de cachos / metro linear e peso do cacho (kg). Touriga Franca, Quinta de Santo António, 2007 e 2014.

Modalidades	Carga à poda / metro linear		Nº cachos / metro linear		Peso do cacho (kg)	
	2007	2014	2007	2014	2007	2014
0,8 m	13,6	11,1	16,6	14,4	0,390	0,369
1,2 m <i>Sig(I)</i>	10,9 ***	8,5 ***	13,4 ***	11,0 ***	0,361 <i>n.s.</i>	0,341 *

(1) Significância do Teste F: n.s – não significativo, * = significativo ao nível de 0,05; *** = significativo ao nível 0,001.

Tabela 2 – Efeito da distância de plantação na linha, no álcool provável (% vol.), acidez total (gr. de ác. Tart/l) e pH. Touriga Franca, Quinta de Santo António, 2007 e 2014.

Modalidades	Álcool Provável (%v/v)		Acidez Total (g de Ác. Tar./l)		pH	
	2007	2014	2007	2014	2007	2014
0,8 m	12,3	10,3	4,31	3,88	3,72	3,66
1,2 m <i>Sig(I)</i>	11,4 ***	10,1 <i>n.s.</i>	4,29 <i>n.s.</i>	4,2 <i>n.s.</i>	3,72 <i>n.s.</i>	3,65 <i>n.s.</i>

(1) Significância do Teste F: n.s – não significativo, *** = significativo ao nível 0,001.

Quanto ao peso do bago (Tabela 3), verificou-se que os valores são semelhantes para o ano de 2007, tendo sido mais pesado na modalidade 0,8 m no ano de 2014.

De referir que os resultados encontrados nestes dois anos são semelhantes aos encontrados para os anos de 2007 a 2009 para a casta Touriga Nacional, no mesmo local, em ensaio semelhante ao que se apresenta (QUEIROZ *et al.*, 2010).

Tabela 3 – Efeito da distância de plantação no peso do bago (g.). Touriga Franca, Quinta de Santo António, 2007 e 2014.

Modalidades	Peso do bago (g)	
	2007	2014
0,8 m	2,38	2,86
1,2 m	2,37	2,75
<i>Sig(l)</i>	<i>n.s.</i>	<i>*</i>

1) Significância do Teste F: n.s. – não significativo, * = significativo ao nível 0,05.

Os valores mais elevados de produção verificados na distância 0,8 m, com tendência para uma melhoria do teor em álcool provável dever-se-ão à manutenção da relação Superfície Foliar Exposta (SFE) / peso das uvas, graças a um maior valor desta superfície (Figura 2) na distância 0,8 m quando comparada com a distância 1,2 m.

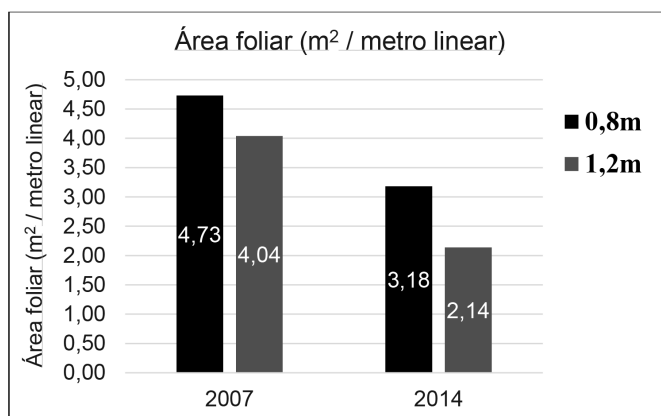


Figura 2 – Efeito da distância de plantação na linha na área foliar (m^2 / metro linear). Touriga Franca, Quinta de Santo António, 2007 e 2014 (Dados não analisados estatisticamente).

4 – CONCLUSÕES

Os resultados obtidos numa fase de juvenilidade das videiras, em 2007, careciam de confirmação numa fase mais adiantada da vida da vinha, o que foi realizado no ano de 2014.

Ambos os anos estudados apresentaram valores de produção significativamente superiores na distância 0,8 m aos da distância 1,2 m, devido à maior carga por metro linear, maior número de cachos e maior peso do cacho.

Quanto aos parâmetros da qualidade, ou foram semelhantes, como se verificou com o pH, acidez total e peso do bago, ou apresentaram uma tendência para uma melhoria na modalidade 0,8 m, como verificado com o teor em álcool provável.

Como conclusão, pode afirmar-se que a distância de 0,8m entre videiras na linha, em viticultura de montanha, plantadas em patamares estreitos, sem irrigação, é uma forma de aumentar a densidade de plantação, com aumento de rendimento e eventualmente da qualidade, ou pelo menos a sua manutenção, permitindo ainda que seja cumprido a densidade mínima legislada para a Denominação de Origem Douro e Porto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- CHAMPAGNOL, F. 1984. Elements de physiologie de la vigne et de viticulture general. *Ed. Auteur*, Montpellier, 354 p.
- FERREIRA, I. (1965). O Clima de Portugal, Fascículo XV, Região Demarcada do Douro. *Ed. Serviço Meteorológico Nacional*.
- GUIMARAENS D. and MAGALHÃES A. 2006. Soil erosion protection using three different planting models on the slopes of the Douro Valley. *Primo Congresso Internazionale Sulla Viticoltura di Montagna e in Forte Pendenza, CERVIM, Saint-Vicent (Vallée d'Aoste)*.
- LOPES, C. e PINTO, P. (2005). Easy and accurate estimation of grapevine leaf area with simple mathematical models, *VITIS* 44 (2), 55-61.
- QUEIROZ, J.; CUNHA, M.; FONSECA, A.; MACHADO, M.; SOUSA, M.; BORGES, L.; CASTRO, R.; MAGALHÃES, A. and GUIMARAENS, D. (2010). "Vine "spacing in steep slope viticulture: narrow terraces, Douro Region". «Viticulture en fort pente et densité de plantation: banquettes étroites, Région de Douro ». CERVIM, Troisième Congrès International Viticulture de Montagne et/ou En Forte Pente, Castiglione di Sicilia, Catania, Itália.

INFLUÊNCIA DAS TÉCNICAS DE GESTÃO DO SOLO NO USO DA ÁGUA: ESTUDO DE CASO NUMA VINHA DA REGIÃO DO DÃO

F. MARQUES^{(1)*}; V. PEDROSO⁽²⁾; P. RODRIGUES⁽¹⁾; J. GOUVEIA⁽¹⁾; A. MONTEIRO⁽³⁾ & C. M. LOPES⁽³⁾

RESUMO

Num ensaio instalado no Centro de Estudos Vitivinícolas do Dão, em Nelas, estudouse o efeito de diferentes técnicas de gestão do solo no uso da água pela videira e coberto vegetal ao longo de 5 anos, no entanto neste trabalho apresentamse apenas os resultados referentes a um dos anos de ensaio (2013). O ensaio foi instalado numa vinha adulta da casta “Touriga Nacional”, utilizando um delineamento experimental factorial

2x2: gestão da entrelinha (enrelvamento natural vs mobilização) e gestão da linha (“mulch” de estilha vs herbicida). A humidade volúmica do solo, avaliada com sonda capacitiva, decresceu ao longo do ciclo em qualquer das modalidades não se tendo observado efeitos significativos do método de gestão do solo na linha. Em contraste, a modalidade mobilizada na entrelinha apresentou valores de humidade volúmica sempre superiores aos verificados na modalidade enrelvada. Relativamente à extração de água até aos 150 cm de profundidade, a modalidade relvada apresentou um maior consumo que a modalidade mobilizada durante o período abrolhamento/floração mas, no período seguinte (floração/pintor) verificouse o inverso. No período pintor/vindima o padrão de extracção foi idêntico ao do período anterior mas não se verificaram diferenças significativas entre modalidades. Os valores do potencial hídrico do ramo sugerem a existência de um stresse hídrico forte no período pintor/vindima, mas não se verificaram diferenças significativas entre modalidades. Os parâmetros agrónómicos não foram significativamente afetados por qualquer dos factores em estudo, no entanto, dado que estes resultados se referem apenas a um ano de estudos, aguardase o tratamento integrado dos 5 anos de ensaio para a formulação de conclusões mais robustas.

Palavras-chave: Enrelvamento, mobilização, cobertura do solo, humidade volúmica, potencial hídrico, videira.

¹. Escola Superior Agrária de Viseu, Quinta da Alagoa, Ranhados, 3500606 Viseu

². DRAPC/ Centro de Estudos Vitivinícolas do Dão, Quinta da Cale, 3520090 Nelas

³. LEAF, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349017 Lisboa

* Autor para correspondência: Francisco Marques; email: fm90@esav.ipv.pt

1 INTRODUÇÃO

Durante muito tempo a gestão do solo da vinha foi feita sobretudo com recurso a mobilizações e/ou aplicação de herbicidas residuais ou em mistura com foleares, na linha ou em toda a área. Estas técnicas têm graves consequências ambientais, designadamente a erosão do solo, o arrastamento de nitratos, a perda de matéria orgânica, a diminuição da biodiversidade, o aparecimento de infestantes resistentes aos herbicidas e a contaminação de toalhas freáticas com herbicidas, entre outras (MONTEIRO *et al.*, 2012).

O recurso ao enrelvamento como técnica de gestão do solo é uma das formas de contribuir para uma viticultura mais sustentável, permitindo por exemplo a diminuição da aplicação de herbicidas. Esta técnica foi inicialmente utilizada em zonas vitícolas com climas húmidos, de maneira a reduzir a humidade no solo e por conseguinte o vigor das videiras (RUIZCOLMENERO *et al.*, 2011). A sua utilização pode também ser benéfica para o solo, salientandose o aumento da taxa de infiltração (CELETTE *et al.*, 2008; RUIZCOLMENERO *et al.*, 2011), a redução da erosão (RUIZCOLMENERO *et al.*, 2013) e a melhoria do acesso de máquinas agrícolas após a ocorrência de precipitação ou irrigação (NICHOLAS, 2004), aspeto muito importante devido ao elevado nível de mecanização utilizado na cultura da vinha. O enrelvamento pode ainda contribuir para um aumento do teor de matéria orgânica do solo (STEENWERTH e BELINDA, 2008) e reduzir a taxa de incidência de algumas doenças da videira (MONTEIRO e LOPES, 2007). Em climas do tipo mediterrânico e principalmente em vinhas não regadas, uma das principais limitações à implementação do enrelvamento está relacionada com o risco de competição hídrica entre a flora natural/semecada e a videira (CELETTE *et al.*, 2008; LOPES *et al.*, 2011) e também com a competição pelos nutrientes (CELETTE *et al.*, 2009). No entanto, CELETTE *et al.*, (2005) num estudo realizado em França na casta “Sauvignon Blanc”, em que compararam o enrelvamento na entrelinha vs aplicação de herbicida, verificaram que o teor de humidade volúmica do solo era mais elevado durante o inverno na modalidade enrelvada, provavelmente devido à diminuição do escoamento superficial da água promovida pelo coberto vegetal. Esta situação poderá ser muito importante no aumento do armazenamento de água do solo devido à ocorrência de chuvas intensas que normalmente ocorrem no Inverno e na Primavera. Alguns estudos mostram que o enrelvamento da vinha permite melhorar a qualidade da uva (LOPES *et al.*, 2008) e em climas húmidos esta técnica pode ser vantajosa para reduzir o crescimento vegetativo, sem comprometer o rendimento e a qualidade (TRIGOCÓRDOBA *et al.*, 2015).

A cobertura com palha foi uma das práticas de gestão do solo aplicadas em pomares experimentais de sequeiro no leste da Espanha com o objetivo de reduzir as elevadas taxas de erosão (GARCÍAORENES *et al.*, 2009). Num estudo realizado por PROSDOCIMI *et al.*, (2016), num clima Mediterrânico e na cultura da vinha, em que foi utilizada palha de cevada como cobertura de uma faixa de solo, ocorreram reduções quer nas taxas de perda de solo quer nas perdas de água por escoamento superficial, comparativamente a um solo nu. A palha (JORDÁN *et al.*, 2010) e outros materiais (BLAVET *et al.*, 2009) de cobertura podem assim contribuir para o controlo da

erosão e uma maior conservação da humidade no solo. A utilização de coberturas do solo (“mulching”) pode ter as seguintes vantagens: i) diminuição da temperatura do solo, ao impedir a radiação direta sobre o solo e por conseguinte a evaporação; ii) controlo das infestantes e iii) diminuição dos efeitos negativos causado pelo impacto das gotas de chuva.

A mobilização do solo promove a destruição da crosta superficial (efeito temporário) melhorando a infiltração de água, pode eliminar impermees que dificultam a penetração das raízes, permitir a incorporação de fertilizantes e infestantes/enrelvamento. Contudo, pode degradar a estrutura do solo, aumentar os riscos de erosão hídrica e eólica e promover a compactação do solo.

Neste trabalho apresentase o efeito de quatro técnicas de gestão do solo no uso da água pela videira e coberto vegetal no ano de 2013 (3 anos após instalação do ensaio) dando especial atenção à comparação entre à técnica de mobilização do solo e o enrelvamento natural.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho experimental decorreu no Centro de Estudos Vitivinícolas do Dão (CEVDão), em Nelas, na região do Dão, numa parcela de vinha não regada, instalada no ano 2000 com a casta “Touriga Nacional” enxertada em 110R. A vinha tem orientação NorteSul, uma densidade de plantação de 4545 plantas por hectare (compasso 2,0 x 1,1 metros), está conduzida num sistema monopiano vertical ascendente e podada em Cordão Royat bilateral com 6 unidades de frutificação.

O ensaio foi instalado no ano de 2010, utilizando um delineamento experimental factorial 2x2: gestão da entrelinha (**REL** enrelvamento natural vs **MOB** mobilização) e gestão da linha (**Mul** “mulch” de estilha vs **Her** herbicida). Os cortes da flora e as mobilizações na entrelinha foram realizados duas vezes por ano. O enrelvamento natural foi cortado com uma motoroçadora de dorso e as mobilizações foram efetuados com recurso a um escarificador montado num trator. Para a aplicação de herbicida na linha foi utilizado um pulverizador manual. A colocação de uma faixa de estilha na linha (25 cm x 10 cm) foi também realizada manualmente.

O teor de humidade do solo foi monitorizado através da utilização de uma sonda capacitiva portátil Diviner 2000 (Sentek Pty Ltd), permitindo medições do teor de humidade de 10 em 10 cm. Em cada unidade experimental foram instalados dois tubos de acesso, um na linha entre duas videiras, e o outro no meio da entrelinha, num total de 8 tubos por modalidade. As medições foram efectuadas periodicamente ao longo do ciclo biológico até à profundidade de 150 cm.

Foram também efetuadas medições do potencial hídrico do ramo (Ψ_{ramo}), medido ao meio-dia solar, em que duas horas antes de cada medição as folhas foram inseridas em sacos plásticos e envolvidas em papel de alumínio, com o objetivo provocar a paragem da transpiração (Choné *et al.*, 2001). À vindima foram contabilizados o número de cachos por videira e o seu peso e foram colhidos 100 bagos por unidade experimental mínima, para efeitos de análise da maturação. À poda de Inverno foi contabilizado o número e peso dos sarmentos por videira.

Os dados foram sujeitos a análise de variância através do programa SPSS 17 (“Statistical Package for the Social Sciences IBM Company”).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de humidade volúmica médio do solo correspondente à camada até 150 cm de profundidade decresceu ao longo do ciclo em qualquer das modalidades não se tendo observado efeitos significativos do método de gestão do solo na linha. Em contraste, a modalidade mobilizada na entrelinha apresentou valores de humidade volúmica sempre superiores aos verificados na modalidade enrelvada (Fig. 1).

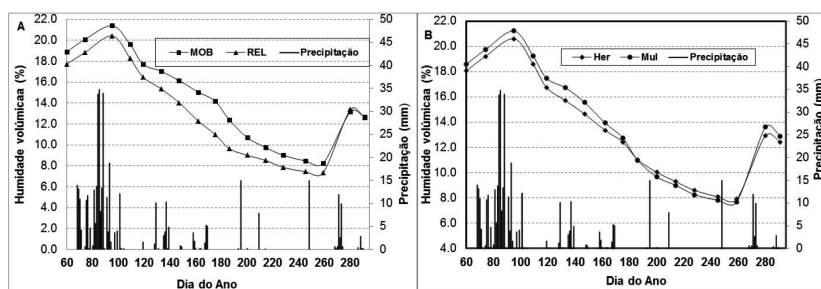


Figura 1. Efeitos dos métodos de gestão do solo na entrelinha (A) e na linha (B), na evolução do teor médio de humidade volúmica no perfil 0150 cm (média de 8 tubos de acesso instalados na entrelinha) durante o ano de 2013. MOB: Mobilização na entrelinha; REL: Enrelvamento natural na entrelinha; Her: Aplicação de herbicida na linha; Mul: Aplicação de estilha na linha.

Com o objetivo de estimar a extração de água durante as principais fases do ciclo vegetativo foi utilizada uma simplificação da equação geral do balanço hídrico para um determinado intervalo de tempo e para o perfil considerado (Eq. 1):

$$\text{Consumo de água} = \Delta S + P \text{ (Eq. 1)}$$

onde ΔS representa a variação do armazenamento de água (tubos da entrelinha) e P a precipitação, assumindo que não ocorre ascensão capilar, drenagem profunda e escoamento superficial, nem contribuição do nível freático (WANG et al., 2011). Através da análise da tabela 1, podemos verificar que, até aos 150 cm de profundidade, a modalidade relvada apresentou um maior consumo que a modalidade mobilizada durante o período abrolhamento/floração mas, no período seguinte (floração/pintor), verificou-se o inverso.

No período pintor/vindima o padrão de extração foi idêntico ao do período anterior mas não se verificaram diferenças significativas entre modalidades. Quando se

considera o período de medições na sua totalidade (abroilhamento-vindima) verifica-se que não há diferenças significativas entre os métodos de gestão do solo. Estes resultados são similares aos obtidos por MONTEIRO e LOPES (2007) num ensaio instalado na região de Alenquer com a casta “Cabernet Sauvignon”. Os mesmos autores sugerem que o maior consumo de água na modalidade mobilizada nas fases mais tardias do ciclo poderá ser explicado por um efeito combinado da maior área foliar das videiras, da maior disponibilidade de água no solo e da maior taxa de evaporação de um solo nu.

Tabela 1. Efeito do método de gestão do solo no consumo médio diário de água, durante as principais fases do ciclo biológico, até 150 cm de profundidade.

Modalidade	Consumo diário (mm/dia) ⁽¹⁾			
	Abroilhamento / Floração	Floração / Pintor	Pintor / Maturação	Abroilhamento - Maturação
Entrelinha				
MOB	2,33	1,85	0,78	1,83
REL	2,74	1,46	0,69	1,82
Sig	*	*	ns	ns
Linha				
Her	2,51	1,57	0,74	1,83
Mul	2,55	1,74	0,72	1,82
Sig	ns	ns	ns	ns
Interação	ns	ns	ns	ns
Precipitação				
(mm)	63,8	35,2	14,9	113,9

MOB: Mobilização na entrelinha; REL: Enrelvamento natural na entrelinha; Her: Aplicação de herbicida na linha; Mul: Aplicação de estilha na linha. Sig nível de significância; ns diferenças não significativas; * diferenças significativas com $p < 0,05$.

⁽¹⁾ Valores obtidos através da soma da variação do armazenamento de água na camada 0150 cm de profundidade com a precipitação (Eq.1), assumindo que não ocorre ascensão capilar, drenagem profunda e escoamento superficial, nem contribuição do nível freático.

Na figura 2 apresenta-se a evolução da variação do armazenamento de água por camadas de 30 cm, elaborada a partir dos valores de humidade obtidos nos tubos de acesso instalados na entrelinha. Na fase inicial do ciclo da vinha (abroilhamento-floração – Fig.

2A) a extracção de água (videira e coberto vegetal) ocorre principalmente nas camadas mais superficiais (090 cm) onde a modalidade REL apresenta valores significativamente superiores aos da modalidade MOB. Na fase intermédia do ciclo (floração-pintor Fig. 2B) verifica-se uma progressiva tendência para a absorção de água em camadas mais profundas. Neste período é a modalidade MOB que apresenta valores de extracção de água significativamente superiores aos da modalidade REL nas camadas 090 cm. No período de maturação (dados não apresentados), os

valores da extracção de água são muito reduzidos em todo o perfil em qualquer das modalidades. No entanto estes dados devem ser analisados com precaução pois é possível que ocorra extracção abaixo de 150 cm de profundidade (zona não monitorizada). Com efeito, num estudo efectuado numa parcela de vinha contígua à do actual ensaio, RODRIGUES (2011) verificou extracção de água a profundidades superiores a 200 cm.

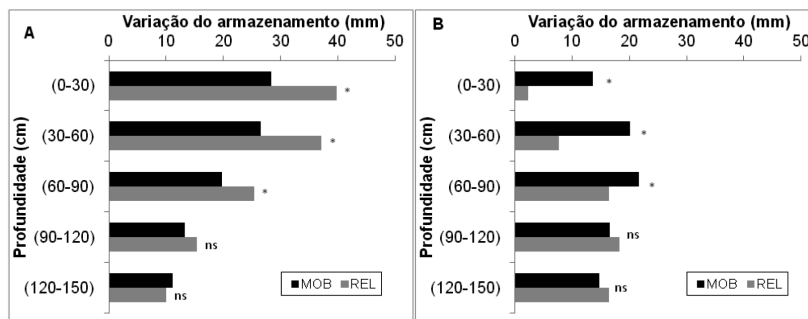


Figura 2. Efeito das técnicas de gestão do solo na variação do armazenamento de água no solo por camadas até 150 cm de profundidade, a partir de tubos de acesso instalados na entrelinha, durante o ano de 2013. A – período abrolhamento a floração; B período floração a colheita. MOB: Mobilização na entrelinha; REL: Enrelvamento natural na entrelinha. Sig nível de significância; ns diferenças não significativas; * diferenças significativas com $p < 0,05$.

Os valores do potencial hídrico do ramo não apresentaram diferenças significativas entre modalidades (dados não apresentados). Na fase final do ciclo, antes das chuvas, os valores obtidos (MOB: 1,37 MPa; REL: 1,32 MPa; Her: 1,35 MPa e Mul: 1,34 MPa) sugerem a existência de um stresse hídrico forte (OJEDA, 2008).

Na tabela 2 apresentam-se alguns componentes da produção e vigor monitorizados no ano de 2013. Apesar de alguns autores reportarem reduções significativas no rendimento em resultado do uso de relvados (AFONSO *et al.*, 2003 e LOPES *et al.*, 2011), no nosso trabalho nem a produção por videira nem o peso médio do cacho foram significativamente afetados pelas técnicas de gestão do solo, resultados similares aos observados por LOPES *et al.*, (2008) num ensaio instalado na região de Alenquer com a casta “Cabernet Sauvignon”.

Apesar de vários autores relatarem reduções significativas do peso da lenha de poda da videira devido à manutenção do relvado (AFONSO *et al.*, 2003; LOPES *et al.*, 2008; LOPES *et al.*, 2011; TRIGOCÓRDOBA *et al.*, 2015; BESLIC *et al.*, 2015), a análise das componentes do vigor (Tab. 2) mostra que, apesar de uma tendência para maiores valores de peso de lenha de poda na modalidade MOB, não se observaram diferenças significativas entre modalidades, nas componentes avaliadas. Estes resultados parecem sugerir que o enrelvamento natural na entrelinha, não constitui uma fonte de competição pela água e nutrientes.

Tabela 2. Efeito do método de gestão do solo nos componentes do rendimento e do vigor da videira, no ano de 2013.

MOD	Cachos/vid (Nº)	Produção (kg/vid)	Peso/ cacho (g)	Sar/vid (Nº)	Lenha Poda (kg/vid)	Peso/Sar (g)	Índice Ravaz
Entrelinha							
MOB	18,3	1,77	93,2	12,2	0,46	36,9	4,0
REL	19,3	1,66	80,3	12,1	0,41	33,3	4,1
Sig	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Linha							
Her	18,1	1,68	87,1	12,2	0,41	33,5	4,1
Mul	19,4	1,74	86,4	12,1	0,45	36,7	4,0
Sig	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Interação							
Sig	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

MOB: Mobilização na entrelinha; REL: Enrelvamento natural na entrelinha; Her:Aplicação de herbicida na linha; Mul: Aplicação de estilha na linha. Índice Ravaz = Produção(kg/videira)/ Lenha Poda (kg/videira). Sig nível de significância; ns diferenças não significativas p>0,05.

Em resumo os resultados obtidos parecem indicar que, para as condições edafo-climáticas de Nelas, o enrelvamento parece ser uma boa alternativa à mobilização pois a maior competição hídrica observada na Primavera não induziu efeitos negativos na produção e vigor. No entanto, só após o tratamento integrado dos 5 anos de ensaio e com a inclusão dos dados da composição da uva (dados não apresentados) poderemos formular conclusões mais robustas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afonso J., Monteiro A., Lopes C., Lourenço J., 2003. Enrelvamento do solo em vinha na região dos Vinhos Verdes. Três anos de estudo na casta ‘Alvarinho’. *Ciência Téc. Vitiv.* 18:47–63.
- Beslic Z., Pantelic M., Dabic D., Todic S., Natic M., Tesic Z., 2015. Effect of vineyard floor management on water regime, growth response, yield and fruit quality in Cabernet Sauvignon. *Scientia Horticulturae*. 197:650656.
- Blavet D., De Noni G., Le Bissonnais Y., Leonard M., Maillo L., Laurent J.Y., Asseline J., Leprun., J.C., Arshad M.A., Roose E., 2009. Effect of land use and management on the early stages of soil water erosion in French Mediterranean vineyards. *Soil and Tillage Researc*. 106:124136.
- Choné X., Van Leeuwen C., Dubourdiou D., Gaudillères J.P., 2001. Stem water potential is a sensitive indicator of grapevine water status. *Annals of Botany*. 87: 477483.
- Celette F., Wery J., Chantelot E., Celette J., Gary C., 2005. Belowground interactions in a vine (*Vitis vinefera* L.) tall fescue (*Festuca arundinacea* Shreb.) intercropping system: water relations and growth. *Plant and Soil*. 276:205–217.

- Celette F., Gaudin R., Gary C., 2008. Spatial and temporal changes to the water regime of a Mediterranean vineyard due to the adoption of cover cropping. *Eur. J. Agron.* 29:153–162.
- Celette F., Findeling A., Gary C., 2009. Competition for nitrogen in an unfertilized intercropping system: the case of an association of grapevine and grass cover in a Mediterranean climate. *Eur. J. Agron.* 30:41–51.
- GarcíaOrenes F., Cerdà A., MataixSolera J., Guerrero C., Bodí M.B., Arcenegui V., Zornoza R., Semper J.G., 2009. Effects of agricultural management on surface soil properties and soilwater losses in eastern Spain. *Soil Tillage Res.* 106:117–123
- Jordán A., Zavala L.M., Gil J., 2010. Effects of mulching on soil physical properties and runoff under semi arid conditions in southern Spain. *CATENA*. 81:7785.
- Lopes C., Monteiro A., Machado J., 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 Téc. Vitiv.* 23 (1)3743.
- Lopes C., Santos, T., Monteiro A., Rodrigues, M., Costa, J., Chaves M., 2011. Combining cover cropping with deficit irrigation in a Mediterranean low vigor vineyard. *Scientia Horticulturae*. 129:603 – 612.
- Monteiro A., Lopes C., 2007. Influence of cover crop on water use and performance of vineyard in Mediterranean Portugal. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 121:36342.
- Monteiro A., Lopes, C., Franco J., 2012. Enrelvamento da Vinha. In: Monteiro A., Gomes da Silva, F., Jorge, R. (Eds.), *Gestão e conservação da flora e da vegetação de Portugal e de África lusófona. “In Honorium” do Professor Catedrático Emérito Ilídio Rosário dos Santos Moreira*. p. 377402. ISAPress. Lisboa.
- Ojeda, H., 2008. Controlo do estado hídrico da vinha. Rega qualitativa de precisão. Enovitis. Revista Técnica de Viticultura e Enologia nº 12:1420.
- Rodrigues P., 2011. Influência do regime hídrico e da rega no comportamento da casta Touriga Nacional na região do Dão. Dissertação de doutoramento, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 274 pp.
- Nicholas P., 2004. Soil, Irrigation and Nutrition. Grape Production Series NO 2 – South Australian Research and Development Institute. Adelaide. Australia. 201 pp.
- Trigo Córdoba E., BouzasCid Y., OrriolsFernández I., DíazLosada E., MirásAvalos J., 2015. Influence of cover crop treatments on the performance of a vineyard in a humid region. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 13(4):0917.
- Prosdocimi M., Jordán A., Tarolli P., Keesstra S., Novara A., Cerdà A., 2016. The immediate effectiveness of barley straw mulch in reducing soil erodibility and surface runoff generation in Mediterranean vineyards. *Science of The Total Environment*. 547:323 – 330.
- Ruiz Colmenero M., Bienes R., Marques M.J., 2011. Soil and water conservation dilemmas associated with the use of green cover in steep vineyards. *Soil and Tillage Research*. 117:211 223.
- Ruiz Colmenero M., Bienes R., Eldridge D.J., Marques M.J., 2013. Vegetation cover reduces erosion and enhances soil organic carbon in a vineyard in the central Spain. *CATENA*. 104:153160.
- Wang X., Dai K., Zhang D., Zhang X., Wang Y., Zhao Q., Cai D., Hoogmoed W., Oenema O., 2011. Dryland maize yields and water use efficiency in response to tillage/crop stubble and nutrient management practices in China. *Field Crops Research*. 120:4757.
- Steenwerth K., Belina K.M., 2008. Cover crops enhance soil organic matter, carbon dynamics and microbiological function in a vineyard agroecosystem. *Applied Soil Ecology*. 40:359369.

MONITORIZAÇÃO DA TEMPERATURA DO COBERTO EM DUAS CASTAS DE VIDEIRA: UMA FERRAMENTA PARA COMPARAR GENÓTIPOS E OPTIMIZAR A REGA DEFICITÁRIA?

J. M. COSTA^{1,2}, R. EGIPTO², I. GARCIA-TEJERO^{1,3}, M. VAZ⁴, C.M. LOPES², M. CHAVES¹

RESUMO

A viticultura mediterrânica enfrenta desafios crescentes relacionados com as alterações climáticas, com recursos hídricos escassos ou de menor qualidade e com maiores exigências de sustentabilidade por parte dos “stakeholders”. Neste domínio, o uso sustentável da água deverá ser uma prioridade nas regiões semi-áridas. Para tal é necessário compreender melhor a fisiologia da videira e a sua resposta ao stress hídrico e térmico, e assegurar a monitorização rápida e eficiente da condição das culturas. A temperatura do coberto (T_c) é um indicador do estado hídrico e do comportamento estomático das plantas. A termografia permite a determinação remota de T_c no campo e visualizar a distribuição das temperaturas em diferentes zonas do coberto (e do solo). A nossa hipótese é a de que padrões diurnos de T_c podem revelar diferenças entre castas em termos das estratégias de controlo estomático/regulação da perda de água e calor. Desta forma monitorizámos o curso diário e sazonal da T_c em duas castas de *V. vinifera* Aragonez (syn. Tempranillo) (ARA) e Touriga Nacional (TOU) sujeitas a rega deficitária em condições Mediterrânicas (Reguengos de Monsaraz, Alentejo). As medições de T_c foram complementadas pela medição do potencial hídrico, fotossíntese e transpiração, clorofila e parâmetros agrónomicos. As medições decorreram ao longo de diferentes estados fenológicos: i) Maio/meados de Junho (vingamento-bago ervilha), ii) meados de Julho (pintor), iii) início de Agosto (meia maturação) e iv) meados e fim de Agosto (antes da colheita). As correlações da T_c (14-17h) com a condutância estomática (gs) e o potencial hídrico (ψ) foram mais robustas em condições/anos de maior stress. A ARA revelou a tendência para potenciais mais negativos, que pode estar relacionado com uma maior área foliar comparativamente à TOU. Todavia as correlações entre parâmetros eco-fisiológicos (ψ , gs) e a T_c mantiveram-se idênticas nas duas castas sugerindo que, para os níveis de stress hídrico imposto não se observaram diferenças entre castas na T_c e nas trocas gasosas. Estratégias de optimização do uso da termografia para monitorizar plantas e solo em condições de campo são discutidas numa perspectiva de optimização do uso sustentável da água.

Palavras-chave: termografia, arrefecimento evaporativo, stresse hídrico, fenotipagem, uso sustentável da água.

¹ LEM-ITQB, Universidade Nova de Lisboa, Apartado 127, 2780-901 Oeiras, Portugal

² LEAF, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal

³ IFAPA Centro ‘Las Torres-Tomejil’. Ctra. Sevilla-Cazalla, km. 12,2. 41,200. Alcalá del Río. Sevilla

⁴ Departamento de Biologia, Escola de Ciências e Tecnologia, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas (ICAAM), Universidade de Évora Apartado 94, 7002 – 554 Évora, Portugal

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso escasso na Europa Mediterrânea e os cenários de alterações climáticas para a região prevêem temperaturas mais elevadas, menor precipitação e eventos climáticos extremos (IPCC, 2013). Mesmo assim a viticultura regada tem vindo a expandir-se rapidamente na Europa do Mediterrâneo, incluindo Portugal e Espanha impondo maior pressão sobre os recursos hídricos locais/regionais (COSTA *et al.*, 2016).

Por outro lado a fileira da vinha e do vinho deve considerar as preocupações e exigências crescentes dos “stakeholders” quanto à sustentabilidade ambiental da produção água de rega é uma prioridade, em especial em regiões áridas como é o caso da bacia do Mediterrâneo. Para além disso, situações de seca severas, associadas ao risco crescente de ondas de calor mais frequentes e de maior duração (IPCC, 2013; LOPES *et al.*, 2014) tendem a afectar severamente o sul da Europa e podem mesmo condicionar a longevidade e produtividade da videira (CHAVES *et al.*, 2010).

Uma melhor compreensão das respostas da videira ao stress hídrico e térmico, do efeito do genótipo/casta na resposta ao stress, conjugado com uma monitorização mais robusta da cultura, ajudará a otimizar a gestão da rega na viticultura do Mediterrâneo e a mitigar os efeitos negativos das mudanças climáticas (CHAVES *et al.*, 2010; BOTA *et al.*, 2016; COSTA *et al.*, 2012; 2016) bem como os problemas decorrentes da grande variação interanual das condições climáticas típicas do clima Mediterrânico.

A temperatura do coberto (T_c) é considerada um indicador do estado hídrico e do comportamento estomático das plantas. Plantas em stress hídrico têm os estomas mais fechados, transpiram menos e apresentam temperaturas de folhas e coberto mais elevadas que as plantas em conforto hídrico. A termografia permite a determinação remota da T_c e a visualização da distribuição das temperaturas no coberto e também do solo, o que é uma vantagem em termos da monitorização de culturas ao ar livre (JONES e VAUGHAN, 2010; COSTA *et al.*, 2013).

Como forma de avaliar o estado hídrico das videiras e de comparar diferentes castas em termos da sua resposta ao stress hídrico moderado medimos o curso diário e sazonal da T_c e, paralelamente, o potencial hídrico foliar e as trocas gasosas em duas castas tintas economicamente relevantes em Portugal e cultivadas em condições de rega deficitária num clima tipicamente mediterrânico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio decorreu em Reguengos de Monsaraz (Alentejo), 38°22' N 7°33' W, numa vinha de 11 anos de idade, das castas Touriga Nacional (TOU) e Aragonez (ARA), enxertadas no porta-enxerto 1103 Paulsen. A vinha, de compasso 3 x 1.5 m, estava conduzida em monopiano vertical ascendente e podada em Cordão Royat bilateral, com 15 a 16 olhos por videira (33-35,000 olhos/ha).

O solo é do tipo franco-arenoso a franco-argilo-limoso (pH = 7-7,6 e com baixo teor em matéria orgânica e alto teor em P_2O_5 e K_2O).

As videiras foram sujeitas a dois tratamentos de rega: (i) “*Sustainable Deficit Irrigation*” (SDI) - frequência de uma rega por semana, com início ao bago de ervilha, com uma dotação de cerca de 30% da ET_c, de acordo com a estratégia do produtor, em todo o ciclo vegetativo; e (ii) “*Regulated Deficit Irrigation*” (RDI) - frequência variável em função do estado hídrico da videira e do seu estado fenológico, com uma dotação de 50% da dotação de SDI em 2013 e 65% em 2014 e 2015, sendo as videiras submetidas a déficit hídrico numa primeira fase, do bago de ervilha ao pintor e a um stresse mais intenso no período de maturação. Mediram-se os cursos diários (entre as 8:00 e as 20:00h, a cada 2-3h) do potencial de água na folha (Ψ_{leaf}), da temperatura do coberto (T_c) e das trocas gasosas ao nível da folha (condutância estomática - g_s e taxa de fotossíntese líquida - A_n) ao longo dos três anos de ensaio. A T_c foi medida no lado exposto do coberto vegetal recorrendo ao uso de termografia (Flir SC660 e B20, Flir Systems, 7-13 mm, $\epsilon = 0,96$). As imagens térmicas foram seguidas de imagens RGB da mesma secção do coberto e solo para facilitar a posterior análise das imagens térmicas. Mediram-se as trocas gasosas ao nível da folha individual com recurso a um medidor portátil (Licor 6400, Licor, EUA). Foram também medidos os teores em clorofila das folhas. O delineamento experimental consistiu em blocos casualizados (2 estratégias de rega, 4 repetições). Foram determinadas as correlações de Pearson entre as variáveis (T_c, g_s, Ψ_{pd} , Ψ_{leaf}) com recurso ao programa Statistix 9.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Condições climáticas e necessidades de rega

A variação inter-anual das condições climáticas foi acentuada. Apesar da radiação solar se ter mantido a níveis idênticos nos três anos de ensaio, os anos de 2013 e 2015 foram os mais quentes (T_{media} e T_{max}) (Quadro 1), sendo que 2015 foi o mais seco dos três e exigiu um período mais longo de rega e um maior volume de água (Quadro 1). O ano de 2014, além de mais chuvoso, apresentou também um VPD e temperaturas do ar inferiores que resultaram na menor ET₀ cumulativa dos três anos. (Quadro 1). Como resultado, os volumes de rega apresentaram uma variação expressiva nos três anos, entre um mínimo de 67 mm em 2014 e um máximo de 163 mm em 2015.

Quadro 1. Temperaturas médias do ar (média e máxima), precipitação, ET₀ e volume de água de rega usado no triénio 2013-2015.

ANO	T _{Média} / T _{Max} (Jun - Ago) (°C)	Precipitação (fase dormência) (Oct - Feb) (mm)	Precipitação (fase crescimento) (Mar - Ago) (mm)	ET ₀ cumulativo (Mar - Ago) (mm)	Rega SDI (Jun - Ago) (mm)
2013	24.5/34.3	308	255	820	112
2014	23.2/32.8	321	157	776	67
2015	24.9/34.6	288	95	940	163

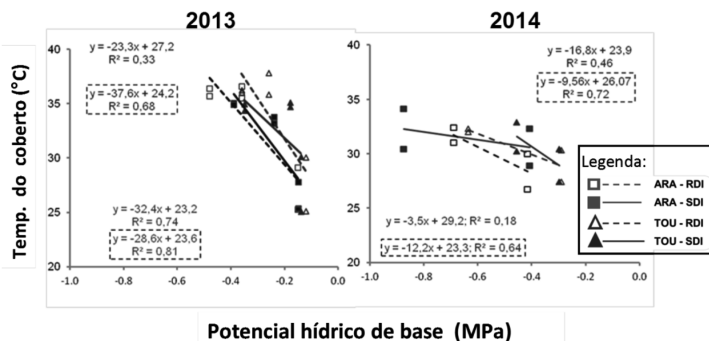
3.2. Variação diária e sazonal do estado hídrico das plantas, Tc e trocas gasosas

A casta Aragonez (ARA) mostrou a tendência para um potencial de base mais baixo que a Touriga Nacional (TOU) o que pode estar relacionado com a maior área total do coberto e, consequentemente, com maiores perdas de água por via transpiratória. Por exemplo, em 2014 a casta ARA tinha cerca de mais 1 m^2 de área foliar total/videira comparativamente à casta TOU.

Condições de temperatura do ar extremas e baixos valores de humidade atmosférica (elevada demanda atmosférica) resultaram em temperaturas do coberto vários graus acima da temperatura do ar, e cerca de 3 a 8°C acima dos valores considerados óptimos para a actividade fotossintética da videira (25-30°C) (GREER, 2012).

Os nossos resultados da Tc mostraram uma correlação inversa e significativa com a condutância estomática ao vapor de água e com o potencial hídrico foliar de base (Fig. 1) sendo que estas correlações foram mais significativas em anos de maior stresse (ex. mais em 2013 que em 2014).

Figura 1. Relação entre a temperatura da face exposta do coberto vegetal (°C) e o potencial hídrico foliar de base (MPa) para as duas variedades (ARA e TOU) medidas em 2013 e 2014 quando sujeitas a duas estratégias de rega deficitária (RDI e SDI). A Tc foi medida entre as 14 e as 17h com uma câmara térmica (Ver M&M).



4. CONCLUSÕES

Em suma podemos retirar as seguintes conclusões:

- Variação climática acentuada nos três anos de ensaio demonstrando a típica variabilidade do clima Mediterrânico que resulta numa variação interanual pronunciada em termos de dotação de rega;
- A correlação negativa entre o Ψ e a Tc, demonstra que a Tc é um bom indicador do estado hídrico da videira. Todavia, os nossos resultados mostram

também grande variabilidade inter anual nas correlações obtidas, o que é motivado pela variabilidade nas condições climáticas (Tar, VPD, precipitação). O ano de 2013, foi mais stressante que 2014, e gerou correlações mais significativas que as observadas em 2014 (dados não apresentados). Para além disso não foi possível observar diferenças entre castas em termos da temperatura do coberto.

- A temperatura do coberto correlacionou-se negativamente com o potencial hídrico de base e com a gs, mas também com o potencial foliar medido entre as 14 e as 17h. A variabilidade climática inter-anual fez variar a correlação entre a Tc e os parâmetros eco- fisiológicos. No entanto, não se observaram diferenças entre castas para a Tc e trocas gasosas nas condições de stress hídrico do ensaio ($-0.2 < \Psi_{pd} < -0.5 \text{ MPa}$).

AGRADECIMENTOS

JM Costa teve uma bolsa da Fundação Para a Ciência e Tecnologia (SFRH/BPD/93334/2013). Agradecemos à Herdade do Esporão a disponibilização de parcelas de vinha e todo o apoio prestado na execução dos nossos trabalhos. O trabalho aqui apresentado foi financiado pelo projecto europeu INNOVINE (EU Seventh Framework Programme for research, technological development and demonstration under grant agreement n° 311775).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bota J et al. (2016) Differences among grapevine cultivars in their stomatal behavior and water use efficiency under progressive water stress. *Agric Water Manag.* doi: 10.1016/j.agwat.2015.07.016
- Costa JM et al. (2012) Grapevine varieties exhibiting differences in stomatal response to water deficit. *Funct Plant Biol* 39:179. doi: 10.1071/FP11156
- Costa JM et al. (2016) Modern viticulture in southern Europe: Vulnerabilities and strategies for adaptation to water scarcity. *Agric Water Manag.*, 164: 5-18.
- Gerling (2015). *Environmentally Sustainable Viticulture: Practices and Practicality*. Apple Academic Press, 424 pp.
- Greer DH (2012). Modelling leaf photosynthetic and transpiration temperature-dependent responses in *Vitis vinifera* cv. Semillon grapevines growing in hot, irrigated vineyard conditions. *AoB Plants* 2012: 13. doi: 10.1093/aobpla/pls009
- IPCC (2013) *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. I Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, First. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA
- Jones HG, Vaughan RA. (2010). *Remote sensing of vegetation: principles, techniques and applications*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Lopes CM, Costa JM, Monteiro A, Egito R, Tejero I, Chaves MM. 2014. Varietal behavior under water and heat stress. *Proceedings of the 2nd Int. Symp. Exploitation of autochthonous and more common vine varieties*. Oenoviti Int. Network, Geisenheim, 3-5 Nov 2014.

REDUÇÃO DO STRESS TÉRMICO EM VINHAS NUM CLIMA QUENTE

Manuel OLIVEIRA¹; Pedro BARBOSA²; Francisco OLAZABAL²

RESUMO

No Alto Douro vinhateiro há frequentes quebras de rendimento e qualidade das produções devidas a altas temperaturas e intensa radiação solar. Ensaíamos duas técnicas de redução do stress térmico em Touriga Nacional: 1) a pulverização de caulino no copado e 2) a aspersão de água na forma de gotículas muito finas acima do copado por períodos de 30 segundos durante a ocorrência de temperaturas superiores a 32°C. Periodicamente, foram medidas as temperaturas do copado com recurso à termografia de infravermelhos e a evolução da condutância estomática. As componentes da produção e as características dos mostos foram observadas à colheita. Os dados foram comparados entre videiras sujeitas aos tratamentos mencionados e videiras sem tratamento que serviram de testemunhas.

Palavras-chave: Vinha, *Vitis vinifera*, stress térmico, caulino, microaspersão, mosto

1. INTRODUÇÃO

Nas regiões vitícolas onde a intensidade da radiação solar e as temperaturas do ar são elevadas é comum haver perdas de rendimento porque os bagos secam (passificação) devido à mortalidade elevada das células do mesocarpo (Bonada *et al.*, 2013b) e contribui negativamente para o equilíbrio sensorial dos mostos (Bonada *et al.*, 2013a) tornandoos inadequados para vinificação (Greer e Weedon, 2012). A intensidade da radiação elevada combinada com alta temperatura do ar pode exceder a capacidade das plantas em aclimatar-se, ocorrendo fenómenos de fotoinibição que reduzem a eficiência da fotossíntese (Mlinarić *et al.*, 2016), por limitação quer da condutância estomática quer da carboxilação do CO₂ (Greer, 2015) e consequente, menor acumulação de açúcares mas que também afectam a floração, o crescimento vegetativo e dos bagos, reduzem o rendimento e comprometem a composição do mosto (Greer e Weedon, 2013).

¹ CITAB UTAD, Quinta de Prados, Vila Real, Portugal. mto@utad.pt

² Quinta do Vale Meão, Vila Nova de Foz Coa, Portugal. pbarbosa@quintavalemeao.pt

A temperatura do copado e dos cachos é determinada pela temperatura do ar, pela radiação incidente e pela perda convectiva de calor (evaporação / transpiração), logo, podese reduzir a temperatura do copado e dos cachos maximizando a evaporação e reduzindo a incidência de radiação (Hayman *et al.*, 2012). Dada a capacidade de redução da temperatura das superfícies por evaporação da água cujo mecanismo é bem conhecido, é possível reduzir a temperatura quer do copado quer dos cachos por aspersão de água em gotículas muito finas distribuída por equipamento de microaspersão (Villagra *et al.*, 2011).

A cobertura das folhas e dos frutos com uma película de partículas reflectoras da radiação é outro processo de mitigar o stress ambiental causado por radiação solar intensa (Glenn, 2012). A maior parte destas películas são baseadas em caulino um aluminosilicato $[Al_4Si_4O_{10}(OH)_8]$ branco, não poroso, não expansivo e pouco abrasivo que dispersa facilmente na água e é quimicamente inerte numa vasta gama de pH (Glenn e Puterka, 2005).

O objectivo deste trabalho é avaliar o efeito sobre as componentes da produção de *Vitis vinifera* cv. Touriga Nacional das técnicas de aspersão de água no copado e da cobertura por película reflectora de caulino, em relação a plantas não tratadas, num região vitícola de estação de crescimento de alta radiação solar e elevada temperatura.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O campo experimental foi instalado em 2014 numa vinha comercial (41° 08' Norte, 7° 08' Oeste) com videiras de 30 anos de idade (*Vitis vinifera* L., cv. *Touriga nacional*) na Região Demarcada do Douro (RDD). A vinha de 2,7 ha localizase numa encosta com cerca de 4% de inclinação, os seus bardos estão orientados EsteOeste com espaçamento de 2 metros e 1 metro entre plantas na mesma linha. No seu máximo desenvolvimento, o copado é mantido à altura de 1,6 metros e largura de 0,8 metros. A vinha não foi regada.

A vinha foi dividida em três zonas com seis bardos e cada zona está separada das outras por outros tantos bardos. Na zona que designamos por A (tratamento A) foram instalados, por cima dos postes da armação dos bardos, tubos de distribuição de água de 19 mm. A cada 2 metros de intervalo foram colocados microaspersores com débito de 3 Lh⁻¹. Quinze dias após o final da floração até 15 dias antes da data estimada para a colheita, os aspersores aspergiam as plantas com gotículas muito finas durante 30 segundos a cada 30 minutos sempre que a temperatura do ar excedia 32°C. O processo é controlado por um programa informático que integra os dados de uma estação meteorológica automática in situ e que controla a abertura das electroválvulas. Na zona que designamos por C (tratamento C) foi aplicada uma película de caulino à razão de 12,5 kg ha⁻¹ de caulino a cada 25 dias de intervalo, ou após um evento chuvoso superior a 2 mm, com início e término igual à aspersão de água. A zona designada por T (tratamento T) é constituída por videiras sem tratamento e que servem de testemunha.

Sete dias após o início dos tratamentos, à data do pintor e no dia do fim dos tratamentos, seleccionaramse aleatoriamente 10 videiras em cada zona e foi obtido, ao

meio dia solar, o valor médio da condutância estomática (gs) (AP4 Porometer, DeltaT Devices, www.deltat.co.uk) de duas folhas adultas do terço médio de um dos pâmpans de cada videira. Nas mesmas datas e nas mesmas videiras, foi medida a temperatura média (termometria de infravermelhos, RayTemp 8 Infrared Thermometer, www.keison.co.uk) de duas leituras do copado e de dois cachos expostos às 10 horas, ao meio dia solar e às 16 horas de cada videira. Na data da maturação comercial foram seleccionadas, aleatoriamente, 10 videiras em cada zona para observação do número de cachos e respectivo peso por videira. Todos os cachos das videiras seleccionadas foram separados em três lotes distintos de onde se obtiveram amostras para análise laboratorial de pH, acidez total, álcool provável, ácido tartárico, ácido málico, taninos totais, polifenóis totais, antocianinas totais (OIV, 2012).

A disposição estatística é completamente aleatória e a análise factorial recai sobre três tratamentos, três datas em cada ano (temperatura e condutância estomática), três horas de medição em cada data (temperatura) em dois anos consecutivos. O número de repetições é de 10 para os dados de produção, de temperatura e de condutância estomática e de 3 para as análises laboratoriais. Na análise estatística foi utilizado um programa informático designado por SPSS (IBM Corp. Released 2011. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp.).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ano de 2015 foi muito chuvoso na época da floração (Maio) e bastante seco e de temperatura mais elevada durante a fase do pintor e póspintor (Julho e Agosto) em relação a 2014 (tabela 1). As condições de evapotranspiração potencial foram sempre superiores em 2015. Estas condições climáticas poderão ter influências nos rendimentos e nas características da produção entre os dois anos e explicar algumas das diferenças observadas como veremos adiante.

Tabela 1. Meteoros de Maio a Setembro. RDD 2014/2015

Ano	Mês	Radiação Solar total W m ⁻²	Precipitação mm	Temperatura média do ar °C	Humidade relativa média %	Evapotranspiração de referência mm
2014	Mai	244557	18,2	18,5	48,1	259,5
	Jun	246783	29,2	22,0	48,7	276,6
	Jul	265962	19,8	25,0	46,3	316,5
	Ago	237984	10,6	24,5	47,1	283,3
	Set	147710	91,2	21,6	64,2	170,6
2015	Mai	245756	96,8	20,1	49,4	265,9
	Jun	240840	27,8	24,4	47,3	301,4
	Jul	272743	0,6	27,4	40,7	351,1
	Ago	226060	3,0	25,1	43,0	298,7
	Set	169736	48,8	20,5	52,2	219,3

Foram observadas diferenças não significativas ($P>0,05$) entre tratamentos quer da temperatura do copado quer dos cachos e a interacção Ano x Tratamento também não foi significativa (tabela 2). A transpiração do copado deve ter mantido as folhas a

temperatura mais baixa que os cachos nos quais a perda de água é menor. Nos anos de 2014 e 2015 foram poucas as ocasiões em que a temperatura do ar ultrapassou os 32°C pelo que a microaspersão teve poucos eventos e, embora, após 30 segundos de aspersão a temperatura das folhas baixasse cerca de 10 a 12°C, regressava aos valores iniciais em cerca de 15 minutos e não observamos algum acréscimo de doenças fúngicas em relação à testemunha, o que também foi observado por Hasen (2016). Os tratamentos de caulino e aspersão não tiveram o efeito de redução generalizada sobre as temperaturas do copado e frutos ao contrário dos resultados publicados por outros autores (Melgarejo *et al.*, 2004; Greer e Weedon, 2014).

Tabela 2. Temperatura do copado, temperatura do cacho, condutância estomática, número de cachos e produção por tratamento. RDD 20142015

Tratamento	Temperatura copado (°C)	Temperatura cacho (°C)	Condutância estomática (cm s ⁻¹)	Número de cachos planta ⁻¹	Produção planta ⁻¹ (g)
Caulino	29,6 ^a	32,1 ^a	3,45 ^a	16,9 ^a	1660 ^a
Microaspersão	28,6 ^a	31,2 ^a	3,25 ^a	17,2 ^a	1630 ^b
Testemunha	29,7 ^a	31,1 ^a	3,13 ^a	17,5 ^a	1689 ^c

Letras iguais, em posição superior à linha, por coluna indicam diferenças não significativas

As diferenças de gs entre tratamentos não foram significativas e nenhuma das interações o foram (tabela 2). A condutância estomática depende da abertura dos estomas que, por sua vez, é regulada pela turgidez das células de guarda as quais reagem com rapidez às alterações ambientais locais da planta como o estado da água do solo, a radiação solar, a humidade e temperatura do ar (Damour *et al.*, 2010). Face às observações realizadas, é credível que toda a vinha se encontra nas mesmas condições ambientais e que os tratamentos não introduziram diferenças significativas no ambiente envolvente das plantas. Dada a correlação positiva entre a temperatura do copado e gs (GonzalezDugo *et al.*, 2012), não existindo diferenças de temperatura no copado não seriam de esperar diferenças em gs.

O número de cachos por planta é largamente determinado pela carga deixada à poda de Inverno que foi igual para toda a vinha. Assim, o número de cachos por planta entre tratamentos e em cada ano não mostrou diferenças significativas (tabela 2). O rendimento por planta (tabela 2) mostrou diferenças altamente significativas ($P < 0,001$) entre tratamentos sendo o rendimento mais elevado nas testemunhas e mais baixo no caulino. A interação Ano x Tratamento foi altamente significativa tal como a diferença entre anos com 1779g em 2014 e 1541g em 2015. A precipitação elevada durante a floração em 2015 (Maio) e a falta quase total de precipitação entre Julho e Agosto poderão ter sido factores que influenciaram negativamente a produção desse ano. As testemunhas produziram significativamente mais em 2014 (1844g), em relação a C (1772g) e A (1721g), mas sem diferenças significativas em 2015. Os tratamentos de caulino e aspersão não tiveram efeito positivo no rendimento das plantas.

O álcool provável (tabela 3) mostrou haver dependência com o ano de produção. Em 2015 o valor médio foi de 16,5% com diferença altamente significativa para 2014 que foi de 14,9%. A menor produção de 2015 terá tido o efeito de aumentar a

concentração de sólidos solúveis no mosto. O tratamento C teve álcool provável sistematicamente inferior aos outros mas em 2014 o tratamento A (14,7%) foi significativamente inferior ao T (15,8%) enquanto em 2015 aconteceu o inverso com A (17,5%) significativamente superior ao T (16,5%). Estes resultados carecem de uma análise com amostragem maior.

Os valores de pH e de acidez total (tabela 3) apresentam variação significativa entre anos e no caso do pH também entre tratamentos mas essas variações são iguais ou inferiores a duas décimas que não lhes conferem importância enológica. Os valores agora obtidos estão de acordo com os resultados publicados de outros trabalhos realizados com a mesma casta e no mesmo local (Oliveira et al., 2014). Os ácidos tartárico e málico (tabela 3) apresentam diferenças significativas entre tratamentos e também entre anos com interação Ano x Tratamento altamente significativa mas sem uma tendência claramente discernível. Os valores de ácido tartárico e málico em 2015, respectivamente 4,4 e 1,8, foram significativamente superiores aos de 2014, respectivamente 4,2 e 1,3.

Tabela 3. Características enológicas dos mostos por tratamento, álcool provável, pH, acidez total, ácido tartárico, ácido málico. RDD 20142015

Tratamento	Álcool provável (%Vol.)	pH	Acidez total (gL ⁻¹ eq. Ác. Tartárico)	Ácido tartárico (gL ⁻¹)	Ácido málico (gL ⁻¹)
Caulino	14,80 ^a	4,00 ^a	3,92 ^a	4,58 ^a	1,58 ^a
Microaspersão	15,90 ^b	4,02 ^{ab}	3,79 ^a	4,01 ^b	1,41 ^b
Testemunha	16,10 ^b	4,05 ^b	3,90 ^a	4,25 ^c	1,53 ^{ab}

Letras iguais, em posição superior à linha, por coluna indicam diferenças não significativas

Outros autores encontraram acréscimos de ácidos e sólidos solúveis, sem redução dos rendimentos, quando há redução da temperatura do copado (Iglesias et al., 2005; Cooley et al., 2008), logo, os resultados obtidos no nosso trabalho são consistentes com a invariância das temperaturas do copado.

As concentrações de taninos e polifenóis não mostraram diferenças significativas entre tratamentos C e A enquanto se verificou um aumento significativo entre o tratamento C e T (tabela 4). A concentração de polifenóis e antocianinas foi significativamente superior em 2015 em relação a 2014 mas nos taninos não se verificou esta variação temporal. Os resultados sugerem que os tratamentos com aspersão de água e cobertura com caulino não tiveram efeitos positivos nem sobre os rendimentos nem sobre as características dos mostos. Resultados reportados em trabalhos com macieiras pulverizadas com caulino ou microaspergidas são contraditórios dando alguns como afectando positivamente a concentração de antocianinas (Iglesias et al., 2005) e outros como não tendo efeito nas concentrações de antocianinas ou fenólicos (Wand et al., 2006). Dadas as variações climáticas anuais e sua influência nas componentes da produção, necessitamos de uma amostragem de maior dimensão para consubstanciar e consolidar os resultados.

Tabela 4. Características enológicas dos mostos por tratamento, taninos totais, polifenóis totais, antocianinas totais. RDD 20142015

Tratamento	Taninos totais (mg g ⁻¹)	Polifenóis totais (UA g ⁻¹)	Antocianinas totais (mg g ⁻¹)
Caulino	7,34 ^a	276,40 ^a	2,53 ^a
Microaspersão	7,46 ^a	275,30 ^a	2,37 ^{a,b}
Testemunha	7,25 ^a	267,30 ^a	2,30 ^b

Letras iguais, em posição superior à linha, por coluna indicam diferenças não significativas

O custo das aplicações de caulino são relativamente baixas, cerca de 150 euros ha⁻¹ e não necessitam de equipamento específico, mas a aspersão tem custos muito elevados, cerca de 2200 euros ha⁻¹ só para equipamento e sua instalação.

4. CONCLUSÕES

A cobertura de videiras com uma película de caulino ou a aspersão de água no copado quando a temperatura do ar ultrapassava os 32°C não causou o abaixamento significativo da temperatura do copado ou dos frutos em relação às videiras não tratadas. Nestas condições, os tratamentos não causaram diferenças significativas na qualidade dos mostos entre os tratamentos e a testemunha. Os custos da microaspersão são muito elevados e poderão ser um obstáculo à sua adopção comercial. No entanto, as conclusões definitivas só serão possíveis com a análise de uma amostragem de maior dimensão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bonada M, Sadras V, Moran M, Fuentes S (2013a) Elevated temperature and water stress accelerate mesocarp cell death and shrivelling, and decouple sensory traits in Shiraz berries. *Irrig. Sci.* 31:1317–1331.
- Bonada M, Sadras V, Fuentes S (2013b) Effect of elevated temperature on the onset and rate of mesocarp cell death in berries of Shiraz and Chardonnay and its relationship with berry shrivel. *Austr. J. Grape Wine Res.* 19:87–94.
- Cooley NM, Glenn DM, Clingeleffer PR, Walker RR (2008) The effects of water deficit and particle film technology on Cabernet Sauvignon grape composition. *Proc. 5th Int. Symp. Irrigation Horticultural Crops. Acta Hort.* 792:193200.
- Damour G, Simonneau T, Cochard H, Urban L (2010) An overview of models of stomatal conductance at the leaf level. *Plant, Cell and Environment* 33:1419–1438.
- Glenn DM (2012) The mechanisms of plant stress mitigation by kaolinbased particle films and applications in horticultural and agricultural crops. *Hortscience* 47:710711.

- Glenn DM, Puterka GJ (2005) Particle films: a new technology for agriculture. *Hortic. Rev.* 31:144.
- GonzalezDugo V, ZarcoTejada P, Berni JAJ, Suárez L, Goldhamer D, Fereres E (2012) Almond tree canopy temperature reveals intracrown variability that is water stress dependent. *Agric. Forest Meteorol.* 155:154165.
- Greer DH (2015) Temperature-dependent responses of the photosynthetic and chlorophyll fluorescence attributes of apple (*Malus domestica*) leaves during a sustained high temperature event. *Plant Physiol. Biochem.* 97:139146.
- Greer DH, Weedon MM (2012) Interactions between light and growing season temperatures on, growth and development and gas exchange of Semillon (*Vitis vinifera* L.) vines grown in an irrigated vineyard. *Plant Physiol. Biochem.* 54:5969.
- Greer DH, Weedon MM (2013) The impact of high temperatures on *Vitis vinifera* cv. Semillon grapevine performance and berry ripening. *Frontiers Plant Sci.* 4:19.
- Greer DH, Weedon MM (2014) Does the hydrocooling of *Vitis vinifera* cv. Semillon vines protect the vegetative and reproductive growth processes and vine performance against high summer temperatures? *Funct. Plant Biol.* 41:620–633.
- Hassen M (2016) Cooling off grapes. Good Fruit Grower. www.goodfruitgrower.com/coolingoff-grapes/#. (Acedido em Janeiro 2016).
- Hayman P, Longbottom M, McCarthy M, Thomas D (2012) Managing grapevines during heatwaves. Australian Government, GWRDC *fact sheet, January*:19.
- Iglesias I, Salvia J, Torguet L, Montserrat R (2005) The evaporative cooling effects of overtree microsprinkler irrigation on ‘Mondial Gala’ apples. *Sci. HorticAmsterdam* 103:267–287.
- Mlinarić S, Dunić JA, Štolfa I, Cesar V, Lepeduš H (2016). High irradiation and increased temperature induce different strategies for competent photosynthesis in young and mature fig leaves. *S. Afr. J. Bot.* 103:2531.
- OIV (International Organisation of Vine and Wine) (2012) INTERNATIONAL OENOLOGICAL CODEX. OIV, Paris.
- Oliveira M, Teles J, Barbosa P, Olazabal F, Queiróz J (2014) Shading of the fruit zone to reduce grape yield and quality losses caused by sunburn. *J. Int. Sci. Vigne Vin* 48 :19.
- Villagra P, Selles G, De Cortazar VG, Ferreyra R, Aspillaga C, Ortega S (2011) Estimation of evapotranspiration and crop coefficient on table grape trained on an overhead trellised system. *Acta Hort.* 922:163168.
- Wand SJE, Theron KI, Ackerman J, Marais SJS (2006) Harvest and postharvest apple fruit quality following applications of kaolin particle film in South African orchards. *Sci. HorticAmsterdam* 107:271–276.

REGA DEFICITÁRIA CONTROLADA NA PRODUÇÃO DE UVA PARA VINHO. UM CASO DE ESTUDO EM VINHA DA CASTA ARAGONEZ NO BAIXO ALENTEJO

Pedro OLIVEIRA e SILVA¹, Sofia RAMÔA¹, Anabela AMARAL², Cristina GUERREIRO³, Luís BOTETA⁴, Ana FERNANDES¹

RESUMO

Apresentamse os resultados da avaliação de três estratégias de rega deficitária controlada (RDC), em vinha da casta Aragonez, obtidos em 2012 e 2013, em condições de clima Mediterrânico. O ensaio decorreu na região de Beja, em solos argilosos pouco profundos regados gotaagota e com dotações aproximadas de 200 mm, 150 mm, 100 mm no primeiro ano. No ano seguinte induziu-se uma maior intensidade do *stress* hídrico ao longo do ciclo com dotações aproximadas de 190 mm, 140 mm, 100 mm. A gestão da rega teve por base a medição do potencial hídrico do caule, realizada semanalmente, os valores da evapotranspiração de referência (ET₀), calculada pelo método de Penman-Monteith a partir da informação meteorológica obtida na estação da Quinta da Saúde, e os coeficientes culturais definidos pela FAO para a cultura da vinha para vinho, a que se associou um coeficiente de *stress* variável com a estratégia de RDC. Apenas no segundo ano experimental a produção das videiras variou consideravelmente com a estratégia de rega, influenciada pela intensidade do *stress* hídrico induzido ao longo do ciclo, que tem que ser gerido com ponderação, por forma a permitir um aumento sustentado da produtividade da água.

Palavras-chave: produtividade da água, *Vitis vinifera* L., clima Mediterrânico, rega localizada, rendimento da cultura.

ABSTRACT

This paper presents the main results of the evaluation, in 2012 and 2013, of three irrigation treatments of regulated deficit irrigation (RDI) in vine (*Vitis vinifera* L.), casta Aragonez, under Mediterranean climate conditions. The field trials were conducted in Beja, in shallow clay soils,

¹ Departamento de Biociências, Instituto Politécnico de Beja, Rua Pedro Soares, Apartado 6158, 7800908 Beja, Portugal pedrosilva@ipbeja.pt, sramoa@ipbeja.pt, alfernandes@ipbeja.pt

² Departamento de Tecnologia e Ciências Aplicadas, Instituto Politécnico de Beja, Rua Pedro Soares, Apartado 6158, 7800908 Beja, Portugal anabela.amaral@ipbeja.pt

³ Macfarlan Smith, Ltd Sucursal em Portugal, Rua Prof. Doutor José Sebastião e Silva, n. 2, Loja Esq. 7800512 Beja, Cristina.Guerreiro@macsmith.com

⁴ Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio, Quinta da Saúde, Apartado 354, 7801904 Beja, Portugal luis.boteta@cotr.pt

under drip irrigation, with irrigation amounts of 200 mm, 150 mm and 100 mm in 2012. In 2013, the water stress was more intense and the irrigation amounts close to 190 mm, 140 mm, 100 mm. The irrigation management was based on the measurement of stem water potential, held weekly. The values of the ET₀ were calculated by the PenmanMonteith method using data from the nearest automatic weather station, Quinta da Saúde. The K_c values were obtained in FAO tables for vines to wine, which was associated with a stress coefficient according RDI strategy. Only in 2013, the vine production changed considerably with irrigation strategy clearly influenced by the intensity of water stress induced throughout the cycle, which must be managed with carefully to allow a sustained increase in water productivity.

Keywords: water productivity, *Vitis vinifera* L., Mediterranean climate, drip irrigation, vine yield.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, com o aumento de novas áreas regadas no Alentejo, a vinha de regadio tem vindo a tomar uma posição de relevo na região. Contudo, a carência hídrica no período estival característica do clima Mediterrânico e que os modelos de alterações climáticas prevêem se agrave no futuro (Cifre e outros, 2005), obriga a uma gestão da rega cada vez mais orientada para o uso eficiente, racional e sustentado da água (Feres e Soriano, 2007), substituindo o método de gestão tradicional, que visa habitualmente a maximização da produção total ou agronómica ou do lucro do agricultor (Toureiro *et al.*, 2007).

Em condições climáticas desfavoráveis, a elevada procura evaporativa da atmosfera origina maiores necessidades de água por unidade de massa de produto das culturas (Hoekstra e Chapagain, 2006; Mekonnen e Hoekstra, 2011), contribuindo para uma pegada hídrica mais elevada. Na cultura da vinha, apesar do seu sistema radical profundante e da presença de mecanismos fisiológicos que controlam a transpiração, situações de elevada procura evaporativa da atmosfera e de défice de água nos solos podem comprometer a produção e a qualidade da uva (Chaves *et al.*, 2010).

De entre as possíveis estratégias de rega que visam o aumento da produtividade da água, a rega deficitária controlada (RDC) é uma opção interessante na cultura da vinha devido ao efeito da qualidade da produção no resultado económico da cultura, à menor sensibilidade das plantas ao défice hídrico nalgumas fases do ciclo, à utilização de equipamentos de rega que facilitam a gestão do *stress* e às características do coberto, em que a redução da condutância estomática permite uma maior economia de água (Feres e Soriano, 2007). Sob RDC as plantas são sujeitas, durante um determinado período do ciclo cultural, a um certo nível de *stress*, que pode influenciar positivamente a produção e a qualidade do produto. No caso da vinha o objetivo é otimizar, através do equilíbrio entre o vigor da vinha e a sua produção potencial, o número de frutos, o seu tamanho e a sua qualidade (Chaves e outros, 2010).

A gestão da intensidade de *stress* hídrico a induzir em cada fase do ciclo da videira assume particular importância, requerendo um controlo adequado do estado hídrico da planta ou do solo, podendo o nível de *stress* ser estabelecido com base nas caracte-

rísticas pretendidas para o produto final (Gurovich e Vergara, 2005; Ojeda, 2007). Os métodos baseados na planta, cuja utilização é analisada por Jones (2004) e, na cultura da vinha, por Cifre e outros (2005), apresentam vantagens no caso das fruteiras (Jones, 2004; Fereres e Soriano, 2007). De entre estes a câmara de pressão é considerada a técnica de referência para monitorização do potencial hídrico na planta, mas tem a desvantagem de ser exigente em mão de obra e não permitir a automatização da rega (Jones, 2004). Os valores do potencial são medidos em folhas que, quando se pretende que estejam em equilíbrio com o potencial no ramo, são previamente envoltas em plástico e alumínio. Os valores podem ser medidos em diferentes períodos do dia, sendo frequente a utilização de valores obtidos próximo do meio-dia solar, encontrando-se referência a uma correlação elevada entre esta medição e o estado hídrico ou a resposta agronómica da vinha (Williams e Araujo, 2002; Pilar e outros, 2007).

Neste trabalho apresenta-se uma síntese dos resultados obtidos nos anos de 2012 e 2013, utilizando três estratégias de rega deficitária controlada, em que os níveis de *stress* hídrico foram estabelecidos tendo como orientação valores indicativos do potencial hídrico do caule. O estudo decorreu no Baixo Alentejo, em condições de clima Mediterrânico, na cultura da vinha (*Vitis vinífera* L.), casta Aragonez, e foi realizado no âmbito do Projeto Rede de Investigação Transfronteiriça de Extremadura, Centro e Alentejo (RITECA fase II), cofinanciado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER), através do programa operacional de cooperação transfronteiriça Espanha Portugal (POCTEP) 2007-2013.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio de campo decorreu no concelho de Beja, numa exploração agrícola comercial, a Herdade do Monte Novo da Figueirinha (38°03'N; 7° 55'O; 199 m de altitude). A vinha tem cerca de 40 ha de uva tinta, encontrando-se o ensaio localizado numa parcela ocupada pela casta Aragonez, implantada com um compasso 2,8 m x 1,1 m e conduzida em cordão bilateral. Neste local decorrem, desde 2007, ensaios de rega deficitária em vinha encontrando-se em Pacheco e outros (2008) uma caracterização detalhada do campo experimental e da metodologia inicialmente utilizada na avaliação do efeito das estratégias de rega deficitária que, com algumas modificações, foi utilizada nos anos de 2012 e 2013.

O local caracteriza-se por uma topografia plana e deficiente drenagem externa. Os solos, de potencial produtivo moderado para a cultura da vinha regada, são delgados, argilosos, com alguma a bastante pedregosidade, assentes sobre material rochoso de gabrodiorito pouco fissurado. A compacidade é elevada conduzindo a uma densidade radicular muito baixa na entrelinha em que apenas poucas raízes têm capacidade de penetração nas fissuras da rocha.

O clima Mediterrânico regional é, na classificação de Köppen, mesotérmico húmido com estação seca e quente no Verão (Csa) (Reis e Gonçalves, 1987). Os valores observados nos anos de 2012 e 2013 na Estação Meteorológica da Quinta da Saúde do

Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio (COTR) (latitude 38° 02' N, longitude 7° 53' W e altitude 206 m) localizada a cerca de 1 km do local onde decorreu o ensaio de campo, e em condições topográficas semelhantes, apresentam-se na Figura 1.

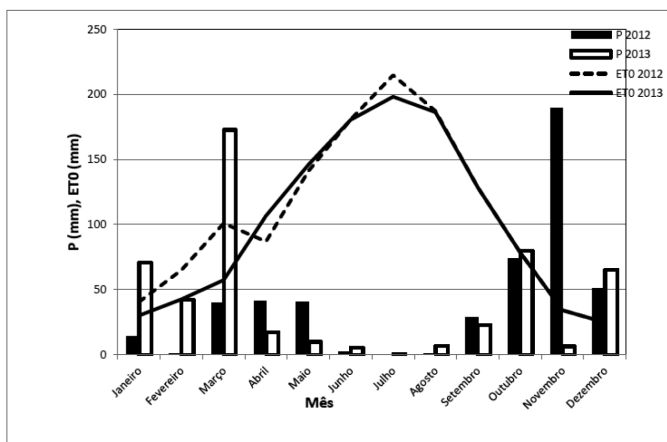


Figura 1 Elementos climáticos nos anos de 2012 e 2013.

O sistema de rega gotaagota é constituído por gotejadores autocompensantes, com débito 2.2 l.h⁻¹, embebidos e distanciados entre si de 1m. O diâmetro dos tubos usados foi de 16 mm. Para cada uma das dotações de rega, foi estendido tubo cego ao longo da linha, tendo apenas sido colocado tubo com gotejadores na zona correspondente ao tratamento em questão. A rega, automática, foi programada através de um programador e a quantidade de água aplicada foi monitorizada por udómetros automáticos.

O ensaio foi delineado em blocos casualizados, com três repetições. As modalidades incluíram três estratégias de rega deficitária controlada, estabelecidas tendo como orientação a intensidade de *stress* hídrico, quantificada através do potencial hídrico do caule. Os valores indicativos do potencial hídrico a manter nas três modalidades foram os seguintes: 0.80 até ao pintor e 0.90 no período pintorcolheita, em RDC1; 0.95 até ao pintor e 1.05 no período pintorcolheita, em RDC2; 1.05 até ao pintor e 1.35 no período pintorcolheita, em RDC3. As dotações de rega foram definidas semanalmente tendo por base as medições do potencial hídrico do caule e os valores da evapotranspiração de referência (ET0), calculada pelo método de PenmanMonteith a partir da informação meteorológica obtida na estação da Quinta da Saúde, e os coeficientes culturais definidos pela FAO para a cultura da vinha para vinho, a que se associou um coeficiente de *stress* variável com a estratégia de RDC. No Quadro 1 apresentam-se os valores em mm das quantidades de água aplicadas em cada modalidade, da precipitação efetiva e da evapotranspiração de referência (ET0) durante o ciclo cultural.

Quadro 1 Dotações de rega, precipitação e evapotranspiração de referência durante o ciclo cultural.

Ano			RDC1	RDC2	RDC3
2012	Início da Rega	25-6-2012			
	Rega (mm)	Até ao final do Pintor	114.2	88.0	58.7
		Até à Colheita	219.4	152.5	95.2
	Precipitação Efetiva (mm)			97.2	
	ET _r (mm)			970.8	
2013	Início da Rega	1-7-2013			
	Rega (mm)	Até ao final do Pintor	60.80	42.57	24.34
		Até à Colheita	188.7	139.5	103.6
	Precipitação Efetiva (mm)			141.1	
	ET _r (mm)			867.3	

O teor de água no solo foi monitorizado semanalmente nas repetições de cada modalidade utilizando a sonda de neutrões Troxler 4300. Os 9 tubos de acesso estão localizados na linha, a uma profundidade que varia entre os 0.50 e os 0.80 m, limitada pelo excesso de pedregosidade e pela existência de uma camada rochosa a cerca de 0.80 m. A partir dos valores da humidade em volume observados e dos perfis obtidos em solo seco e húmido calculouse, para a camada 00.50 m o valor da fração da água transpirável (FTSW).

Para avaliação do efeito das estratégias de rega estudadas sobre a cultura da vinha foram identificadas 10 cepas por repetição, nas duas linhas centrais de cada modalidade, sobre as quais foram quantificados os parâmetros obtidos no final do ciclo: produção e componentes da produção e peso da lenha de poda total. De entre estas foram escolhidas aleatoriamente 2 cepas, que foram monitorizadas semanalmente, desde finais de Maio até meados de Outubro. As medições foram efetuadas em folhas adultas, em bom estado físico e sanitário, situadas no terço médio da videira. O potencial do caule a meio do dia foi determinado utilizando uma câmara de pressão do tipo descrito por Scholander, tendose quantificado o potencial em 2 folhas por planta, previamente cobertas com plástico e envoltas em papel de alumínio. A caracterização da composição do fruto foi efetuada em amostras de 200 bagos obtidos por amostragem aleatória nas uvas colhidas em cada modalidade e repetição. O teor de sólidos solúveis foi quantificado por refratometria e a acidez total foi determinada por titulação na presença de azul de bromotimol. Em 2012, para a extração das antocianinas utilizouse o método de Glories e no seu doseamento o método da diferença de pH de RibéreauGayon e Stonestreet. Em 2013, a extração das antocianinas foi feita a quente (60°C) seguida de separação das massas e centrifugação e o seu doseamento com o método da diferença de pH de RibéreauGayon e Stonestreet. O índice de polifenóis totais foi quantificado pelo método espectrofotométrico a 280 nm.

O desenvolvimento da vinha foi avaliado seguindo a metodologia descrita por Baggiolini (1952).

Para avaliar o efeito dos fatores estratégia de rega e ano os dados obtidos experimentalmente foram submetidos a análise de variância, baseandose o modelo geral de

análise no delineamento experimental adotado. Nos casos em que a análise de variância revelou a existência de um efeito significativo ($P < 0.05$) dos fatores analisados ou da sua interação utilizouse o teste de Tukey, para um nível de significância $\alpha = 0.05$, para localização das diferenças entre os valores médios respectivos.

RESULTADOS E SUA DISCUSSÃO

Os Quadros 2 e 3 referem-se à fenologia da vinha e ao efeito da estratégia de rega sobre a produção e suas componentes, respetivamente.

Quadro 2 – Fenologia da vinha nos anos de 2012 e 2013.

	Ano	Fase do Ciclo				
		Gomo de Algodão	Floração	Pintor	Maturação	Vindima
Dia do Ano	2012	74	140	196	232	256
	2013	73	137	197	230	245

Quadro 3 Efeito da estratégia de rega sobre a produção e suas componentes.

Ano	Modalidade	Produção (kg. cepa ⁻¹)	Número de Bagos / Cepa	Peso de 100 Bagos (g)	Peso Seco da Lenha de Poda Total (g. cepa ⁻¹)	Eficiência do Uso da Água de Rega (g.mm ⁻¹)
2012	RDC1	4.89	4205	116 a	462	22.3
	RDC2	4.34	3750	116 a	455	28.5
	RDC3	4.31	3980	109 b	416	45.3
2013	RDC1	4.33	2614	165 a	484	23.0
	RDC2	3.99	2526	157 b	481	28.6
	RDC3	2.75	1738	156 b	411	26.5
Média	RDC1	4.61 a	3410 a	140	473 a	---
	RDC2	4.17 ab	3138 ab	137	468 ab	---
	RDC3	3.53 b	2859 b	133	413 b	---
	2012	4.52 a	3978 a	114	444	---
	2013	3.69 b	2293 b	159	459	---
Nível de Significância	RDC	0.0021	0.047	<0.001	0.0303	---
	Ano	0.0011	<0.001	<0.001	n.s	---
	RDC x Ano	n.s.	n.s.	<0.001	n.s.	---

(1) Em cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($\alpha = 0.05$).

De um modo geral, os valores mais elevados da produção da cultura e suas componentes (Quadro 3), bem como do peso de lenha de poda, foram observados sob RDC1, em condições de *stress* menos intenso. As análises de variância indicaram que todas as variáveis resposta foram significativamente influenciadas pela estratégia de rega e, com excepção do peso de lenha de poda, pelo fator ano, sendo no caso do peso de 100 bagos, significativa a interacção RDC x Ano. O teste de Tukey permitiu, em geral, distinguir as modalidades RDC1 e RDC3, não se distinguindo a modalidade RDC2 significativamente daquelas. O efeito ano reflecte a maior intensidade do *stress* hídrico induzida em 2013, que originou uma redução muito acentuada do número de bagos, em parte compensada pelo aumento do peso do bago. O efeito do aumento da intensidade do *stress* hídrico em 2013 é ilustrado pela Figura 2, relativa ao potencial hídrico do caule e pela Figura 3, relativa à FTSW.

Quadro 4 Efeito da estratégia de rega sobre a composição do fruto.

Ano	Modalidade	Teor de Sólidos Solúveis (% Brix)	Acidez Total (g.de ácido tartárico.dm ³)	Antocianas Totais (mg.dm ⁻³)	Índice de Polifenóis Totais (IPT)
2012	RDC1	21.9	2.71	204.8	66.6
	RDC2	21.5	2.61	200.0	55.9
	RDC3	21.9	2.81	247.6	66.0
2013	RDC1	21.9	2.47	643.1	47.9
	RDC2	22.2	2.87	552.0	55.9
	RDC3	22.3	2.57	706.9	52.5
Média	RDC1	21.9	2.59	424.0 ab	57.2
	RDC2	21.8	2.74	376.0 b	55.9
	RDC3	22.1	2.69	477.2 a	59.2
	2012	21.8	2.71	217.5 b	62.8
	2013	22.1	2.63	637.7 a	52.1
Nível de Significância	RDC	n.s.	n.s.	0.043	n.s.
	Ano	n.s.	n.s.	<0.001	n.s.
	RDC x Ano	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

(1) Em cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($\alpha = 0.05$).

O Quadros 4 refere-se ao efeito da estratégia de rega sobre a composição do fruto. Com excepção da concentração de antocianas, mais elevada na modalidade RDC3, que difere significativamente do valor observado na modalidade RDC2, as análises de variância relativas à composição do fruto (Quadro 4) indicam que não houve efeito significativo das estratégias de rega adoptadas.

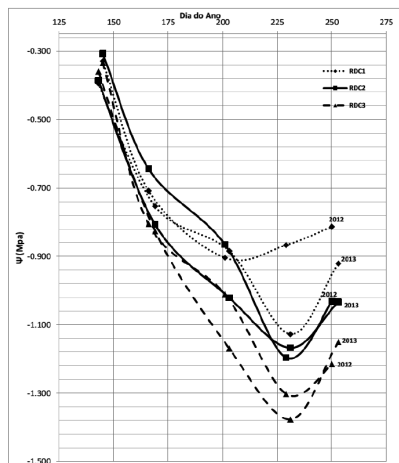


Figura 2 Efeito da estratégia de rega sobre o potencial hídrico do caule nos anos de 2012 e 2013.

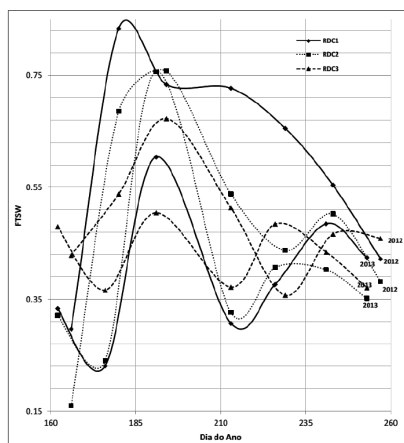


Figura 3 Evolução da FTSW nos anos de 2012 e 2013.

Os resultados mostram também que o recurso à RDC permitiu aumentar a eficiência do uso da água de rega (Quadro 3), sendo o efeito observado em 2012 mais interessante na perspectiva do aumento da produtividade da água, dado o menor impacto do *stress* hídrico sobre a produção da cultura em 2012, que não teve em 2013 um efeito positivo evidente sobre a composição do fruto. A rega terá assim que ser gerida com ponderação, por forma a permitir um aumento sustentado da produtividade da água.

AGRADECIMENTOS

Os autores manifestam o seu agradecimento ao Comendador Leonel Cameirinha e ao Dr. Filipe Cameirinha pela disponibilização do local e pelas condições proporcionadas para a realização do ensaio de campo, ao Mestre Nuno Conceição (ISA/UTL) pela ajuda na instalação do campo experimental, ao Mestre Artur Estevão pela colaboração na programação do trabalho de campo, ao Doutor José Silvestre (INIAV), à Doutora Maria Isabel Ferreira (ISA/UTL) e ao Doutor Carlos Arruda Pacheco (ISA/UTL) pelo apoio científico e pela cedência do dispositivo experimental instalado no local. À ATEVA agradecemos a cedência dos dados relativos à fenologia da vinha na fase inicial do ciclo cultural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baggiolini, M. (1952) Les stades repères dans le développement annuel de la vigne et leur utilisation pratique. *Revue romande d'Agriculture, de Viticulture et d'Arboriculture* 8, 46.
- Chaves, M., Zarrouk, O., Francisco, R., Costa, J., Santos, T., Regalado, A., Rodrigues, M. e Lopes, C. (2010). Grapevine under deficit irrigation: hints from physiological and molecular data. *Annals of Botany* 105: 661–676.
- Cifre, J., Bota, J., Escalona, J., Medrano, H., Flexas, J. (2005). Physiological tools for irrigation scheduling in grapevine (*Vitis vinifera* L.). An open gate to improve water use efficiency? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 106: 159–170.
- Fereres, E. e Soriano, M. (2007). Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany*, 58 (2): 147159.
- Gurovich, L.; Vergara, M. (2005) Riego deficitario controlado: la clave para la expresión del terroir de vinos premium. Proceedings: Seminario Internacional de Manejo de Riego y Suelo en Vides para Vino y Mesa. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile.
- Hoekstra, A. e Chapagain, A. (2006). Water footprints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern. *Water Resources Management* 21(1): 35–48.
- Jones, H. (2004). Irrigation scheduling: advantages and pitfalls of plantbased methods. *Journal of Experimental Botany*, 55: 24272436.
- Mekonnen, M. e Hoekstra, A. (2011). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 15: 1577–1600.
- Ojeda, H. (2007). Rega qualitativa de precisão da vinha. *Revista Internet de Viticultura e Enologia*:111. www.infowine.com.

- Pacheco, C.A. *et al.* (2008). Relatório Final do Projecto *Rega Deficitária em Vinha – Critérios de Condução da Rega Compatíveis com a Qualidade da Produção*. Lisboa.
- Pilar, B., SánchezdeMiguel, P., Centeno, A., Junquera, P., Linares, R., Lissarrague, J. (2007). Water relations between leaf water potencial, photosynthesis and agronomic vine response as a tool for establishing thresholds in irrigation scheduling. *Scientia Horticulturae* 114: 151158.
- Reis, R. M. M. e Gonçalves, M. Z. (1987). O clima de Portugal. Fascículo XXXIV. Caracterização climática da região agrícola do Alentejo. Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica. Lisboa.
- Toureiro, C.M.C., Serralheiro, R.P. e Oliveira, M.R. (2007). Maximização da economia da água em regadio: rega deficitária controlada. *II Congresso Nacional de Rega e Drenagem*. Fundão 26, 27 e 28 de Junho de 2007.
- Williams, L. e Araujo, F. (2002). Correlation among predawn leaf, midday leaf, and midday stem water potencial and their correlations with other measures of soil and plant water status in *Vitis vinifera*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 127 (3): 448454.

REGA DEFICITÁRIA NA CASTA TOURIGA NACIONAL NA REGIÃO DEMARCADA DO DOURO. RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E EFEITOS NA PRODUTIVIDADE E NA QUALIDADE DA UVA

Igor Gonçalves¹; Ana Morais¹; Bruno Teixeira¹; Paulo Santos¹; Rui Soares²; Cristina Carlos¹

RESUMO

A Região Demarcada do Douro (RDD), localizada no Nordeste de Portugal, é caracterizada por um clima tipicamente Mediterrâneo, com verões muito quentes e secos, que induzem défice hídrico e stresse térmico e radiativo, influenciando os processos fisiológicos da videira, bem como o seu crescimento vegetativo, produção e qualidade. Estas condições adquirem uma relevância crescente, pois registos históricos recentes revelam sinais de alteração significativa do clima e os actuais cenários climáticos apontam para um aumento da temperatura do ar e uma diminuição da precipitação nas regiões do sul da Europa, em todas as estações do ano, reflectida tanto, nos inferiores totais anuais de precipitação, como em períodos secos mais longos. O estudo foi realizado em 2015 numa vinha comercial situada em Soutelo do Douro, sub-região do Cima Corgo, englobando três modalidades: 1) 'Não Regado - NR', 2) 'Rega deficitária a 25% da ETc – R25%' e 3) 'Rega deficitária a 50% da ETc – R50%'. O ensaio mantém-se sob as mesmas condições desde 2002 e visa melhorar a compreensão sobre o impacto dos diferentes regimes hídricos na fisiologia, produtividade e qualidade da casta Touriga Nacional. Para o efeito, foi avaliado o potencial hídrico foliar (Ψ_f), a produtividade e parâmetros qualitativos, como a acidez total, o pH, o álcool provável e os compostos fenólicos (taninos totais, antocianinas totais e polifenóis totais). Os resultados obtidos para o ano de 2015, um ano extremamente seco (320mm de precipitação desde Nov. a Ago.) e com vários picos de temperatura, resultando na expressão de intensos sintomas de stresse, mostraram que, em ambas as modalidades regadas houve um incremento de produção (Kg/cepa) (2: 20%; 3: 33%) e maior peso médio do bago, sem comprometer os parâmetros qualitativos. Para estes últimos, nas modalidades sujeitas a rega deficitária não houve redução nos compostos fenólicos (não encontradas diferenças significativas) e o teor em álcool provável foi maior à vindima.

Palavras-chave: Alterações climáticas, Déficit hídrico, *Vitis vinífera*, Fisiologia, Qualidade, Douro

¹ Associação para o Desenvolvimento da Viticultura Duriense, Apt 137, 5050-106 Godim, Portugal

² Companhia Geral da Agricultura das Vinhas do Alto Douro SA., Rua Azevedo Magalhães, nº314, 4430- 022 Vila Nova de Gaia, Portugal

INTRODUÇÃO

A partir, principalmente, da última década do século XX, tornou-se evidente uma tendência de aquecimento, ainda que moderada, todavia já acima do nível normal de variabilidade inter-anual. Em Portugal, desde a década de 70 do século passado, a temperatura média subiu em todas as regiões a uma taxa de cerca 0,5°C/década, mais do dobro da taxa de aquecimento observada para a média mundial. Na generalidade das regiões portuguesas, observou-se um incremento mais intenso das temperaturas mínimas, traduzindo-se numa redução da amplitude térmica diária. Quanto à precipitação, a incerteza do clima futuro é substancialmente maior. No entanto, quase todos os modelos prevêem redução da precipitação em Portugal continental durante a Primavera, Verão e Outono (Miranda *et al.*, 2002). G. Jones (2013), no seu trabalho sobre a avaliação do clima para a Região Demarcada do Douro, prevê em todos os cenários, com projecções até 2080, um aumento significativo da Temperatura média para toda a região. No continente, são estimados aumentos da temperatura máxima no Verão entre 3°C na zona costeira e 7°C no interior, acompanhados por um grande incremento da frequência e intensidade de ondas de calor. As condições meteorológicas e o clima são um factor decisivo no sucesso de qualquer sistema agrícola. Influenciam a adequação de uma cultura a uma determinada região, controlam em larga escala a produção e qualidade e, finalmente, conduzem para a sustentabilidade económica (Jones, 2008). Assim, o conhecimento dos mecanismos de resistência, tolerância e/ou adaptação das plantas a condições ambientais adversas reveste-se da maior importância, uma vez que possibilita a adequação das condições de crescimento das plantas e a optimização da produção e qualidade de variadas culturas agrícolas em diferentes condições ambientais. Neste sentido, a videira (*Vitis vinifera* L.) tem sido objecto de estudo para a compreensão dos mecanismos de resposta ao défice hídrico, temperaturas elevadas e doses altas de radiação, não só porque representa uma cultura de grande importância económica a nível mundial, mas também porque a sua produção está tradicionalmente ligada a regiões de menor disponibilidade hídrica, como por exemplo, as regiões de clima Mediterrânico.

A produção de vinho nas Regiões tipicamente Mediterrânicas, particularmente no Vale do Douro, é condicionada por verões muito secos e quentes, condições que influenciam os processos fisiológicos e bioquímicos das plantas, bem como o seu crescimento vegetativo e produtividade (Moutinho-Pereira *et al.*, 2004). Admite-se que Portugal e em particular esta região possa enfrentar novos desafios nas próximas décadas, pois os modelos de alterações climáticas projectam aumentos da temperatura média e diminuição da precipitação (Fraga *et al.*, 2013). Nas condições climáticas da Região Demarcada do Douro (RDD), embora a precipitação registada durante o Inverno possa preencher todo o perfil do solo, durante o Verão a videira está sujeita a uma reduzida disponibilidade hídrica, acompanhada normalmente por níveis elevados de irradiância fotónica, altas temperaturas e elevado défice de pressão de vapor de água. Estas condições podem conduzir à manifestação de efeitos negativos e debilitantes no comportamento fisiológico das videiras, com reflexos sobre a sua longevidade e sobre a produtividade e composição dos frutos.

Pelo exposto, realizou-se o presente estudo numa vinha comercial situada em Soutelo do Douro, sub-região do Cima Corgo, com o objectivo de melhorar a compreensão

sobre o impacto dos diferentes regimes hídricos na fisiologia, produtividade e qualidade da casta Touriga Nacional.

MATERIAL E MÉTODOS

O clima é do tipo Mediterrânico, caracterizado por uma distribuição bastante irregular da precipitação ao longo do ano, sendo mais acentuada nos meses de Inverno e mínima no Verão. Nesta região, a precipitação anual varia entre os 600 e os 700 mm. As médias

anuais das temperaturas mínima e máxima são 7,7°C e 19,4°C, respectivamente (SMN, 1965). O solo, afectado pela actividade humana, é essencialmente de origem xistosa e textura franca.

O estudo foi realizado numa vinha comercial da RDD (41°12'31.77"N, 145m) durante o ano de 2015. A vinha foi plantada em 1997, o porta-enxerto é o 196-17 C, com cordão bilateral e uma densidade média de 4545 cepas/ha. É uma vinha ao alto, com 25% de declive, com exposição a NE.

O delineamento experimental inclui 3 modalidades, cada uma com parcelas individuais de 3 linhas consecutivas de *Vitis vinifera* (cv. Touriga nacional) com quatro repetições:

1) 'Não regada - NR'; 2) 'Rega deficitária - 25% ETc - R25%' e 3) 'Rega deficitária - 50% ETc - R50%'. Apenas as linhas centrais de cada modalidade foram usadas para as medições. A modalidade "NR" (a água disponível para a planta provém somente da precipitação) representa a modalidade controlo, sendo a prática cultural comum na região. Nas modalidades sujeitas a rega deficitária, esta foi aplicada semanalmente através de um sistema gota-a-gota, desde Julho até ao final de Agosto, num total de 67.2mm para a modalidade R25% e 135.2mm para a modalidade R50%. O registo das variáveis meteorológicas foi efectuado por uma estação meteorológica automática (Adcon Telemetry) localizada na proximidade da parcela experimental.

O potencial hídrico foliar de base foi medido antes do amanhecer, entre 25 de Junho a 10 de Setembro, com uma periodicidade semanal, através de uma câmara de pressão do tipo Scholander (Scholander, 1965). Para cada modalidade foram colhidas 24 folhas sãs, adultas e bem expostas em cada uma das medições.

A vindima foi efectuada a 10 de Setembro. Para cada modalidade foram colhidas, pesadas e registado o número de cachos de 80 plantas.

Para a determinação do álcool provável recorreu-se a um refractómetro digital ATAGO WM-7, com compensação automática da temperatura (20°C). Após a calibração do aparelho, coloca-se uma gota de mosto e o teor em brix (% de sacarose) é lido directamente na escala do refractómetro, sendo posteriormente efectuada a conversão para álcool provável.

Para a determinação do pH, foi utilizado um potenciómetro. Insere-se o eléctrodo na amostra a analisar, cuja temperatura deve estar tão próxima quanto possível dos 20 °C e realiza-se uma leitura directa do pH da amostra, repetindo-se pelo menos duas vezes cada amostra. O resultado final é a média aritmética das leituras efectuadas (OIV, 2012).

Para a acidez total foi realizada uma titulação potenciométrica. O teor de acidez total (AT) na amostra é dado por: acidez total expressa em g de Ácido tartárico/L: $A' = 0.75n$. Seja n o volume, em mililitros, da solução 0,1 M de NaOH adicionado.

Para a determinação do ácido málico utilizou-se um analisador automático, modelo é Y- 15, produzido pela Biosystems. É um método enzimático bio reactivo cuja leitura é feita aos 340 nm.

Para a determinação dos compostos fenólicos nas uvas a metodologia utilizada foi conforme descrito por Bindon *et al.*, 2014.

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) usando o programa SPSS 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA). Os resultados foram considerados estatisticamente significativos para $P < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1 apresenta-se a variação da evapotranspiração de referência (ET_o), precipitação e temperatura média ao longo do ano de 2015. A precipitação total acumulada foi de 488 mm, a ET_o atingiu valores na ordem dos 1050 mm (sem dados para os meses de Jan a Mar) e as médias das temperaturas mínima e máxima foram respectivamente 10,8°C e 22,7°C.

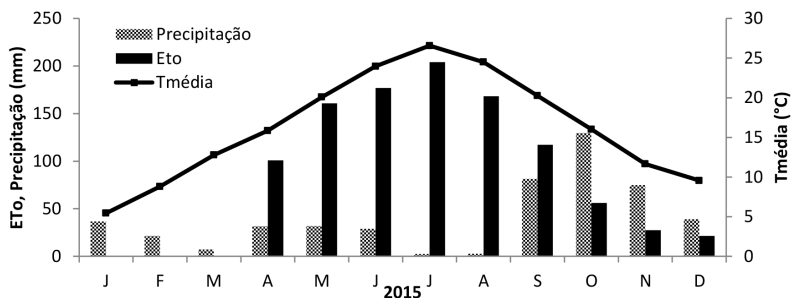


Figura 1: Valores de evapotranspiração de referência (ET_o), precipitação e temperatura média (Tmédia), durante o ano de 2015.

Os valores do potencial hídrico foliar de base, monitorizados semanalmente (figura 2), diminuíram de forma progressiva na modalidade “NR” desde Junho até à vindima. No início do período de monitorização (25 de Junho) os valores observados situavam-se nos -0,37 Megapascals (MPa), indicando níveis de défice hídrico ligeiro a moderado. Para este valor contribuiu de forma significativa a precipitação ocorrida no final da primeira quinzena de Junho. Ao longo de quase todo o período de monitorização, e como consequência da escassa precipitação verificada durante esse período (8mm) e das elevadas temperaturas registadas, especialmente nos meses de Junho e Julho onde os valores são cerca de 1°C acima da normal 31-60, os valores de potencial

na modalidade “NR” foram diminuindo de forma progressiva até à 3ª semana de Agosto. No final do mês de Agosto, devido a um episódio de precipitação pouco intensa, observou-se uma ténue recuperação dos valores, voltando estes a decrescer até à vindima (10 de Setembro) data em que se verificou o valor mínimo de -1,25 MPa, reflectindo um défice hídrico severo, sendo visíveis os sintomas de stresse hídrico, térmico e luminoso na parede de vegetação. De salientar que a partir de meados de Julho e até à data de vindima, as plantas da modalidade “NR” desenvolveram-se em condições de défice hídrico severo. O ensaio é acompanhado desde 2002, sendo que 2015 foi o 2º ano em que se registaram os valores de potenciais mais negativos, a seguir ao ano de 2005 (valor de referência de -1.4 MPa). Nas modalidades sujeitas a rega deficitária (R25% e R50%), esta foi iniciada a 3 de Julho e a última rega efectuada a 25 de Agosto. Durante o período de rega, e de uma forma geral, foi possível manter a modalidade “R25%” em níveis de défice hídrico forte e a modalidade “R50%” sob défice hídrico moderado. Após o término da rega, os valores caíram progressivamente até ao final do período de monitorização (figura 2). Desde a primeira rega, foi possível encontrar diferenças significativas entre as modalidades com rega, quando comparadas com a modalidade não regada.

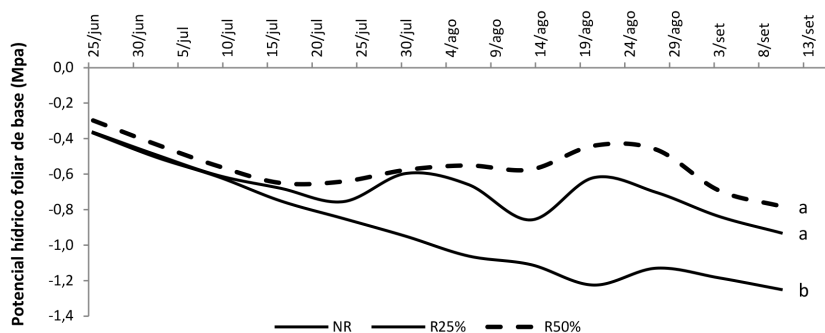


Figura 2. Evolução do potencial hídrico foliar de base nas 3 modalidades em análise (Modalidades: NR- Não regado; R25%- Rega deficitária a 25% da ETc; R50%- Rega deficitária a 50% da ETc). Letras diferentes apresentam diferenças significativas.

Nas figuras 3, 4 e 5 são apresentados os dados de produção, bem como dos parâmetros qualitativos, como o álcool provável, o pH e compostos fenólicos. Apesar de, ao longo do período de maturação, se terem detectado diferenças significativas nalguns parâmetros (peso médio do bago, teor em álcool provável e acidez total) entre modalidades, destacam-se no entanto à data de vindima as diferenças significativas ao nível da produção média por videira, do peso médio do bago (dados não mostrados), do teor em álcool provável e do teor em polifenóis.

Relativamente à produção média por videira (figura 3), verificam-se diferenças significativas entre a modalidade não regada e as duas modalidades com rega (sem diferenças entre elas). Na modalidade “R25%” verificamos um aumento de 20% e na modalidade “R50%” um acréscimo de 33%, face à modalidade “NR”. Para o peso médio do bago (dados não mostrados), são encontradas igualmente diferenças significativas

entre a modalidade não regada e as duas modalidades com rega (sem diferenças entre elas). A água é um dos principais factores que influencia a produtividade, porque todos os passos metabólicos que ocorrem nas células das plantas dependem da sua presença. O défice hídrico altera os processos fisiológicos da planta, incluindo a fotossíntese, a respiração, o transporte e a acumulação de assimilados, bem como a nutrição mineral, que por sua vez, têm consequências directas sobre todos os aspectos do crescimento e produção (Sampol *et al.*, 2003). A limitação hídrica imediatamente antes do pintor, segundo Ojeda *et. al* (2002), é preponderante para complicações ao nível da expansão celular nos bagos, conduzindo a perdas irrecuperáveis no tamanho dos mesmos, factos que podem ajudar a explicar as diferenças encontradas entre as modalidades.

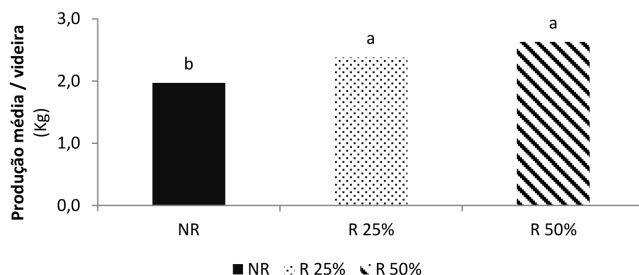


Figura 3. Comparação entre a produção média por videira em cada modalidade em 2015. (Modalidades: NR-Não regado; R25%- Rega deficitária a 25% da ETc; R50%- Rega deficitária a 50% da ETc). Letras diferentes apresentam diferenças significativas

No que diz respeito ao teor em álcool provável (figura 4), verificaram-se diferenças significativas entre a modalidade “NR” e “R25%” e a modalidade “R50%” (valores mais elevados). Resultados similares foram encontrados por Esteban *et. al* (1999) e Jordão *et. al* (2015). Não foram encontradas diferenças significativas entre modalidades para o pH, para a acidez total, nem para o ácido málico (dados não mostrados).

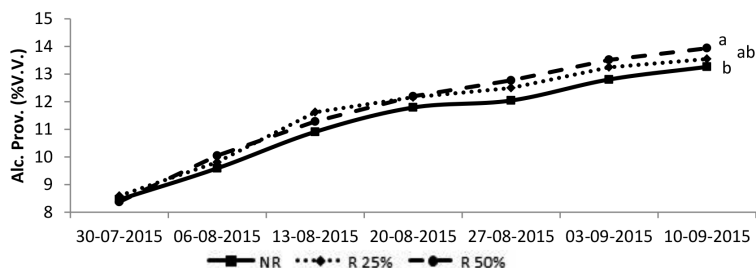


Figura 4. Evolução do teor em Álcool provável e do pH, em cada em 2015. (Modalidades: NR-Não regado; R25%- Rega deficitária a 25% da ETc; R50%- Rega deficitária a 50% da ETc).). Letras diferentes apresentam diferenças significativas.

Para os compostos fenólicos (figura 5), não foram encontradas diferenças significativas ao nível dos taninos totais e antocianinas totais quando comparadas as três modalidades. Para os polifenóis totais, à vindima, foram observadas diferenças significativas entre as modalidades “NR” e “R25%” e a modalidade “R50%”, sendo que a última apresenta valores mais baixos desse tipo de compostos.

Um dos mecanismos para reduzir a perda de água da videira é alcançado através de um menor vigor e/ou senescência parcial de folhas (Chaves, 1991). Sob tais condições, os hidratos de carbono não estruturais, tendem a acumular-se e mais compostos fenólicos são produzidos (Bryant et al., 1983). Este facto pode ajudar a explicar o maior teor destes compostos nas modalidades “NR” e “R25%”.

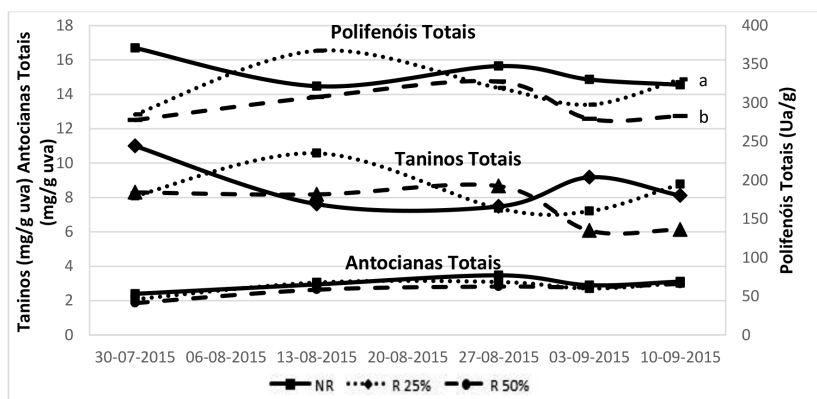


Figura 5. Evolução do teor em polifenóis totais, taninos e antocianinas totais, em cada modalidade em 2015. (Modalidades: NR-Não regado; R25%- Rega deficitária a 25% da ETc; R50%- Rega deficitária a 50% da ETc). Letras diferentes apresentam diferenças significativas.

CONCLUSÕES

Podemos afirmar que, para o ano em questão, a rega deficitária permitiu incrementar os parâmetros produtivos, sem prejuízo dos parâmetros de qualidade, tendo-se verificado uma tendência para um aumento no teor em álcool provável. Nas modalidades regadas encontramos maior produção média por planta, maior peso médio do bago e maior teor em álcool provável. Apenas se verificou uma redução de polifenóis totais na modalidade sujeita a maior dotação de água. Para todos os outros parâmetros não foram verificadas diferenças significativas. É importante salientar, que efectivamente, a rega deficitária permite uma regularização da produção e contribui, em condições de extrema secura, para a própria manutenção e sobrevivência da planta. Estes resultados podem indicar que os rendimentos mais elevados, que são normalmente encontrados

com o aumento da disponibilidade de água, podem não afectar negativamente a composição dos mostos, se os processos de síntese e acumulação (translocação de fotoassimilados) forem capazes de compensar os efeitos de diluição (Esteban *et al.*, 1999).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bindon, K., 2014. Comparison of Extraction Protocols To Determine Differences in Wine-Extractable Tannin and Anthocyanin in *Vitis vinifera* L. cv. Shiraz and Cabernet Sauvignon Grapes. *J. Agric. Food Chem.*
- Bryant, J.P., Chapin, F.S., Klein, D.R., 1983. Carbon/nutrient balance of boreal plants in relation to vertebrate herbivore. *Oikos*, 40: 357-368.
- Chaves, M.M., 1991. Effects of water deficits on carbon assimilation. *Journal of Exp. Bot.*, 42 (234): 1-16.
- Esteban M. A., Villanueva M. J., Lissarrague J. R., 1999. Effect of irrigation on changes in berry composition of Tempranillo during maturation. Sugars, organic acids, and mineral elements. *Am. J. Enol. Vitic.*, 50(4): 418-434.
- Fraga, H., Moutinho-Pereira, J., Malheiro, A.C., J.A.S., 2013. An overview of climate change impacts on European viticulture. *Food and Energy Security*
- Jordão, A., Vilela, A., Cosme, F., 2015. From Sugar of Grape to Alcohol of Wine: Sensorial Impact of Alcohol in Wine. *Beverages*, 1, 292-310.
- Jones, G. V., 2008. "Climate change: observations, projections, and general implications for viticulture and wine production". P. Ritschel e S.S. Sebben (eds), *XII Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia*, Embrapa-Uva e Vinho, Bento Gonçalves, pp. 55-66.
- Jones, G., 2013. Uma Avaliação do Clima para a Região Demarcada do Douro: Uma análise das condições climáticas do passado, presente e futuro para a produção de vinho. Livro editado por ADVID - Associação para o Desenvolvimento da Viticultura Duriense (50 exemplares).
- Miranda, P.M.A., Coelho, F.E.S., Tomé, A.R., Valente, M.A., 2002. *20th Century Portuguese Climate and Climate Scenarios*. 2º Capítulo in Santos, F.D., K. Forbes e R. Moita (editores). *Climate Change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measures* - SIAM Project. Gradiva, Lisboa, Portugal, 454 pp.
- Moutinho-Pereira, J.M., Correia, C.M., Gonçalves, B., Bacelar, E.L., Torres-Pereira, J.M., 2004. Leaf gas exchange and water relations of grapevines grown in three different conditions. *Photosynthetica*, 42: 81-86.
- OIV, 2012. Compendium of international methods of analysis of wine and musts, volume 1. *Office International de la Vigne et du Vin*. Paris.
- Ojeda, M.W., Rivarola, J.B., Quiroga, O.D., 2002. Study on chlorination of molybdenum trioxide mixed with carbon black. *Minerals Engineering* 15 (8), 585-591.
- Scholander, P.F., Hammel, H.T., Hemingsen, E.A., Bradstreet, E.D., 1965. *Hydrostatic pressure and osmotic potentials in leaves of mangroves and some other plants*. Proceedings of the National Academy Science, v.51, pp.119-125.
- Sampol, B., Bota, J., Riera, D., Medrano, H., Flexas, J., 2003. Analysis of the virus-induced inhibition of photosynthesis in malmsey grapevines. *New Phytologist*, 160: 403-12.
- SMN, 1965. *O clima de Portugal. Fascículo XV: Região Demarcada do Douro*. Lisboa. Portugal: Serviço Meteorológico Nacional.

VINE SPACING ON cv. MENCIA: AGRONOMIC AND QUALITATIVE EFFECTS IN THE DESIGNATION OF ORIGIN BIERZO (SPAIN)

J. YUSTE¹; C. ARRANZ²; M.V. ALBURQUERQUE²

ABSTRACT

This paper deals with the study of vegetative, productive and qualitative behavior of cv. Mencia, grafted onto 110R, trellis trained, with three different vine spacings (1.0, 1.3 and 1.6 m) in the row and a common distance between rows (3.0 m), during the period 2009-2012, in order to know the distance between vines most suitable to the growing conditions. The experimental vineyard, planted in 2002, has been located in Cacabelos (Leon), belonging to the Designation of Origin Bierzo, in Castilla y Leon.

The results have shown that increasing the distance between vines to 1.6 m increased slightly the grape production, mainly due to the number of clusters per linear meter, since the cluster weight did not contribute to this effect. Conversely, the weight of pruning wood per linear meter has significantly been reduced due to the vine distance increase, with an average reduction of 20% in treatment 1.6 with respect to treatment 1.0, due to the clear decrease of shoot vigor. The Ravaz index has shown a clear increase with the increment of vine distance, mainly due to the reduction of pruning woodweight.

In qualitative terms, the berry composition has been modified by the vine distance, since the increment of distance has shown a tendency to reduce the concentration of sugars, malic acid and potassium, without any definitive modification of pH and titratable acidity of must, whereas the potassium has decreased progressively with the increment of vine distance and the total phenols index has shown little tendency to increase due to change from the distance of 1.0 m to the distances 1.3 or 1.6

Therefore, the choice of the distance between vines brings convenience to jointly assess their effects in terms of productive and qualitative targets in each crop situation.

Keywords: acidity, cluster, grape yield, pruning, sugars.

¹ Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. Ctra Burgos-Portugal km 119, 47071 Valladolid, Spain

² At present: external viticulture activity. Valladolid, Spain / Email: yusbomje@itacyl.es

INTRODUCTION

The planting density should be considered one of the fundamental aspects to take into account in planning a vineyard plantation, due to the impact that its election carries out for resources management and profitability all throughout the entire life of the crop. In general, the grape producer looks for having a grapevine plantation that allows him to maximize the crop profitability, which can be affected by several factors, among which the vine density is included. In this way, the goal of the management usually tries to combine a satisfactory amount of crop with a noticeable quality of grapes. Therefore it is convenient to assess how planting density may help to get an appropriate grape quality and enough grape production to optimize the vineyard profitability depending on soil and climatic growing conditions (Arranz & Yuste 2013), as this choice can be decisive for the chances of success for the future vineyard, since it is going to condition many technical aspects in the vineyard management.

The planting density is a function of two parameters: spacing between rows (street width) and distance between vines within the row (Pérez 2002). To choose the distance between rows the influence of the possibilities of mechanization (Murisier & Zufferey 2004) is great, while in the choice of vine spacing more aspects have influence, related to type of pruning (Murisier & Ferretti 1996), permanent structure of the plant (Silvestroni *et al.* 2003), production level and dynamics of maturation (Intrieri *et al.* 2003), etc. In any case, the choice of vine density should consider its two components, distance between rows and distance between vines in the row (Remoué & Lemaître 1985).

Several studies have shown that planting density directly affects the yield and the quality of grapes (Albuquerque *et al.* 2006, Barajas & Yuste 2008). In this way, Planas (1998) observed in high planting densities, in the French region of Audois, that the grape yield per hectare was higher and the grape yield per plant was lower than those of low planting densities. This increase in grape production per hectare in a high density vineyard was accompanied, in general, by a more complete, earlier maturity and a better quality of wine (red wine with more color, more concentrated), which was explained by an improved root colonization of soil, an effective capturing of light energy and a competition between individual vines that limit the individual vigor. However, other authors have found that grape yield as well as global productivity decreased on cv. Tempranillo under certain culture conditions (Asenjo *et al.* 2015, Yuste *et al.* 2015). Other works have revealed that the effects of vine density can be variable depending on the crop situation (Barajas 2010, Yuste & Albuquerque 2014, Yuste *et al.* 2008, Yuste *et al.* 2009, Yuste *et al.* 2014a,b).

The purpose of this work is to study the possible effects of varying the distance between vines, maintaining a common distance between rows, in the vegetative and productive development, as well as in the grape quality of red variety Mencia, grafted onto 110R, vertically trellis trained, over the period 2009-2012, in an experimental vineyard located in the Designation of Origin Bierzo, in Cacabelos (Leon), therefore in climatic conditions less arid than the usual conditions of majority of grape producing areas of Castilla y Leon.

MATERIAL AND METHODS

The trial was carried out over the period 2009-2012 in a vineyard owned by grapegrower Victor Arroyo, located in the village of Pieros, municipality of Cacabelos (province of Leon), included into the D.O. Bierzo, in the Northwest area of Castilla y Leon. The geographical coordinates of the trial are 42°36'N and 6°45'W. The vines of the experimental vineyard, planted in 2002 (May 27th), are of cv. Mencía, grafted onto the rootstock 110R.

The vines have been vertically trellis trained through a Royat cordon and vertical shoot positioning (VSP). The row orientation is East-NE to West-SW. The pruning load has been 10 buds per linear meter of row, distributed in spurs of 2 buds. A green pruning operation was applied each year, after the period of spring frost risk, for the adjustment of shoot load per linear meter of row, maintaining 10, 13 and 16 shoots per vine, corresponding to vine distances of 1.0, 1.3 and 1.6 m respectively.

The experimental treatments are based on the modification of planting density by means of varying the distance between vines in the row. Thus, maintaining a common row distance of 3.0 m, the following distances between vines were applied: 1.0, 1.3 and 1.6 m. These vine distances correspond to the following area of soil per vine: 3.0, 3.9 and 4.8 m², that is, the vine densities are 3,333, 2,564 and 2,083 vines per ha respectively. The experimental design is of randomized blocks with 4 replicates of 42, 33 and 27 vines per plot, so that the elemental plot is of 14, 11 and 9 vines of control respectively for treatments 1.0, 1.3 and 1.6.

The soil of the vineyard is deep enough for adequate development of vineyard and homogeneous on surface. It does not show remarkable stony elements, but good drainage in general. The vineyard has orographic disposition with certain slope, homogeneous and increasing in the east to west direction. The water regime of the vineyard has been rainfed, without irrigation throughout the study period.

The statistical analysis of results has been done through variance analysis (ANOVA), by means of the STATISTICA program.

Monthly average data of temperature and rainfall, for the period 2009-2012, are detailed in tables 1 to 4.

Table 1. Temperature and rainfall (precipitation) average values of the season 2009 (October-2009 / September-2010), registered in Carracedelo (Leon). Tm: average temperature (°C), Tmax: maximum temperature (°C), Tmin: minimum temperature (°C), P: rainfall (mm).

2008-2009	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Year
Tm	10.9	4.9	3.6	4.6	5.8	9.5	9.8	15.5	19.3	19.2	20.4	17.0	11.7
Tmax	25.4	18.9	13.6	15.3	22.4	26.7	27.3	32.7	33.9	33.7	35.0	34.9	26.7
Tmin	-2.3	-6.7	-6.0	-8.6	-4.9	-3.5	-3.3	-0.7	6.1	4.8	6.8	2.0	-1.4
P	8.6	3.8	10.0	91.8	11.2	3.2	4.6	29.0	12.6	2.0	0.6	6.2	184

Table 2. Temperature and rainfall average values of the season 2010 (October-2009 / September-2010).

2009-2010	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Year
Tm	13.3	9.4	4.2	4.2	5.2	7.6	12.6	14.0	18.0	22.0	20.7	16.8	12.3
Tmax	28.3	20.5	16.3	14.3	18.5	21.4	29.2	32.5	33.6	36.7	36.1	33.3	26.7
Tmin	-1.5	0.3	-10.3	-7.1	-7.5	-6.0	-1.5	-1.3	2.3	6.4	5.9	1.8	-1.5
P	44.8	135.0	210.2	119.2	138.0	81.0	38.2	52.8	51.4	4.8	0.0	20.4	896

Table 3. Temperature and rainfall average values of the season 2011 (October-2010 / September-2011).

2010-2011	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Year
Tm	11.5	6.9	3.6	4.9	4.9	8.4	13.9	16.2	17.8	18.9	19.9	17.4	12.0
Tmax	24.0	19.0	17.7	14.1	19.4	24.1	31.5	30.3	37.2	33.2	35.5	33.6	26.6
Tmin	-0.8	-6.3	-7.1	-7.7	-6.7	-4.4	0.3	0.3	0.0	6.0	3.5	1.4	-1.8
P	144.2	103.2	117.0	111.4	66.4	59.6	43.4	22.4	5.4	8.4	34.6	9.6	726

Table 4. Temperature and rainfall average values of the season 2012 (October-2011 / September-2012).

2011-2012	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Year
Tm	11.7	8.0	4.8	2.2	3.8	9.9	9.0	15.5	17.8	19.6	19.9	17.7	11.7
Tmax	30.7	20.7	15.3	14.9	22.8	25.7	24.8	33.8	37.6	36.9	37.4	23.9	27.0
Tmin	-2.4	-2.6	-5.6	-6.9	-10.3	-4.7	-0.2	3.4	0.0	3.8	4.0	2.9	-1.6
P	43.0	73.8	28.6	15.8	0.4	10.0	72.4	50.0	29.7	5.8	15.1	20.7	365

RESULTS

Grape production

The grape yield has shown a general tendency to increase slightly as the vine distance increases, being the average value of treatment 1.6 almost 4% higher than treatment 1.0, the treatment 1.3 being in a position closer to 1.0 than to 1.6, while having found statistically significant differences only the first year (table 5). The tendency of cluster weight has not been correspondent to the grape yield, since it has not shown remarkable differences between treatments, with little annual differences that were statistically significant only the first year in favor of treatment 1.3 and the third year in favor of treatment 1.0, the treatment 1.3 having shown an average cluster weight slightly higher than the two other treatments, i.e. 285 g vs 284 g (table 6). The number of clusters

per linear meter has shown a tendency in agreement with the grape yield, with slight differences in favor of treatment 1.6, which became statistically significant half of the years and producing an average value slightly higher, closer to 4% (table 5). This result shows an increase of fertility, expressed as number of clusters per bud, of treatment 1.6.

Regarding the cluster weight, the number of berries per cluster has hardly shown little differences between treatments, although the average value of treatment 1.0 was slightly lower than the other two treatments, having found statistically significant differences only the first year, unfavorable to that treatment (table 6). On the other hand, the berry weight has not shown remarkable differences between treatments, with final average values of 2.02, 2.00 and 1.98 g corresponding to treatments 1.0, 1.3 and 1.6 respectively (table 6).

Table 5. Grape yield (t/ha & kg/m) and Number of clusters per row meter, of treatments: 1.0, 1.3, 1.6. Statistical significance: $p < 5\%$; different letters show values statistically different (for all tables).

Treat.	Grape yield (t/ha)					Grape yield (kg/m)					Clusters / meter				
	2009	2010	2011	2012	Aver.	2009	2010	2011	2012	Aver.	2009	2010	2011	2012	Aver.
1.0	11.2c	12.9	19.4	17.3	15.2	3.37c	3.86	5.81	5.18	4.56	15.3b	14.0	17.5b	17.1	16.0
1.3	12.2b	13.0	18.9	17.0	15.3	3.65b	3.90	5.68	5.09	4.58	15.2b	14.2	17.8b	16.9	16.0
1.6	12.7a	13.2	19.7	17.2	15.7	3.81a	3.97	5.90	5.17	4.71	16.3a	14.5	18.4a	17.0	16.6

Table 6. Cluster weight (g), Berry weight (g) and Number of berries per cluster, of treatments: 1.0, 1.3, 1.6.

Treat.	Cluster weight (g)					Berry weight (g)					Berries / cluster				
	2009	2010	2011	2012	Aver.	2009	2010	2011	2012	Aver.	2009	2010	2011	2012	Aver.
1.0	220b	276	334a	305	283.9	2.20	2.05	1.95a	1.89	2.02	100b	135	172	161	142
1.3	240a	276	321b	303	285.0	2.27	1.97	1.85b	1.90	2.00	106a	140	174	160	145
1.6	233ab	275	322b	306	284.1	2.19	2.03	1.81b	1.91	1.98	107a	136	177	161	145

Vegetative growth

The weight of pruning wood per unit of soil area clearly decreased with increasing vine spacing, with statistically significant differences between treatments in most cases.

The average value of pruning weight of the treatment 1.6 was 20% lower than treatment 1.0 and 7% lower than treatment 1.3 (table 7).

The weight of shoot has been largely responsible for the decline of pruning wood caused by the increase of distance between vines, with a reduction of treatment 1.6 of about 19% with respect to treatment 1.0 and 10% with respect to treatment 1.3. The final average values of pruning weight were 54.1, 48.7 and 43.8 g corresponding to distances of 1.0, 1.3 and 1.6 m respectively. The differences between treatments were statistically significant in most cases of study (table 8).

The number of shoots per linear meter has hardly changed between treatments, as expected, due to the fact that an adjustment of shoots load was applied every year after the period of spring frost risk. Nevertheless, the final average value of treatment 1.0 was slightly higher than the other two treatments, mainly due to some little differences observed the first year of study (table 7).

The Ravaz index has shown a clear increase in agreement with the distance between vines, mainly due to the decrease of weight of pruning wood, having observed statistically significant differences between experimental treatments in most cases (table 8).

Table 7. Pruning wood weight (t/ha & g/m) and Number of shoots per meter, of treatments: 1.0, 1.3, 1.6.

Treat.	Pruning Wood weight (t/ha)					Pruning wood weight (g/m)					Shoots / meter				
	2009	2010	2011	2012	Aver.	2009	2010	2011	2012	Aver.	2009	2010	2011	2012	Aver.
1.0	1.71a	2.09a	1.90a	1.80a	1.88	512a	628a	571a	541a	563	11.16a	10.36	10.38	10.33	10.56
1.3	1.48b	1.74b	1.67b	1.54b	1.61	443b	523b	501b	463b	483	10.41b	9.60	10.26	9.89	10.04
1.6	1.35c	1.66b	1.53c	1.45b	1.50	404a	504b	460c	440b	452	10.05b	10.11	10.37	10.38	10.23

Table 8. Shoot weight (g) and Ravaz index, of treatments: 1.0, 1.3, 1.6.

Treat.	Shoot weight (g)					Ravaz index				
	2009	2010	2011	2012	Aver.	2009	2010	2011	2012	Aver.
1.0	46.5a	61.4a	55.8a	52.8a	54.1	6.65c	6.16b	10.20c	9.58b	8.14
1.3	43.5ab	54.7b	49.2b	47.5ab	48.7	8.34b	7.46a	11.43b	11.04a	9.57
1.6	38.7b	49.9b	44.5c	42.3b	43.8	9.49a	8.01a	12.85a	11.97a	10.58

Grape composition

The concentration of soluble solids (°brix) has been reduced slightly with the increase of distance between vines with respect to 1.0 m, in an amount of approximately 0.6 °brix, probably related with the tendency of higher distances to increase slightly the grape yield. The differences found between treatments became statistically significant in most years, in favor of treatment 1.0 with respect to both treatments 1.3 and 1.6 (table 9).

The values of pH, as well as titratable acidity, have been quite similar in all three treatments of distance between vines, without remarkable annual differences which obviously have not been statistically significant any of the years (table 10).

The concentration of tartaric acid (g/L) has shown certain tendency to decrease with the treatment 1.6, although in a little amount, having observed statistically significant differences of that treatment with respect to treatments 1.0 and 1.3 only in two of the four- year study (table 11). The concentration of malic acid (g/L) has shown a clear tendency to decrease with increasing vine distance with respect to distance of 1.0 m, having observed statistically significant differences in favor of treatments 1.3 and 1.6 in most of the years of study (table 11).

The concentration of potassium (g/L) has shown certain tendency to decrease with increasing vine distance, having observed statistically significant differences more frequently between treatment 1.6 and treatment 1.0 than between treatment 1.3 and the other two treatments, since treatment 1.3 has been located in an intermediate position (table 9).

The total phenols index has hardly shown little differences between treatments, although the final averages have shown a slightly lower value of treatment 1.0 than the other two treatments, as a consequence of the little annual differences observed between treatments (table 9).

Table 9. Total soluble solids (°brix), Potassium (g/L) and Total phenols index, of treatments: 1.0, 1.3, 1.6.

Treat.	Total soluble solids (°brix)					Potassium (g/L)					Total phenols index				
	2009	2010	2011	2012	Aver.	2009	2010	2011	2012	Aver.	2009	2010	2011	2012	Aver.
1.0	23.4a	23.4a	21.2a	20.3	22.1	1.73a	1.86a	1.39	1.89ab	1.72	16.0	15.3	18.1b	17.6b	16.8
1.3	22.7b	22.7ab	20.6b	20.1	21.5	1.66ab	1.67b	1.32	1.99a	1.66	16.8	16.0	19.4ab	19.0a	17.8
1.6	22.8b	22.3b	20.7b	20.2	21.5	1.58b	1.63b	1.36	1.84b	1.60	16.5	14.3	20.6a	19.5a	17.7

Table 10. Values of pH and Titratable acidity (g TH2/L), of treatments: 1.0, 1.3, 1.6.

	pH					Titratable acidity (g TH2/L)				
Treat.	2009	2010	2011	2012	Aver.	2009	2010	2011	2012	Aver.
1.0	3.58	3.72	3.47	3.43	3.55	4.57	3.90	4.35	4.20	4.25
1.3	3.54	3.68	3.44	3.41	3.52	4.51	3.86	4.28	4.27	4.23
1.6	3.54	3.65	3.46	3.43	3.52	4.50	3.89	4.46	4.21	4.27

Table 11. Values of Tartaric acid and Malic acid (g/L), of treatments: 1.0, 1.3, 1.6.

	Tartaric acid (g/L)					Malic acid (g/L)				
Treat.	2009	2010	2011	2012	Aver.	2009	2010	2011	2012	Aver.
1.0	5.76a	5.27a	5.48	4.87	5.35	1.90a	1.55a	1.33a	1.24a	1.50
1.3	5.72a	5.14ab	5.46	4.98	5.32	1.79b	1.21b	1.10b	1.21a	1.33
1.6	5.56b	4.99b	5.43	4.92	5.22	1.77b	1.21b	1.12b	1.13b	1.31

CONCLUSIONS

The variation of the distance between vines has had little effect on grape production, which has been quite high (about 15 t/ha), with an average increase close to 4% due to the increase of distance to 1.6 m. This slight increase has been mainly due to the increase of fertility, expressed as number of clusters per row meter, since the cluster weight (about 285

g) has not contributed to this effect, as neither the number of berries per cluster nor the berry weight (about 2.0 g) have shown any clear difference between treatments.

The weight of pruning wood per unit of soil area has clearly decreased with increasing distance between vines, with an average decrease of 20% of treatment 1.6 with respect to treatment 1.0. The weight of shoot has been largely responsible for this decline, with an average reduction of 19% of treatment 1.6 with respect to treatment 1.0. The Ravaz index has shown a clear tendency to increase with the distance between vines, mainly derived from the decrease of pruning weight.

The variation of the distance between vines has affected several parameters of grape composition. Thus, the concentration of soluble solids has decreased slightly with as vine distance increases with respect to 1.0 m, whereas neither the pH nor the titratable acidity have shown effects clearly defined. Conversely, the tartaric acid has decreased slightly with the distance of 1.6 m and the malic acid has been reduced as vine distance increases with respect to 1.0 m. The potassium concentration has decreased progressively with the increase of vine distance, whereas the total phenols index has hardly shown

a slight tendency to increase as vine distance increases from 1.0 m to 1.3 or 1.6 m.

Ultimately, the increase of vine distance has reduced vegetative growth, through the weight of shoot, while that increase has favored slightly the grape yield through the increase of fertility, not through the cluster weight. In qualitative terms, the variation of the distance between vines has modified the grape basic composition, causing a tendency to reduce the concentration of sugars, malic acid and potassium. Therefore, the choice of the vine distance brings convenience to jointly assess their effects in terms of productive and qualitative targets in each crop situation.

BIBLIOGRAPHY

- Alburquerque M.V., Cascajo C., Vacas R., Barajas E., Yuste J. 2006. Influencia de la distancia entre cepas en la variedad Tempranillo. *Vida Rural* 226: 34-38.
- Arranz C., Yuste J. 2013. Respuesta a la variación de la distancia entre cepas de Tempranillo en la D.O. Arlanza, conducidas en espaldera y cultivadas en secano. *Vida Rural* 359: 32-36.
- Asenjo J.L., Alburquerque M.V., Rubio J.A., Yuste J. 2015. Influencia de la densidad de plantación en Tempranillo. Estado hídrico, productividad, rendimiento y expresión cualitativa en el valle del Duero. *La Semana Vitivinícola* 3459: 2038-2046.
- Barajas E. 2010. Comportamiento fisiológico y agronómico y calidad de la uva de la variedad Tempranillo, en función de la distancia entre cepas, en el valle del río Duero. *Tesis Doctoral, Universidad de Valladolid*. 333 p.
- Barajas E., Yuste J. 2008. Influencia de la densidad de plantación en cv. Tempranillo en dos Denominaciones de Origen a lo largo del valle del río Duero. *II International Congress of Mountain and Steep Slope Viticulture (CERVIM)*. Monforte de Lemos, Orense (España). 184 p.
- Intrieri C., Filippetti I., Ramazzotti S. 2003. Concetti di base sulle distanze di impianto in viticoltura. *L'informatore agrario* 48: 41-47.
- Murisier F., Ferretti M. 1996. Densité de plantation sur le rang: effets sur le rendement et la qualité du raisin. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 28 (5): 293-300.
- Murisier F., Zufferey V. 2004. Influence de la densité de plantation sur le comportement agronomique de la vigne et sur la qualité des vins: essai sur Chasselas. *II Résultats oenologiques. Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 36 (1): 45-49.
- Pérez M.A. 2002. Densidad de plantación y riego: Aspectos ecofisiológicos, agronómicos y calidad de la uva en cv. Tempranillo (*Vitis vinifera* L.). *Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid*. 287 p.
- Planas R. 1998. Incidence de la densité de plantation. Application au vignoble audois. *Progrès Agricole et Viticole* 115 (4): 89-92.
- Remoué M., Lemaître C. 1985. Comparaison de différentes densités de plantation et méthodes de culture du sol (non culture et enherbement permanent). *Connaissance Vigne Vin* 19 (4): 197-206.
- Silvestroni O., Lattanzi T., Manni E., Borghesi L. 2003. Distanze sulla fila e forme di allevamento: risultati di prove sui vitigni Verdicchio e Montepulciano. *L'informatore agrario* 48: 51.
- Yuste J., Alburquerque M.V. 2014. Vine spacing in cv. Tempranillo in the Appellation of Origin Cigales (Spain): agronomy and quality effects. *37th World Congress of Vine and Wine (OIV)*, Mendoza (Argentina), 9-14 noviembre.
- Yuste J., Alburquerque M.V., Barajas E., Yuste J.R. 2014. Densidad de plantación: efectos productivos, vegetativos y cualitativos en cv. Tempranillo cultivado en espaldera en el valle del

- Duero. *I Jornadas de Viticultura y Enología de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas (SECH)*, Logroño, 19-20 noviembre.
- Yuste J., Arranz C., Barajas E., Sánchez-Llorente P. 2008. Densidad de plantación en condiciones semiáridas: efectos productivos y cualitativos en la variedad Tempranillo cultivada en vaso en condiciones de riego deficitario. *Viticultura/Enología Profesional* 116: 5-13.
- Yuste J., Asenjo J.L., Albuquerque M.V. 2009. Modificación del crecimiento del pámpano y de la baya a través del riego y la densidad de plantación en la variedad Tempranillo". *La Semana Vitivinícola* 3273: 1957-1962.
- Yuste J., Barajas E., Yuste J.R. 2014. Densidad de plantación: efectos productivos y cualitativos en Tempranillo cultivado en vaso en el valle del Duero. *29ª Reunión del Grupo de Experimentación en Viticultura y Enología (GTEVE)*, Logroño, 6-7 mayo.
- Yuste J., Sánchez-Llorente P., Rubio J.A., Albuquerque M.V. 2015. Efectos del régimen hídrico y de la densidad de plantación en la variedad Tempranillo. Análisis de la fisiología, el crecimiento y la productividad en cuatro regímenes de cultivo. *Vida Rural* 393: 48-54.

ACKNOWLEDGEMENTS

The development of this study has been possible thanks to the collaboration of the grape-grower Victor Arroyo, owner of the vineyard, as well as the financial support of the Junta de Castilla y Leon and the FEDER, and of course, the help of the Enology Station and the Group of Viticulture of ITACyL.

A SUSTENTABILIDADE NA PRODUÇÃO DE VINHOS DO ALENTEJO, CONTRIBUTO DA ADEGA DE BORBA

Helena FERREIRA¹; Marco VALENTIM²; Luís GASPAR³; Óscar GATO⁴; João BARROSOS

A Adega de Borba está profundamente empenhada em estabelecer um trabalho com os seus viticultores e parceiros, por forma a produzir vinhos que sejam comercialmente viáveis, que preservem os recursos ambientais e que promovam o bem-estar social dos seus colaboradores das comunidades envolventes.

A implementação, por parte da Adega de Borba, de boas práticas para redução do consumo de água e energia na adega e a certificação em produção integrada das vinhas dos seus viticultores, pretendem reduzir o impacto ambiental da produção vitivinícola desta sub-região. Este trabalho apresenta os resultados das boas práticas adotadas.

Palavras-chave: Adega de Borba, Sustentabilidade, green-roof, Ganimedes, Produção Integrada, Plano de Sustentabilidade dos Vinhos do Alentejo

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável foi definido pelas Nações Unidas (1983) como o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades. De uma maneira geral, a sustentabilidade tenta integrar três grandes objetivos: proteção do meio ambiente, rentabilidade económica e equidade social (Jones, 2012).

Segundo Jones (2012) O sector vitivinícola tem sido fundamental na implementação de práticas sustentáveis, assumindo uma papel de liderança na agricultura sustentável em geral.

^{1, 2, 3} e ⁴ Adega Cooperativa de Borba, C.R.L.; Largo Gago Coutinho e Sacadura Cabral 25 – Ap. 20; 7151-913 Borba, Portugal. E - mail: ¹ helena.ferreira@adegaborba.pt; ² marco.valentim@adegaborba.pt; ³ luis.gaspar@adegaborba.pt; ⁴ oscar.gato@adegaborba.pt;

⁵ Departamento de Fitotecnia, Universidade de Évora. 7000 Évora, Portugal. E - mail: jmmmb@uevora.pt

À semelhança de outras regiões vitivinícolas do mundo, a Comissão Vitivinícola Regional Alentejana decidiu desenvolver um Plano de Sustentabilidade para os Vinhos do Alentejo (PSVA), disponibilizando aos produtores participantes uma ferramenta para avaliar a forma como desenvolvem atualmente as suas atividades e oferecer recomendações para aumentar a competitividade e a sustentabilidade dos vinhos do Alentejo (Engel *et al*, 2015).

A Adega de Borba está profundamente empenhada em estabelecer um trabalho de parceria com os seus viticultores associados, por forma a desenvolver produtos que sejam comercialmente viáveis, que preservem os nossos recursos ambientais e que promovam o bem-estar social dos seus colaboradores das comunidades envolventes. Assim tem desenvolvido e implementado nos últimos anos metodologias com vista à redução de consumos de água e energia e tem apoiado e promovido a implementação e certificação em produção integrada das vinhas dos viticultores seus associados.

2. METODOLOGIAS IMPLEMENTADAS

Boas Práticas com o objetivo de reduzir o consumo de água e de energia:

- a) A cobertura do mais recente edifício da Adega é completamente revestida por um “green-roof” com uma área de 12.000 m², de uma combinação de Sedum plantada num substrato impermeável (Figura 1).



Figura 1: Green roof – cobertura do edifício da Adega

- b) Utilização de cubas de fermentação “Ganimede ®”. Estas cubas utilizam o dióxido de carbono produzido durante a fermentação como fonte de energia,

permitindo que os ciclos de remontagem do mosto durante a fermentação sejam efectuados sem o recurso a bombas e consequentemente, sem consumo de energia elétrica (Figura 2).



Figura 2: Cubas de fermentação Ganimede ® – Reaproveitamento de energia

Execução de ideias simples:

- c) Instalação de um sistema para recuperação e reciclagem da água de enxaguamento de garrafas das linhas de engarrafamento para a rede da adega (Figura 3).

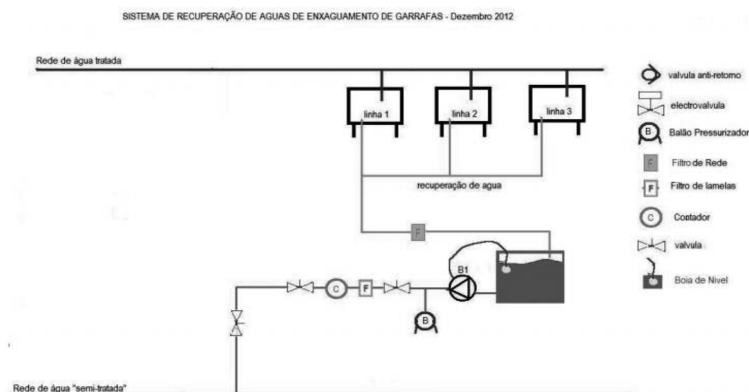


Figura 3: Recuperação de água de enxaguamento e sistema de reciclagem – Linhas de Engarrafamento

- d) Instalação de clarabóias nos armazéns e linhas de engarrafamento de forma a reduzirmos o consumo de energia elétrica e melhorar o ambiente de trabalho com o aproveitamento da luz natural (Figura 4).



Figura 4: Instalação de claraboias – Armazéns e linhas de engarrafamento

Boas Práticas de viticultura sustentável:

- e) Disponibilização de apoio técnico e incentivo aos viticultores associados, através de valorização positiva, para implementarem e certificarem as suas vinhas em Produção Integrada, com consequente realização de práticas sustentáveis como é o caso da não mobilização dos solos na entrelinha (Figura 5).



Figura 5: Cobertura natural das entrelinhas na vinha

Produção de composto orgânico com a reciclagem dos engaços produzidos na campanha vitícola, para manutenção e fertilização dos solos das vinhas dos viticultores associados (Figura 6).



Figura 6: Composto Orgânico produzido com os engaços das uvas na Adega de Borba

3. RESULTADOS ALCANÇADOS

A implementação das Boas Práticas descritas conduziu aos seguintes resultados:

a) O Green-roof permite:

- Aumentar o tempo de vida da cobertura edifício;
- Aumenta o isolamento sonoro acima dos 8dB;
- Contribui para a diminuição da temperatura do edifício acima dos 3°C;
- Diminui os custos energéticos acima dos 14,5 Kwh/m²/a.

b) A utilização de 28 cubas “Ganimede □” com capacidade para 50 Ton, permite-nos reciclar a energia produzida na fermentação, que é utilizada na remontagem dos mostos. O CO₂ produzido na fermentação - 0,1 Kg CO₂ / Kg de uva (Zanden, 2009) é totalmente reaproveitado não sendo necessária utilização de energia elétrica. Em média reciclamos 280 ton de CO₂.

c) A recuperação da água de enxaguamento das linhas de engarrafamento permite a reciclagem de 360 m³ água/ano.

d) Com a implementação de clarabóias nos armazéns e linhas de engarrafamento pretendemos reduzir o número de horas de luz artificial em 50% em 2 anos.

e) A valorização positiva aos viticultores e o apoio técnico disponibilizado permitiu em 2015 a certificação em Produção Integrada de 1.657 ha de vinha, correspondendo a 115 viticultores associados.

4. PRÓXIMOS PASSOS

Na implementação de um plano de sustentabilidade, está inerente o conceito de melhoria contínua, aplicável a todos os processos da adega. No plano de acções de melhoria para o ano em curso, prevemos continuar a intervir e implementar medidas de monitorização e redução dos consumos de energia, através da separação e análise detalhada dos consumos nas operações de adega e do processo de engarrafamento. Na redução do consumo unitário de água, implementando mais metodologias de recuperação e reciclagem de água, nomeadamente água de arrefecimento no processo de destilação e dar os primeiros passos na recuperação e reutilização de águas pluviais para consumo na adega.

Na vinha, a promoção e incentivo aos viticultores para a inscrição no Plano de Sustentabilidade dos Vinhos do Alentejo (PSVA) e o apoio técnico prestado nas auto-avaliações dos pré-requisitos de viticultura do plano, são já um trabalho em curso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ENGEL, M., HÖRNLEIN, T., JACQUES, F., OHLSSON, A., **2015**. Manual de Produção Mais Limpa para Adegas. CVRA.
- JONES, G.V., **2012**. Sustainable vineyard developments worldwide. Bull. OIV (971-973) : 49-60.
- SANTIAGO, I. BRUWER, J. COLLINS, C., **2012**. Sustainability in viticulture: assessment and adoption. Wine Viti. J. 27 (1) : 48-50.
- UNITED NATIONS, **1983**. Process of preparation of the environmental perspective to the year 2000 and beyond A/RES/38/161 [Online]. ONU. Em: <http://www.un.org/documents/ga/res/38/a38r161.htm>.
- ZANDEN, J.G., **2009**. The truth about CO2 emissions in the wine industry. Viña De Martino.

CONTRIBUIÇÃO PARA A CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DE PREVISÃO DE PRODUÇÃO PARCELAR PARA A REGIÃO DEMARCADA DO DOURO (RDD)

Goreti FONSECA ¹; Paulo COSTA ²; Maria do Carmo VAL ²; Branca TEIXEIRA ²; Igor GONÇALVES ²; Cristina CARLOS ^{2,3}; Elisete CORREIA ^{1,3}; Ana Alexandra OLI-VEIRA ^{1,3}

RESUMO

No ano de 2014 recolheu-se informação de natureza vitícola em 14 parcelas de referência localizadas na Região Demarcada do Douro (RDD), com o objectivo de contribuir para a construção de um modelo de previsão da produção para as castas Touriga Nacional e Touriga Franca, que possa servir de ferramenta de suporte à tomada de decisão e gestão por parte do sector vitivinícola. Para além da quantificação do número de olhos deixados à poda e do número de olhos evoluídos, procedeu-se ao registo dos estados fenológicos principais, segundo a escala de Baggiolini. Cerca de 40 dias após a ântese (estado K), foi realizada uma análise laboratorial de 20 cachos por parcela (um cacho por videira), tendo sido determinados vários parâmetros, designadamente a dendrometria dos cachos (largura e comprimento), o peso do cacho, o peso dos bagos e engaço, o número de bagos. Na vindima, para além da quantificação da produção (kg/ videira e nº de cachos) em cada parcela, foram analisados mais 20 cachos (um por videira) e efectuadas as mesmas determinações que as efectuadas anteriormente, com o objectivo de comparar a evolução entre as duas datas e de encontrar uma relação entre os dados recolhidos, por forma a poder estimar com algum rigor, numa fase precoce, a produção na vindima. No tratamento estatístico, foi utilizada uma regressão linear múltipla com o SPSS Statistics, para obtenção de um modelo. Demonstrou-se existir uma correlação entre os dados da dendrometria e do peso do cacho recolhidos no estado fenológico K com os recolhidos à vindima (estado fenológico N). Estes resultados revelaram uma ligação com os factores edafo-climáticos (sub-região), casta, porta-enxerto, idade, altitude, exposição e orientação da parcela.

Palavras-chave: Região Demarcada do Douro, estimativa de produção, avaliação precoce da vindima.

¹ Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Quinta de Prados, 5000-801 Vila Real

² Associação para o Desenvolvimento da Viticultura Duriense, Quinta de Santa Maria, 5050-106 Peso da Régua, Portugal

³ Centro de Investigação e de Tecnologias Agro-Ambientais e Biológicas – CITAB, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Quinta de Prados, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real
Autor correspondente: paulo.costa@advid.pt

1. INTRODUÇÃO

Com o objectivo de quantificar a produção, foram surgindo equipamentos de monitorização de rendimento (Arnó *et al.*, 2009) que acarretam, no entanto, grandes investimentos por parte das empresas. Como tal, o estudo das componentes de rendimento surge como uma alternativa mais acessível para o acompanhamento da previsão anual do rendimento (Lima, 2014).

Na RDD, desde 1992 que a Associação para o Desenvolvimento da Viticultura Duriense (ADVID) em colaboração com Faculdade de Ciências da Universidade do Porto e o Instituto dos Vinhos do Douro e Porto (IVDP), efetuam uma previsão anual da produção, numa fase precoce do ciclo (finais de junho) com base no método desenvolvido por Cour (1974) e adaptado por Cunha *et al.* (1999).

Este modelo consiste na captura e análise da quantidade de pólen emitido pela videira, em três locais representativos das três sub-regiões da RDD, integrando dados climáticos e fenológicos. A previsão do potencial de colheita é uma ferramenta de suporte à actividade técnica e económica da Região.

Em complemento com o método regional já existente, urge a necessidade de desenvolver métodos de previsão ao nível da parcela.

Para tal, optou-se por estudar a relação entre as componentes de rendimento e a produção final obtida em diversas parcelas espalhadas pela região, com o objectivo de desenvolver uma nova ferramenta que permita ao viticultor determinar precocemente a sua produção.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Com o objectivo de quantificar a produção ao nível da parcela, procedeu-se ao acompanhamento de 14 parcelas de vinha, das castas Touriga Nacional (TN) e Touriga Franca (TF), localizadas nas sub-regiões Cima Corgo (CC) e Douro Superior (DS) (Figura 1). No Cima Corgo estão presentes cinco parcelas da casta Touriga Nacional e quatro parcelas da casta Touriga Franca. Já no Douro Superior encontram-se três parcelas da casta Touriga Franca e duas da casta Touriga Nacional. As parcelas são vinhas comerciais dos associados da ADVID.

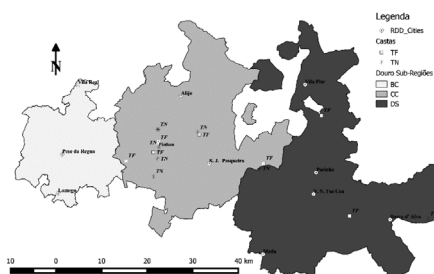


Figura 1- Localização das parcelas em estudo na RDD, distribuídas por sub-Região e Casta (TF – Touriga Franca e TN – Touriga Nacional)

Em cada uma das parcelas em estudo foram selecionadas 20 videiras com carga deixada à poda homogênea tendo sido efectuados os seguintes registos: número de olhos deixados à poda, número de olhos evoluídos e o registo dos estados fenológicos, segundo a escala de Baggiolini. Cerca de 40 dias após a ântese (estado K), foram colhidos 20 cachos por parcela (um cacho por videira), tendo sido posteriormente determinada a dendrometria destes cachos (largura e comprimento), o peso do cacho, o peso dos bagos e engajo e o número de bagos. Na vindima, para além da quantificação da produção (kg/ videira e nº de cachos) em cada parcela, foram analisados mais 20 cachos por parcela (um por videira), e efetuadas as mesmas determinações que as referidas anteriormente, com o objetivo de comparar a evolução entre as duas datas e de encontrar uma relação entre os dados obtidos, por forma a poder estimar com algum rigor, numa fase precoce, a produtividade.

No tratamento estatístico, foi utilizada uma regressão linear múltipla para a obtenção de um modelo por casta e por sub-região que nos permita, na fase de bago de ervilha, (estado

K) estimar a produção final, em função das variáveis independentes usadas no estudo (peso dos bagos; peso do engajo; largura do cacho; comprimento do cacho; peso do cacho). Os pressupostos da homogeneidade e da independência dos erros foram avaliados graficamente, através do diagrama de dispersão dos erros (Scatterplot) e o da normalidade foi determinado através do teste Kolmogorov-Smirnov. Procedeu-se também à eliminação das observações outlier (observações com um resíduo estudentizado, em valor absoluto, superior a 1,96). Todas as análises foram efetuadas com o SPSS Statistics (v.23; IBM SPSS, Chicago, IL). Em todas as análises estatísticas foram considerados valores de significância <0,01.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para cada casta e sub-região procedeu-se inicialmente, à realização de estatísticas descritivas, média (M) e ao desvio-padrão (DP), relativamente às variáveis avaliadas, (Quadro 1).

Quadro 1 - Médias e desvios padrões das variáveis analisadas para o modelo de previsão da produção

	TN_CC M±DP	TN_DS M±DP	TF_CC M±DP	TF_DS M±DP
Peso do cacho à vindima (g)	142,2379±106,833	102,9395±37,914	196,155±110,624	174,1382±90,366
Peso dos bagos (estado K) (g)	56,813±27,313	45,224±27,518	81,569± 61,071	46,429±51,145
Peso engajo (estado K) (g)	3,880±2,0056	3,092±1,640	4,364±3,1328	4,924±2,997
Comprimento cacho (estado K) (cm)	12,560±2,530	10,511±2,156	11,934±3,0321	12,111±2,468
Largura cacho (estado K) (cm)	7,658±1,864	6,653±1,676	7,364±1,8502	7,633±1,719
Total de Bagos (estado K) (g)	112,337±47,737	145,776±103,394	121,525±56,6499	162,400±106,706

Para a casta Touriga Nacional, o pressuposto da normalidade, para cada uma das sub-regiões, foi avaliado com o teste de Kolmogorov-Smirnov e é respetivamente (KSCima Corgo =0,062; df=95; p=0,2) e (KSDouro Superior=0,09; df=38; p=0,2), enquanto que o pressuposto da homogeneidade e independência foi avaliado graficamente (Figura 2).

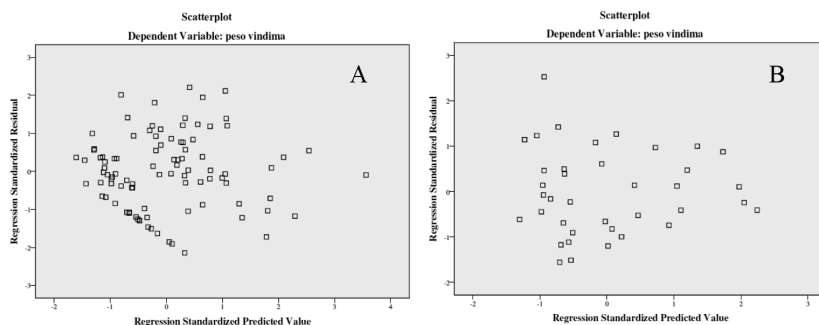


Figura 2 – Dispersão dos resíduos estandardizados versus valores preditos para Touriga Nacional, para as sub-regiões Cima Corgo (A) e Douro Superior (B)

Para a casta Touriga Franca nas sub-regiões do Cima Corgo e Douro Superior os pressupostos deste método, nomeadamente a normalidade, homogeneidade e independência dos erros forma avaliados, respectivamente, com o teste Kolmogorov- Smirnov (KSCima Corgo=0,096; df=77; p=0,076; KSDouro Superior=0,121; df=55;p=0,044), e com o gráfico de dispersão dos resíduos estandardizados versus valores preditos (Figura

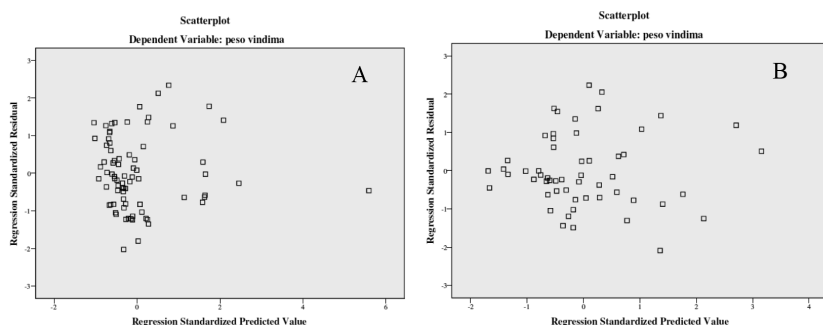


Figura 3 – Dispersão dos resíduos estandardizados versus valores preditos para Touriga Franca, para as sub-regiões Cima Corgo (A) e Douro Superior (B)

A regressão linear múltipla permitiu identificar as variáveis: peso do bago, peso do engaço, comprimento do cacho, largura do cacho e número total de bagos.

Os modelos finais ajustados para as castas (TN e TF) e sub-regiões (CC e DS) em estudo, bem como a significância e a variabilidade da produção expressam-se no quadro seguinte (Quadro 2).

Quadro 2 – Modelos ajustados para as castas e sub-regiões estudadas.

CASTA	SUB REGIÃO	MODELO	VARIABILIDADE PRO-DUÇÃO
TN	CC	$PCV = (-32,962 + 1,237PB + 12,189PE - 6,697CCK + 15,340LCK + 0,215PTB)N$	$F(5,89) = 20,141$; $p < 0,001$; $R^2 = 0,531$
TN	DS	$PCV = (-75,981 + 0,389PB + 0,483PE - 4,514CCK + 5,797LCK + 0,115PTB)N$	$F(5,32) = 3,990$; $p < 0,006$; $R^2 = 0,384$
TF	CC	$PCV = (232,567 - 0,515PB + 43,387PE - 2,870CCK - 11,403LCK - 0,630PTB)N$	$F(5,71) = 12,301$; $p < 0,001$; $R^2 = 0,464$
TF	DS	$PCV = (115,090 + 0,520PB + 18,445PE + 10,224CCK - 17,541LCK - 0,284PTB)N$	$F(5,49) = 6,965$; $p < 0,001$; $R^2 = 0,415$

Sendo que: PCV – Peso dos cachos a vindima, PB – Peso do bago, PE – Peso do engaço, CCK – Comprimento do cacho no estado fenológico K, LCK – Largura do cacho no estado fenológico K, PTB – Peso total dos bagos e N – Número de cachos.

4. CONCLUSÕES

Os modelos obtidos não explicam uma proporção elevada da variabilidade total da produção. Vários motivos podem ter contribuído para a obtenção destes resultados, nomeadamente o facto dos cachos comparados ao bago de ervilha e à vindima não terem sido os mesmos, o que enviesava consideravelmente os dados. Uma forma de se obter resultados mais fidedignos seria, se possível, pesar e medir o cacho de um modo não evasivo para a planta no estado fenológico de Baggiolini de bago de ervilha e posteriormente analisar o mesmo cacho na altura da vindima. Caso não seja possível, escolher dois cachos com condições idênticas (peso, tamanho, número de bagos, exposição semelhante) na mesma videira, fazendo a recolha de um deles para análise e deixar o outro na planta para estudar a evolução até ao final da maturação.

Outro factor que poderá ter condicionado os resultados é o eventual impacto das condições climáticas ocorridas após a fase de bago de ervilha, traduzindo-se, por

exemplo, na presença de bagos desidratados e passas que, nas condições mais severas da RDD, nomeadamente na sub-região do Douro Superior, podem ter impacto negativo na produção. Dados como peso dos bagos, peso do engajo e número de bagos, não nos conseguiram fornecer informações com utilidade para a elaboração do modelo de previsão. Contudo, os valores de número de cachos por videira e número de videiras por hectare, são importantes para posteriormente adaptar-se à parcela analisada e com isso obter um valor que prediz a produção final. Estes resultados revelaram uma forte ligação com os factores edafo- climáticos de cada sub-região e com a casta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnó, J.; Martínez-casanovas, J. A.; Ribas-Dasi, M.; Rosell, J. R., 2009, *Review precision Viticulture. Research topics, challenges and opportunities in site-specific vineyard management*. Spanish Journal of Agricultural Research, **7** (4): 779-790
- Associação para o Desenvolvimento da Viticultura Duriense, 2013, *Uma Avaliação do Clima para a Região Demarcada do Douro: Uma análise das condições climáticas do passado, presente e futuro para a produção de vinho*. Consultado a 23/05/2015 em <http://www.advid.pt/imagens/outs/13790697133655.pdf>
- Associação para o Desenvolvimento da Viticultura Duriense, 2014, *Balanço intercalar do Ano Vitícola 2013-2014 -Previsão do Potencial de Colheita para 2014*. Boletim Informativo 10, Consultado a 25/01/2015 em http://www.advid.pt/imagens/noticias/ADVID_Boletim_Informativo_10_14.pdf
- Associação para o Desenvolvimento da Viticultura Duriense, 2014, *Boletim do ano vitícola de 2014*. Consultado a 25/01/2015 em <http://www.advid.pt/imagens/boletins/14188108678106.pdf>
- Besselat B. ; Cour P., 1993, *Méthode intégrée de prévision précoce de récolte – l'analyse pollinique de l'atmosphère*. CR. Coll. Vinandino 93, Mendonza, 14-20 Novembre.
- Cour P., 1974, *Nouvelles techniques de détection des flux et des retombées polliniques: étude de la sédimentation des pollens et des spores à la surface du sol*. Pollens et Spores. **16** (1): 103-141.
- Cunha M., et. al., 1999, *Estimativa precoce da produção de vinho pelo método aeropolínico I – Região Demarcada do Douro*. Ciência e Téc. Vitiv. **14** (2): 45-54.
- Jones, G.V., 2005, *Climate change in the western United States grape growing regions*. Acta Horticulture (ISHS), **689**: 41-60.
- Lima I., 2014, *Previsão de Produção da casta Touriga Franca na região do Douro com base nas Componentes de Rendimento*. Dissertação de Mestrado em Viticultura e Enologia. Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa, pp. 10.
- Lopes, C., 2012, *Previsão e Controlo de Rendimento*. Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Departamento de Produção Agrícola e Animal.
- Magalhães, N., 2015, *Tratado de Viticultura - A videira, a vinha e o Terroir*, Esfera Poética S.A.
- Malheiro, A.C., et. al., 2007, *Transpiration of vineyards of Douro Region*. Congresso Clima y Viticultura, Zaragoza, pp: 400-406.
- Martins, J., 2011, *Previsão de Produção na Casta Sauvignon Blanc com base nas componentes de rendimento*. Dissertação de Mestrado em Viticultura e Enologia. Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa, pp: 10-49.
- Schultz, H. R., 2000, *Climate change and viticulture: a European perspective on climatology, carbon dioxide, and UV-B effects*, Aust. J. Grape and Wine Res. **6**: 2- 12.

- Serrano, E. *et. al.*, 2008, *Sistema óptico de estimativa dos rendimentos à parcela*. Conferências da Tapada, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.
- Silva L., 2012, *Utilização de técnicas de deteção remota em viticultura*. Dissertação de Mestrado da Universidade dos Açores.

ESTUDO DA RECONVERSÃO EM MPB NA FUNDAÇÃO EUGÉNIO DE ALMEIDA

Marina TORRES VAZ FREIRE¹; Pedro BAPTISTA¹; João TORRES VAZ FREIRE¹

RESUMO

Os técnicos da Direção Vitivinícola da F. E. A. tem vindo a alterar a tecnologia vitícola, procurando implementar melhorias dos pontos de vista económico, agronómico e ambiental. O empobrecimento do solo com as agressões físicas e químicas a que é sujeito na viticultura convencional, deu origem, há vários anos, á adoção de enrelvamento natural. Os resultados obtidos e a necessidade de criar uma viticultura mais sustentável, fizeram com que procurasse-mos ir mais longe, iniciando a reconversão de uma parcela para MPB. As melhorias notadas, deram lugar ao aumento desta área com introdução de meios técnicos que nos permitiram tornar a viticultura em MPB competitiva e melhorando as condições ambientais. Este trabalho apresenta a comparação do Modo Convencional, com os três primeiros anos de conversão em M.P.B., com referência às principais operações culturais que podem diferenciar os dois métodos em estudo.

Palavras-chave: MPB-modo de produção biológica, modo convencional; sustentável

1 - INTRODUÇÃO

A constante preocupação dos técnicos da Direção Vitivinícola da Fundação Eugénio de Almeida, no que refere á sustentabilidade da cultura da vinha, desde sempre tem originado transformações na condução da cultura. Inicialmente surgiu a utilização de produtos menos agressivos do ponto de vista ambiental, evitando o recorrer aos mais tóxicos para os utilizadores e para a fauna auxiliar, que em anos seguintes, frequentemente provocavam o aparecimento de novas pragas que com frequência eram de mais difícil controlo.

Também a manutenção do solo vitícola tem sofrido algumas alterações, tendo ficado para trás a execução de mobilizações mais ou menos profundas de 20 a 30cm com reviramento de leiva, dando lugar a operações mais superficiais (5 a 10cm) efetuadas com cultivadores que preservam mais a estrutura dos solos. No culminar do percurso citado e na mira de melhorias de todo o ecossistema da vinha enveredamos há mais de

¹ Fundação Eugénio de Almeida, Pátio de S. Miguel Apartado 2001, Évora, Portugal, 7001-901, geral@fea.pt

uma década pelo enrelvamento natural com controlo do coberto vegetal. As melhorias observadas no solo desde o controlo da erosão e estrutura do solo, aumento da matéria orgânica e mais fácil transitabilidade, levaram-nos á tentativa de aumentar a sustentabilidade da cultura, dando os primeiros passos na conversão em MPB, numa parcela de cerca de 5ha tendo como principal finalidade a adaptação a este modo de produção. Os três primeiros anos, permitiram-nos evoluir nos conhecimentos e no apetrechamento tecnológico, no sentido de ampliarmos consideravelmente a área em MPB.

O presente trabalho pretende evidenciar os resultados económicos das parcelas nos três anos de reconversão em MPB em comparação com as mesmas parcelas conduzidas com a filosofia da produção integrada. Evidenciamos também as principais operações que podem diferir entre os métodos de produção utilizados.

2 – MATERIAL E METODOS

As observações têm sido efetuadas nas parcelas de vinhas FEA (CATIVA) no decorrer do período de reconversão em MPB, desde o início do processo. As vinhas e parcelas em que tem decorrido a conversão em MPB são Vinha do Monte Velho com 7,5ha com as castas Cabernet Sauvignon e Syrah enxertados respetivamente sobre P1103 e Fercal com 11 anos de idade; na Vinha Nova de Pinheiros um talhão com 2,3ha da casta Assario sobre 99R instalada em 1985; Vinha de Valbom com 14,75ha com as castas Trincadeira, Aragonez, Alicante Bouschet, Syrah e Pinot Noir enxertadas em P1103 com 14 anos. Os compassos de plantação são de 2,5x1 metros em todas as vinhas com exceção da parcela de Assario que tem o compasso de 2,5x1,2 metros. Todas as parcelas são regadas gota a gota conduzidas em duplo cordão Royat. A vegetação é conduzida em monoplo vertical com o auxílio de dois arames moveis pareados. A carga normal é de 48000 gomos/há e os solos são do tipo Pmg de textura fraco-arenosa. Em todas as parcelas o solo encontra-se revestido na entre linha com vegetação espontânea controlada.

Os custos foram analisados ao longo das três campanhas do processo de conversão em MPB e comparados com o ultimo ano das mesmas vinhas e parcelas em modo convencional (produção integrada), assim como a vinha do Casito com cerca de 85ha de 18 anos mantida em modo convencional, com as castas da vinha de Valbom. Foram também avaliadas as produtividades das vinhas no decorrer dos anos em estudo e o custo de produção do Kg de uva em cada caso. São também evidenciadas as operações culturais que em cada caso consideramos terem mais influência nos resultados obtidos. Não foi feito delineamento estatístico, interessando-nos sobretudo os resultados económicos obtidos com vista a equacionarmos o aumento da área de MPB, sem que no entanto resulte em diminuição de produção e qualidade. Os elementos foram obtidos a partir das listagens do programa informático Risa-Agro.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Contrariamente ao que esperávamos e como é visível no gráfico (figura 1) referente às vinhas em estudo existe uma tendência constante para a diminuição dos custos

de produção quando comparamos o ultimo ano em convencional com os três anos de conversão em MPB. Da comparação do gráfico (figura 1) respeitante à vinha de Valbom com a vinha do Casito, respetivamente em conversão para MPB e convencional, verifica-se que apesar dos custos em MPB serem superiores aos da convencional com exceção do ano de 2015 em que a vinha de Valbom apresenta custo mais favorável do que o Casito não obstante Valbom ter sido totalmente vindimada á mão, enquanto na Vinha do Casito cerca de metade foi mecânica. Convém também referir que na vinha do Casito optamos pelo programa Optidose, registando-se uma diminuição de consumo de fitofármacos na ordem dos 30%.

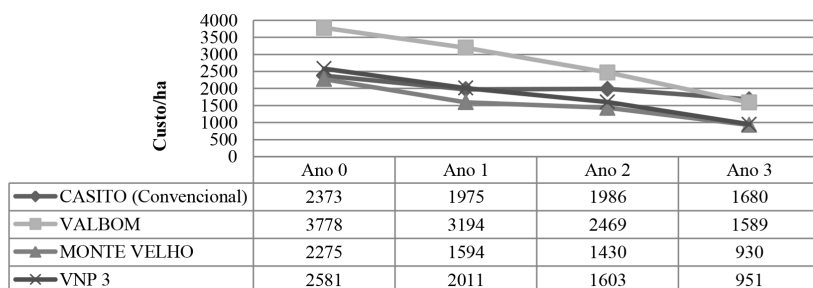


Figura 1 – Comparação dos custos/ha da vinha em convencional com as vinhas em MPB. (O ano 0 nas vinhas em MPB representa o ultimo ano em convencional)

No gráfico (figura 2) referente a produtividades, nota-se alguma alternância de produção nas diversas parcelas em estudo destacando-se a casta Assario com a maior variabilidade o que poderá dever-se a fenómenos de diferenciação floral, uma vez que se trata de uma casta precoce, sendo também de considerar a idade da vinha.

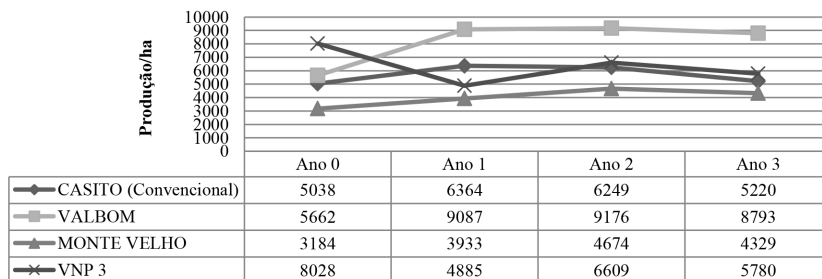


Figura 2 – Comparação da produção/ha da vinha em convencional com as vinhas em MPB. (O ano 0 nas vinhas em MPB representa o ultimo ano em convencional)

Da análise do gráfico (figura 3) referente a custos por Kg. de uva produzida nota-se também um decréscimo progressivo desde o ano em que as parcelas se encontravam em convencional, até ao ultimo ano de registo das observações do processo de reconversão e MPB. Também quando comparamos a vinha de Valbom com a vinha do Casito, se nota que a vinha em MPB tem vindo a baixar o custo até aos 0,18€ e a vinha do Casito (convencional) tem mantido um custo/Kg quase estável a rondar os 0,30€.

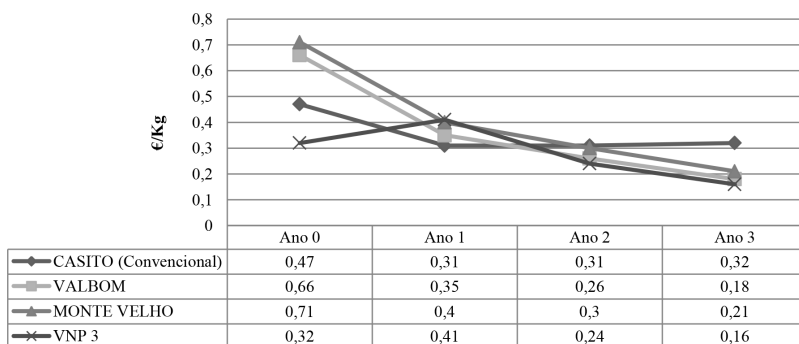


Figura 3 – Comparação do custo/Kg de uva da vinha em convencional com as vinhas em MPB. (O ano 0 nas vinhas em MPB representa o ultimo ano em convencional)

O modo de Produção Biológica e a sua reconversão tem originado algumas modificações, no que se refere às operações culturais, algumas das quais poderão ser responsáveis pelas diferenças registadas. A não utilização de herbicidas e produtos de síntese, deram lugar, nas linhas de videiras ao controlo mecânico de infestantes, sendo o controlo de pragas e doenças efetuados com o recurso a inseticidas naturais (extratos de plantas e infusões) bem como cobre e enxofre, sendo que as doses do 1º são bastante reduzidas, não se ultrapassando as 250g de cobre metal por tratamento, no limite máximo de 3Kg do produto referido.

Na figura 4 referente aos encargos com tratamentos fitossanitários, nas vinhas de Valbom e Casito respetivamente em MPB e Convencional, pode ver-se que existe clara vantagem para o MPB.

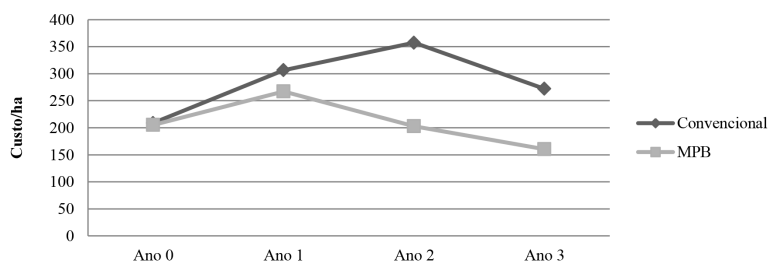


Figura 4 – Comparação do custo/ha dos tratamentos na vinha em convencional e vinhas em MPB. (O ano 0 nas vinhas em MPB representa o ultimo ano em convencional)

4 - CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem-nos concluir que o MPB tem mostrado nestes três anos de reconversão, vantagens económicas, relativamente á viticultura convencional. Têm sido também verificadas melhorias consideráveis na estrutura do solo, com aumento da matéria orgânica. Temos constatado também, diminuição progressiva da quantidade de cobre utilizada nos tratamentos em cada campanha. Pensamos que o MPB poderá ser para a FEA um processo de produção a desenvolver e que poderá, com mais anos das parcelas conduzidas desta forma, revelar-se cada vez mais estimulante. Como pontos negativos poderemos referir a necessidade de poda verde mais minuciosa e frequentes com a finalidade de arejar a copa. Salientamos também a necessidade de adaptação pessoal e tecnológica que poderá ir para além do período de reconversão. Apesar do aumento de risco que pelo menos de início, pensamos existir, as melhorias do ponto de vista da sustentabilidade fazem do MPB um sistema a intensificar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Mota Neves, M.,2012.Conversão para viticultura biológica. Tese de mestrado em agricultura biológica
 Joni,M.,Réglementation et principes généraux de la viticulture biologique, ITAB

MEDIÇÕES DA RESISTIVIDADE ELÉCTRICA DELIMITAM ÁREAS HOMOGÉNEAS EM SOLO VITÍCOLA

Manuel OLIVEIRA¹ ; Javier TARDAGUILA²

RESUMO

O objectivo deste trabalho foi delimitar zonas homogéneas de um solo vitícola que possam corresponder a zonas de crescimento e produção diferenciados de uma vinha já estabelecida. Um campo experimental foi criado numa vinha comercial de 3,5 ha em Navarra, Espanha. A resistividade eléctrica do solo foi medida a três profundidades com um medidor e registador automático que se deslocava rebocado por um veículo. Os dados foram georreferenciados e as zonas homogéneas delimitadas. Os valores da resistividade eléctrica do solo mostraram uma marcada distribuição espacial e os dados relativos ao crescimento e produção das videiras em anos subsequentes serão utilizados para verificar se há uma relação significativa e estável entre as zonas do solo delimitadas e o comportamento das videiras. O procedimento de medição da resistividade eléctrica do solo e a metodologia de georreferenciação mostraram ser fidedignas e rápidas na sua execução, embora dispendiosas, e podem ser ferramentas úteis em agricultura de precisão.

Palavras-chave: Resistividade eléctrica do solo, georreferenciação, distribuição espacial, *Vitis vinifera*, vinha

1 - INTRODUÇÃO

As zonas do solo agrícola com características homogéneas deverão possuir iguais potenciais de produção e de eficiência dos recursos utilizados (Schepers *et al.* 2004). A determinação da variação espacial do solo é uma técnica de agricultura de precisão pois o conhecimento detalhado das propriedades do solo é essencial na optimização da gestão dos cultivos, no caso presente da vinha. As características do solo contribuem fortemente no crescimento e na qualidade da produção das videiras, logo o conhecimento da variação espacial do solo permite perceber melhor a estrutura de desenvolvimento nas vinhas. (Matese e Di Gennaro 2015; Ramos *et al.* 2015).

¹ CITAB-UTAD, Quinta de Prados, Vila Real, Portugal. mto@utad.pt

² Universidad La Rioja, Av. Madre de Dios, Logroño, Espanha. javier.tardaguila@unirioja.es

A resistividade eléctrica (RE) do solo tem numerosas aplicações em agricultura e é cada vez mais utilizada como técnica não invasiva em estudos da superfície do solo porque está relacionada com diversas propriedades edáficas, é uma ferramenta rápida e flexível para estudos de variação espacial em áreas de grande dimensão (Rossi *et al.* 2011; Brillante *et al.* 2014). RE é função de várias propriedades do solo incluindo a textura, a mineralogia, a porosidade, o teor de água, a concentração de solúveis, o teor de matéria orgânica e a temperatura (Samoueliana *et al.* 2005; Matese *et al.* 2015) e, assim, pode ser usada como substituto de propriedades essenciais na definição da variação espacial (Stadler *et al.* 2015). O princípio de funcionamento da medição da RE envolve a criação de um campo magnético que induz uma corrente eléctrica no solo que, por sua vez, cria um segundo campo magnético proporcional à condutividade do solo e é medido por um receptor.

Plataformas móveis equipadas com indutores e receptores eléctricos podem ser usadas na determinação precisa das variações espaciais e temporais de características superficiais e sub-superficiais do solo sem o perturbar (Andrenelli *et al.* 2013). Um dos equipamentos comercialmente disponíveis para medir RE do solo de forma contínua é o sistema *Automatic Resistivity Profiling* (ARP) (Geocarta, Paris, France).

A georreferenciação dos dados de RE permite uma caracterização eficiente e não invasiva das propriedades do solo (André *et al.* 2012). A georreferenciação trata das relações entre a informação espacial e a sua posição geográfica, tem capacidade para uma rápida aquisição de dados e informação sobre grandes áreas associadas a uma fina resolução espacial, tornando possível fazer comparações entre dados distintos e espacialmente distribuídos tais como propriedades físicas do solo e produção das videiras (Ciampalini *et al.* 2015; Matese e Di Gennaro 2015).

Um campo experimental foi estabelecido numa vinha comercial com o objectivo de delimitar zonas homogéneas do solo, usando dados georreferenciados de RE obtidos por sensores montados numa plataforma móvel, que possam eventualmente corresponder a zonas da vinha com diferentes características de crescimento e produção.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

O campo experimental foi instalado numa vinha comercial de 3,5 ha (*Vitis vinifera* L., cv Tempranillo) localizada em Ayegui, Navarra, Espanha (42°38'53''N, 2°02'24''W). As videiras foram enxertadas em R110 e plantadas em 2004 em linhas espaçadas de 2,8 metros com 1,2 metros entre videiras na linha. O bardo era mantido na posição vertical e as plantas podadas em cordão bilateral com uma carga de 11 brotos por planta. A gestão da vinha seguia as normas comuns na região. A área da vinha situava-se numa encosta convexa linear com inclinação média de 10% e exposição de Norte-Este a Norte-Oeste. O solo era um *Inceptisol calcic xerept areno-argiloso castanho claro*.

O conjunto utilizado para medição contínua de RE (Ohm-m) era um medidor e registador de current directa (ARP[®], *Automatic Resistivity Profiling*. Geocarta, Paris, France) com a seguinte configuração (Fig.1):

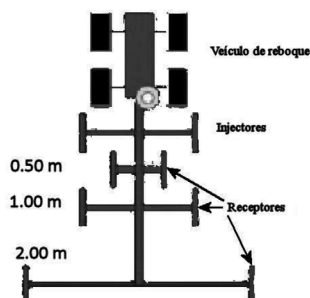


Figura 1 – Configuração esquemática do ARP

- Uma plataforma rígida que fixa quatro pares de eléctrodos rolantes. O par frontal injecta no solo uma corrente eléctrica recebida pelos outros pares distantes, respectivamente, 0,5, 1 e 2 metros do injector. A plataforma está equipada com um medidor capaz de medições síncronas de RE do solo a 0,5, 1 e 2 metros de profundidade.
- Um radar Doppler dispara a medição de RE a intervalos de deslocação a cada 20 cm.
- Um computador portátil que exhibe e grava os valores de RE e tem instalado com um programa de GIS (Geocarta, Paris, France) que processa os dados em tempo real.
- Um sistema de posicionamento geográfico (DGPS) para georreferenciação dos dados.

O perfil eléctrico do solo foi efectuado em Novembro de 2001 com o ARP rebocado por um veículo terrestre que se deslocava a cerca de 10 km h^{-1} ao longo de transeptos paralelos separados de 4 metros. Um total de 120447 medições foi obtido em cerca de 45 minutos a três profundidades: 0 a 50 cm, 0 a 100 cm e 0 a 200 cm.

A estatística descritiva das variáveis foi realizada com o programa informático R (www.r-project.org). A verificação da existência de padrões espaciais nos dados foi realizada por cálculo dos índices G de Getis-Ord (Ord e Getis 1992) e $Local I$ de Moran (Anselin 1995) utilizando o programa ArcMap (ESRI, 380 New York Street, Redlands, CA, USA). A classificação dos dados em grupos (*clustering*) foi realizada pelo algoritmo das *médias-K* (Hartigan e Wong 1979). O teste de Tukey HSD empregou-se na separação das médias. Os dados de RE foram interpolados por Kriging simples com recurso ao programa ArcGIS (ESRI, 380 New York Street, Redlands, CA, USA) e as superfícies desenhadas com resolução espacial de 2x2 metros.

3 - RESULTADOS

A estatística descritiva de RE (tabela 1) mostra que os valores médios e a dispersão dos valores aumentam com a profundidade. A média de RE a menor profundidade é significativamente ($P \leq 0,05$) diferente dos valores a maior profundidade. O teste de normalidade de Anderson-Darling aplicado aos valores de RE indicam que a distribuição não é normal pelo que foi necessário a sua transformação logarítmica para a normalizar. Os dados transformados foram utilizados nos cálculos posteriores.

Tabela 1 – Estatística descritiva de RE (Ohm.m) a três profundidades. Amplitude, primeiro quartil (Q1), mediana, média, terceiro quartil (Q3) e desvio padrão (Sd). Ayegui, 2011.

Profundidade (m)	Amplitude	Q1	Mediana	Média	Q3	Sd
0 - 0,50	8,08 – 265,60	43,54	52,75	61,53 ^a	73,59	25,56
0 - 1,00	6,07 – 450,32	41,78	55,39	92,32 ^b	133,70	71,61
0 - 2,00	7,20 – 512,80	43,82	58,66	94,74 ^b	137,36	73,87

Diferentes letras acima da linha indicam diferenças significativas (Tukey HSD_{0,05})

Os valores transformados de RE foram interpolados e diagramas de bidimensionais foram desenhados para representar a sua distribuição sobre a área da vinha a três profundidades de medição (Figura 2). Os valores dos índices *I* de Moran e *G* de Getis-Ord (Tabela 2) indicam uma distribuição espacial de RE altamente significativa ($P \leq 0,001$).

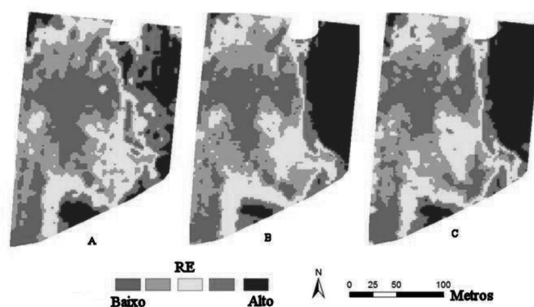


Figura 2 – Diagramas bidimensionais dos valores interpolados de RE sobre a área da vinha a três profundidades de medição 0-0,50 m (A), 0-1,00 m (B), 0-2,00 m (C). Ayegui, 2011.

O valor $|I| > 0$ indica que a autocorrelação espacial de RE é significativa. A pontuação positivas Z e $P \leq 0,000$ para G indica probabilidade significativa dos dados estarem espacialmente agrupados (*clustered*). Perante estes resultados, a análise de *médias-K* foi realizada e os dados classificados em dois ($K=2$) ou três grupos ($K=3$) (Tabela 3).

Tabela 2 – Índices de variação espacial e sua significância (*P*) a cada profundidade de medição. Ayegui, 2011

	<i>I</i> de Moran			<i>G</i> de Getis-Ord		
	0-0,50 m	0-1,00 m	0-2,00 m	0-0,50 m	0-1,00 m	0-2,00 m
Índice	0,625	0,832	0,788	0,624	0,008	0,008
Pontuação Z	576,2	734,4	722,7	16,8	106,5	102,2
<i>P</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabela 3 – Valor médio de RE em cada grupo (*cluster*) e profundidade. Ayegui, 2011.

<i>K</i>	<i>Cluster</i>	Profundidade (m)		
		0-0,50	0-1,00	0-2,00
2	A	48,616 ^a	52,498 ^a	54,276 ^a
	B	90,164 ^b	206,945 ^b	208,501 ^b
3	A	45,553 ^a	47,466 ^a	51,404 ^a
	B	70,355 ^b	122,405 ^b	149,643 ^b
	C	102,661 ^c	221,550 ^c	238,299 ^c

Diferentes letras acima da linha indicam diferenças significativas (Tukey HSD_{0.05})

A classificação dos dados em 2 ou 3 grupos (*clusters*) resultou em diferenças significativas entre as médias de RE em cada grupo. Contudo, para *K*=3 cada zona ficou muito fragmentada, com limites muito irregulares e aninhadas umas nas outras. Para *K*=2, o diagrama da distribuição de RE em cada grupo ficou como disposto na figura 3. Este diagrama mostra que os dados de RE podem ser classificados em dois grupos distintos onde os respeitantes à camada de solo superficial são significativamente diferentes das outras duas camadas, sendo estas similares entre si.

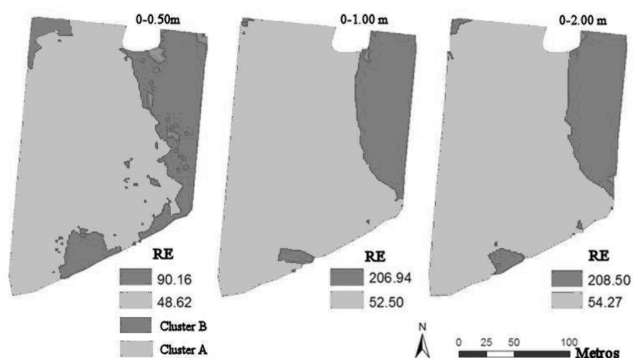


Figura 3 – Classificação de RE em grupos (*clusters*) *K*=2 para cada profundidade. Ayegui, 2011.

4 - DISCUSSÃO

Os dados de RE mostraram uma marcada distribuição espacial o que é corroborado por resultados de outros autores (Bramley *et al.* 2011; Buvat *et al.* 2014; Stadlera *et al.* 2015). O ARP e o método de processamento dos dados foram ferramentas eficazes para determinar a variabilidade do solo à escala real. A medição de RE em contínuo foi rápida e eficiente na obtenção de informação com alta resolução mas o custo superior a 500 euros ha⁻¹ é bastante elevado. A técnica geoestatística revelou-se poderosa para avaliar a variabilidade espacial de RE do solo e pode dividir a área da vinha em poucas zonas relativamente homogêneas que são também compactas e contíguas como é desejável em agricultura de precisão (Morari *et al.* 2009). A divisão em mais de duas zonas não se mostrou uma solução prática porque não é económico nem fisicamente possível gerir áreas muito fragmentadas e irregulares.

RE está correlacionada com muitas propriedades do solo e com a profundidade do solo. Valores elevados de RE são predominantes onde o solo é delgado (Bramley *et al.* 2011), tem textura grosseira, baixo pH, baixo teor de matéria orgânica e baixa capacidade de troca catiónica (Morari *et al.* 2009; Moral *et al.* 2010; Matese e Di Gennaro 2015). Estas observações sugerem que altos valores de RE estão positivamente correlacionados com características do solo de baixa fertilidade, baixa capacidade de retenção de água e pequeno volume para expansão radicular (Bonfante *et al.* 2015; Matese e Di Gennaro 2015; Neely *et al.* 2016). A superfície do solo está mais meteorizada, resultando texturas mais finas, e, em geral, a sua fertilidade é mais alta (Heimsath *et al.* 1999; Jobbágy e Jackson 2001), condições que resultam em valores de RE mais elevados (Son *et al.* 2010). Contudo, a zonagem baseada em valores de RE deve ser interpretada com cuidado. Não é claro qual a propriedade do solo específica que mais afecta RE e os valores deste parâmetro dependem do teor de água e da temperatura do solo o que significa que podem variar ao longo do ano (Chaplot *et al.* 2011; Neely *et al.* 2016). Dados de vários anos e de épocas diferentes em cada ano poderiam ser utilizados para descrever com maior rigor a distribuição espacial das características do solo mas os custos envolvidos podem inviabilizar tal solução.

5 - CONCLUSÕES

O processo de medição de RE e a metodologia de georeferenciação provaram ser rápidas e fidedignas, embora dispendiosas, e podem ser ferramentas úteis em agricultura de precisão. RE mostrou ser uma característica com distribuição espacial altamente significativa que permite definir áreas do solo relativamente homogêneas que reforça a sua utilidade em processos de agricultura de precisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- André F, van Leeuwen C, Saussez S, Van Durmen R, Bogaert P, Moghadas D, de Ressaiguier L, Delvaux B, Vereecken H, Lambot S (2012) High-resolution imaging of a vineyard in south of France using ground-penetrating radar, electromagnetic induction and electrical resistivity tomography. *J. Appl. Geophys.* 78:113–122.
- Andrenelli MC, Magini S, Pellegrini S, Perria R, Vignozzi N, Costantini EAC (2013) The use of the ARP© system to reduce the costs of soil survey for precision viticulture. *J. Appl. Geophys.* 99:24–34.
- Anselin L (1995) Local indicators of spatial association-LISA. *Geogr. Anal.* 27:93–115.
- Bonfante A, Agrillo A, Albrizio R, Basile A, Buonomo R, De Mascellis R, Gambuti A, Giorio P, Guida G, Langella G, Manna P, Minieri L, Moio L, Siani T, Terribile F (2015) Functional homogeneous zones (fHZs) in viticultural zoning procedure: an Italian case study on Aglianico vine. *SOIL* 1:427–441.
- Bramley RGV, Trought MCT, Praat JP (2011) Vineyard variability in Marlborough, New Zealand: characterising variation in vineyard performance and options for the implementation of Precision Viticulture. *Aust. J. Grape Wine Res.* 17:72–78.
- Brillante L, Bois B, Mathieu O, Bichet V, Michot D, Lévêque J (2014) Monitoring soil volume wetness in heterogeneous soils by electrical resistivity. A field-based pedotransfer function. *J. Hydrol.* 516:56–66.
- Buvat S, Thiesson J, Michelinc J, Nicoulaud B, Bourennane H, Coquet Y, Tabbagh A (2014) Multi-depth electrical resistivity survey for mapping soil units within two 3 ha plots. *Geoderma* 232–234:317–327.
- Chaplot V, Jewitt G, Lorentz S (2011) Predicting plot-scale water infiltration using the correlation between soil apparent electrical resistivity and various soil properties. *Phys. Chem. Earth.* 36:1033–1042.
- Getis A, Ord K (1992). The analysis of spatial association by use of distance statistics. *Geogr. Anal.* 24:189–206.
- Ciampalini A, André F, Garfagnoli F, Grandjean G, Lambot S, Chiarantini L, Moretti S (2015). Improved estimation of soil clay content by the fusion of remote hyperspectral and proximal geophysical sensing. *J. Appl. Geophys.* 116:135–145.
- Hartigan JA, Wong MA (1979) Algorithm AS 136: A K-means clustering algorithm. *J. Roy. Stat. Soc. C-app.* 28:100–108.
- Heimsath AM, Dietrich WE, Nishiizumi K, Finkel RC (1999) Cosmogenic nuclides, topography, and the spatial variation of soil depth. *Geomorphology* 27:151–172.
- Jobbágy EG, Jackson RB (2001) The distribution of soil nutrients with depth: Global patterns and the imprint of plants. *Biogeochemistry* 53:51–77.
- Matese A, Di Gennaro SF (2015) Technology in precision viticulture: a state of the art review. *Int. J. Wine Res.* 7:69–81.
- Moral FJ, Terrón JM, Marques da Silva JR (2010) Delineation of management zones using mobile measurements of soil apparent electrical conductivity and multivariate geostatistical techniques. *Soil Till. Res.* 106:335–343.
- Morari F, Castrignanò A, Pagliarini C (2009) Application of multivariate geostatistics in delineating management zones within a gravelly vineyard using geo-electrical sensors. *Comput. Electron. Agr.* 68:97–107.
- Neely HL, Morgan CLS, Hallmark CT, McInnes KJ, Molling CC (2016) Apparent electrical conductivity response to spatially variable vertisol properties. *Geoderma* 263:168–175.
- Ramos MC, Jones GV, Yuste J (2015) Phenology and grape ripening characteristics of cv Tempranillo within the Ribera del Duero designation of origin (Spain): Influence of soil and plot characteristics. *Eur. J. Agron.* 70:57–70.

- Rossi R, Amato M, Bitella G, Bochicchio R, Ferreira Gomes JJ, Lovelli S, Martorella E, Favale P (2011) Electrical resistivity tomography as a non-destructive method for mapping root biomass in an orchard. *Eur. J. Soil Sci.* 62:206–215.
- Samoueliana A, Cousin I, Tabbagh A, Bruand A, Richard G (2005) Electrical resistivity survey in soil science: a review. *Soil Till. Res.* 83:173–193.
- Schepers AR, Shanahan JF, Liebig A, Schepers JS, Johnson SH, Luchiari Jr. A (2004) Appropriateness of management zones for characterizing spatial variability of soil properties and irrigated corn yields across years. *Agron. J.* 96:195–203.
- Son Y, Oh M, Lee S (2010) Estimation of soil weathering degree using electrical resistivity. *Environ. Earth Sci.* 59:1319–1326.
- Stadlera A, Rudolph S, Kupisch M, Langensiepen M, van der Kruk J, Ewert F (2015) Quantifying the effects of soil variability on crop growth using apparent soil electrical conductivity measurements. *Eur. J. Agron.* 64:8–20.

MODELOS FENOLÓGICOS PARA AS CASTAS TOUTIGA NACIONAL, JEAN E ALFROCHEIRO NA REGIÃO DEMARCADA DO DOURO

Pedro Rodrigues^{1,2*}; Pedro Prata³; João Paulo Gouveia^{1,3}; Vanda Pedroso⁴; Francisco Marques¹; Nuno Rouxinol¹; Sérgio Pinto¹; Paulo Moura¹; José Carvalho¹; Davide Gaião¹; Isabel Alves⁵; Carlos Lopes⁶.

RESUMO

A modelação fenológica é uma ferramenta crucial para o planeamento das práticas culturais e para a avaliação do potencial de maturação da uva e do impacto das alterações climáticas em Viticultura. O presente trabalho teve como objetivo a calibração de modelos de previsão da dinâmica fenológica a partir da monitorização da temperatura ambiente, para as castas Touriga Nacional, Jaen e Alfrocheiro. Os trabalhos experimentais decorreram durante os anos de 2014 e 2015, em dois locais da região demarcada do Dão: vinha ampelográfica da ESAV, em Viseu e no Centro de Estudos Vitivinícolas do Dão, em Nelas. A monitorização dos estados fenológicos foi realizada, de acordo com a escala numérica de Eichhorn-Lorenz modificada, por observação direta do estado fenológico em cada órgão (lançamento/cacho) de 6 plantas por casta e local. As variáveis meteorológicas foram medidas através dos instrumentos de medição instalados em estações automáticas localizadas nos respetivos campos experimentais. Para cada planta monitorizada, com base nos respetivos estados fenológicos e no acumulado de temperatura média diária superior a 10°C, a partir de 1 de janeiro, através de regressão não linear, procedeu-se ao ajustamento da equação de Mitscherlich modificada. Os elevados coeficientes de determinação obtidos ($> 0,96$) permitem-nos concluir que, através dos respetivos modelos, o somatório de graus-dia é uma variável explicativa bastante robusta para a previsão dos eventos fenológicos destas castas na região do Dão.

Palavras-chave: Modelação, fenologia, Touriga Nacional, Jaen, Alfrocheiro.

¹ Escola Superior Agrária de Viseu, Quinta da Alagoa, Ranhados, 3500-606 Viseu

² CI&DETS, Instituto Politécnico de Viseu, Viseu

³ Vines & Wines, consultores, Viseu.

⁴ DRAPC/ Centro de Estudos Vitivinícolas do Dão, Quinta da Cale, 3520-090 Nelas.

⁵ CEER, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa.

⁶ LEAF, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa.

* Corresponding author: Pedro Rodrigues, + 351232480700; email prodrigues@pres.ipv.pt

INTRODUÇÃO

Os modelos fenológicos têm ampla aplicação em viticultura, sendo cruciais para o planeamento das operações culturais, nomeadamente para previsão das épocas para a realização de intervenções na sebe, do momento ótimo para a vindima e das épocas de maior vulnerabilidade das plantas a pragas e doenças. Além destes aspetos, são também importantes instrumentos para seleção de cultivares para novas áreas vitícolas e para avaliação do impacto das alterações climáticas na geografia vitícola nacional e mundial.

A dinâmica fenológica da videira tem sido objeto de estudos por vários autores, tanto numa perspetiva da caracterização da sua relação com os fatores meteorológicos que a determinam, nomeadamente com a temperatura, como na procura de instrumentos robustos capazes efetuar a sua previsão. Lopes *et al.* (2008) com base numa série histórica procederam à determinação das durações térmicas média de cada fase do ciclo de desenvolvimento de 19 castas brancas e 15 tintas, na região de Lisboa, a partir do qual propuseram a sua classificação. Seguindo a mesma metodologia, Alves *et al.* (2013) efetuou esta determinação em quatro castas tintas, na região do douro, e avaliou também o efeito do porta-enxerto. Parker *et al.* (2013), apresentaram uma metodologia para classificação do momento da floração de 95 castas e do pintor de 104, baseada em modelação fenológica.

Alguns modelos estatísticos descritos na bibliografia foram desenvolvidos para a previsão do momento de ocorrência dos estados fenológicos mais importantes, nomeadamente abrolhamento, floração e pintor (Fraga *et al.*, 2015 e Parker *et al.*, 2011), sendo que outros, permitem a modelação de toda a sequência de estados fenológicos do ciclo de desenvolvimento (Mariani *et al.*, 2013; Santibanez *et al.*, 2014 e Ortega-Farías *et al.*, 2002). Todos estes modelos se baseiam no pressuposto que a temperatura ambiente é o fator de maior importância no desenvolvimento da videira, controlando a sua dinâmica fenológica (Lopes, J. *et al.*, 2008) e relacionam o momento da ocorrência de um determinado estado fenológico com um índice bioclimático baseado na temperatura do ar. O índice mais usado é o Graus-dia (GD) que corresponde ao acumulado de temperatura média diária do ar (T_a) acima de um valor base (T_0), a partir de um determinado dia do ano (t_x):

$$GD = \sum_{i=t_x}^n T_a - T_0$$

Nos modelos resultantes da calibração da equação de Mitscherlich, apresentados por Santibanez *et al.* (2014) e Ortega-Farías *et al.* (2002), os autores adotaram valores de $T_0 = 10^\circ\text{C}$ e $t_x = 1$ (1 de janeiro). Parker *et al.* (2011) nos modelos que comparou obteve os melhores resultados com o GD determinados com $T_0 = 0^\circ\text{C}$ e $t_x = 60$.

Para além do GD, outros índices têm sido usados. Mariani *et al.*, (2013) usaram como índice bioclimático o acumulado de horas normalizadas de calor (NHH) determinado a partir dos valores horários de temperatura. Fraga *et al.* (2015) usaram como índices várias estatísticas de temperatura do ar.

Inserido num ensaio de caracterização do comportamento de casta na região do Dão, o presente trabalho teve como objetivos a determinação da duração térmica das fases fenológicas das castas Alfrocheiro, Jaen e Touriga Nacional na região do Dão, nos anos de 2014 e 2015, e a calibração de modelos de previsão da dinâmica fenológica a partir da temperatura ambiente.

MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos experimentais decorreram, durante os anos de 2014 e 2015, com as castas Alfrocheiro, Jaen e Touriga Nacional, em dois locais da região demarcada do Dão: Na vinha ampelográfica da Escola Superior Agrária de Viseu (ESAV - latitude 40° 39' N, Longitude 7° 54' W e altitude 469 metros), em Viseu e na folha 5 do Centro de Estudos Vitivinícolas do Dão (CEVDão - latitude 40° 31' N, longitude 7° 51' W e altitude 440 metros), em Nelas. A vinha ampelográfica da ESAV foi instalada em 2004, com porta- enxerto 110 R, com orientação Nordeste – Sudoeste e densidade de plantação 3953 plantas por hectare (compasso 2,3x 1,1m). As plantas são conduzidas num sistema monopiano vertical ascendente, podadas em cordão Royat unilateral, com uma altura do tronco de 60 cm. A vinha da CEVDão foi instalada em 1999, com o porta-enxerto 110 R, com orientação Norte-Sul e densidade de plantação é de 4545 plantas por hectare (compasso

2,0x1,1 m). As plantas são conduzidas num sistema monopiano vertical ascendente, com poda em cordão Royat bilateral, com uma altura do tronco de 60 cm.

A monitorização dos estados fenológicos (EF) foi realizada até ao pleno pintor por observação do estado fenológico de cada órgão em 6 plantas contíguas por casta e por localização. Até ao início do pintor (EF 35), a monitorização foi realizada de acordo com a escala numérica de Eichhorn-Lorenz modificada (Coombe, 1995). Para a fase do pintor, foi adaptada a nomenclatura EF35a, EF35b, EF35c e EF35d correspondente a 25%, 50%, 75% e 100% do cacho pintado, respetivamente. Até ao EF18 as observações foram efetuadas em cada gomo/lançamento, passando depois a serem efetuadas em cada inflorescência/cacho. Até ao vingamento, as observações foram realizadas duas vezes por semana, passando depois a semanais até ao final do pintor. Para cada planta monitorizada, a data que corresponde a um determinado estado fenológico foi determinada quando 50% dos órgãos observados atingiram esse mesmo estado.

As variáveis meteorológicas foram medidas através dos instrumentos de medição instalados nas estações automáticas localizadas junto as parcelas experimentais. Com base nos registos horários de temperatura foi determinado o valor acumulado de temperatura média diária acima dos 10°C a partir de 1 de Janeiro (GD).

Para cada planta, com base nos respetivos estados fenológicos (EF's) e nos correspondentes valores de GD, foram determinadas a duração cronológica (DC) e a duração térmica (DT) das principais fases do ciclo de desenvolvimento. Para cada casta, para cada campo e para cada ano, através de regressão não linear, procedeu-se ao ajustamento da equação de Mitscherlich modificada (Santibanez *et al.*, 2014):

$$EF = EF_{end}(1 - e^{-Kshape\ GD})^{\alpha}$$

Onde *kshape* e *alpha* são coeficientes de ajustamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1 apresentam-se as durações cronológicas médias (DC) das várias fases do ciclo de desenvolvimento de cada casta, em cada uma das localizações, nos anos de 2014 e 2015, incluindo o período entre 1 de Janeiro ao abrolhamento (EF4). A análise dos valores de DC mostram que, à exceção do ano de 2014, no campo de Nelas, no qual a casta Jaen foi a que apresentou o abrolhamento mais precoce, do ponto de vista geral, a casta Alfrocheiro, que foi a primeira a abrolhar, apresentou uma antecipação relativamente à Touriga Nacional, a última a abrolhar, entre 3 dias, em 2015, e 8 dias, em 2014. Com efeito, a análise de variância dos valores de duração térmica (DT) do período 1 de Janeiro a EF4 apresentados no Quadro 1, mostram que nos dois anos em estudo as castas apresentaram necessidades de calor para o abrolhamento estatisticamente diferentes. As castas Alfrocheiro e Touriga Nacional foram as que, em média, nos dois locais, apresentaram menores e maiores necessidades de calor para o abrolhamento, respetivamente. Os resultados apresentados por Lopes *et al.* (2008), obtidos para a região de Lisboa, mostram também maior precocidade do abrolhamento da casta Alfrocheiro relativamente à casta Touriga Nacional. No diz respeito à casta Jaen, para a qual os resultados de Lopes *et al.* (2008) mostram tratar-se da casta com o abrolhamento mais tardio, os resultados do presente trabalho mostram ter tido um comportamento variável.

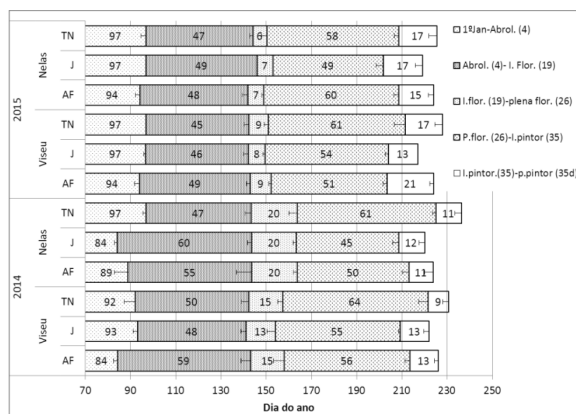


Figura 1 – Duração cronológica média (DC, dias) das fases do ciclo vegetativo, dos anos de 2014 e 2015, das castas Alfrocheiro (AF), Jaen (J) e Touriga Nacional (TN) instaladas no campo ampe-lográfico da Escola Superior Agrária, em Viseu, e no Centro de Estudos Vitivinícola do Dão, em Nelas. A linha horizontal de cada barra representa o respetivo desvio padrão.

Quadro 1 – Duração térmica média (DT, °C d) das fases do ciclo vegetativo, dos anos de 2014 e 2015, das castas Alfrocheiro (AF), Jaen (J) e Touriga Nacional (TN) instaladas no campo ampelográfico da Escola Superior Agrária, em Viseu, e no Centro de Estudos Vitivinícola do Dão, em Nelas. Análise de variância dos efeitos Casta x Local na DT. Nota: A DT para o período 1 de Janeiro Abrolhamento foi determinada com uma temperatura de base de 3,5°.

Fases fenológicas		2014				2015			
		Casta			Efeito do local	Casta			Efeito do local
	Local	AF	J	TN		AF	J	TN	
1º Jan - Abrolhamento	Viseu	455,9	503,5	501,6	487,0	486,1	519,7	523,5	509,8 b
	Nelas	471,8	446,4	522,3	480,2 ns	455,7	491,3	485,8	477,6 a ***
		463,9 a	475,0 a	511,9 b	Interação	470,9 a	505,5 b	504,7 b	Interação
	Efeito da casta	***			**	***			ns
Abrolhamento (4)	Viseu	265,2	256,2	254,2	258,5 b	228,8	207,3	206,6	214,2 a
	Nelas	251,7	253,7	242,6	249,3 a ***	225,7	244,7	231,3	233,9 b ***
	a início da floração (19)	258,4 b	255,0 ab	248,4 a	Interação	227,3	226,0	218,9	Interação
	Efeito da casta	*			ns	ns			**
Início de floração (19)	Viseu	60,7	48,1	61,0	56,6 a	87,5	73,1	82,0	80,9 b
	Nelas	109,3	104,2	107,9	107,1 b ***	72,5	64,3	63,5	66,8 a **
	a fim da floração (26)	85,0	76,1	84,5	Interação	80,0	68,7	72,8	Interação
	Efeito da casta	ns			ns	ns			ns
Fim de floração (26)	Viseu	531,7	500,1	610,0	547,3 b	572,2	598,9	671,8	614,3
	Nelas	463,4	414,0	571,8	483,1 a ***	642,4	536,5	632,4	603,8 ns
	a início de pintor (35)	497,6 b	457,1 a	590,9 c	Interação	607,3 b	567,7 a	652,1 c	Interação
	Efeito da casta	***			ns	***			ns
Início pintor (35)	Viseu	115,4	128,1	93,6	112,4	233,3	144,4	182,9	186,9
	Nelas	99,5	115,9	118,8	111,4 ns	176,4	190,9	190,4	185,9 ns
	a pleno pintor (35 d)	107,4	122,0	106,2	Interação	204,9 b	167,6 a	186,7 ab	Interação
	Efeito da casta	ns			ns	*			**
Abrolhamento (4)	Viseu	973,0	932,5	1018,9	974,8 b	1121,8	1023,7	1143,3	1096,3
	Nelas	923,8	887,9	1041,1	950,9 a *	1117,1	1036,3	1117,6	1090,4 ns
	Pleno pintor (35d)	948,4 b	910,2 a	1030,0 c	Interação	1119,5 b	1030,0 a	1130,5 c	Interação
	Efeito da casta	***			*	***			ns

Apesar das diferenças registadas no abrolhamento, o início da floração (EF19) verificou-se, nos dois anos e nos dois locais, praticamente na mesma altura (entre os dias 141 e 144 em 2014 e os dias 142 e 146 em 2015).

A duração cronológica da floração (entre EF19 e EF26), embora com diferenças importantes de ano para ano e nos dois locais, foi similar nas várias castas (13 a 15 dias em Viseu e 20 dias em Nelas em 2014; 8 a 9 dias em Viseu e 6 a 7 dias em Nelas em 2015). Os resultados apresentados no Quadro 1 mostram que, nos dois anos em análise, não foram registadas diferenças estatisticamente significativas entre as durações térmicas desta fase.

Os resultados evidenciam também que a duração térmica da fase seguinte, do final da floração (EF26) até ao início do pintor (EF35), foi significativamente diferente entre castas. No geral a casta com a fase EF26 - EF35 mais curta foi a Jaen e a casta com esta fase mais longa foi a Touriga Nacional. Efetivamente o início do pintor da Jaen antecipou-se, relativamente ao da Touriga Nacional, entre 6 dias no campo de Viseu no ano de 2015 e 16 dias no campo de Nelas em 2014. Nesta fase a casta Alfrocheiro mostrou

um comportamento bastante mais variável. No ano de 2014 o início do pintor nesta casta verificou-se entre o da Jaen e da Touriga Nacional. Já no ano de 2015 o início de pintor ocorreu 3 dias antes do da Jaen, no campo de Viseu, e 2 dias depois do da Touriga Nacional no campo de Nelas.

Os resultados mostram ainda que a duração cronológica e térmica da fase do pintor de cada casta foi bastante variável. No ano de 2014 não foram registadas diferenças significativas entre castas. Já no ano de 2015, a casta Alfrocheiro foi a que, no campo de Nelas, apresentou menor duração da fase de pintor, quando pelo contrário, foi a que no campo de Viseu apresentou maior duração.

Considerando a duração do ciclo entre o abrolhamento (EF4) e o pleno pintor (EF35d) foi possível identificar um comportamento similar das castas nos dois campos e nos dois anos. A casta que apresentou maior duração térmica deste período foi a Touriga Nacional e a com menor duração a Jaen. Com efeito a casta Jaen atingiu o pleno pintor entre 4 a 11 dias antes da Touriga Nacional. Também neste caso, a casta Alfrocheiro apresentou um comportamento variável. No ano de 2015, a duração deste período foi nos dois campos de ensaio similar à da Touriga Nacional, mas no ano de 2014 a duração foi similar à da Jaen no campo de Nelas e à da Touriga Nacional no campo de Viseu. Os resultados apresentados por Lopes *et al.* (2008) mostram também que a casta Jaen apresenta, relativamente à Touriga Nacional, menor DT do período Abrolhamento – Pintor. Contudo, embora estes autores tenham obtido para a casta Alfrocheiro uma DT desta fase entre a da Jaen e da Touriga Nacional, os resultados deste trabalho sugerem ter um comportamento variável.

A análise do Quadro 1 mostra ainda que em algumas situações se verifica interação entre os dois fatores de variância (casta x local) estatisticamente significativa, o que demonstra que a DT de algumas fases fenológicas das castas foi determinada pela localização. Por outro lado se, para cada casta num dado local, compararmos as DT de algumas fase nos dois anos do ensaio verificamos em alguns casos variações muito significativas, o que demonstra que o comportamento fenológico das castas num determinado local foi também determinado pelo ano. Considerando que o ritmo de desenvolvimento da videira é também determinado por outros fatores meteorológicos, com por exemplo radiação solar e temperaturas muito elevadas (Sadras e Moran, 2013), Santibanez *et al.* (2014) referem que as necessidades de calor de uma determinada fase do ciclo da videira pode variar de um local para outro e por esta razão concluem ser muito difícil obter-se um modelo fenológico universal para previsão fenológica. Fraga *et al.* (2015) ao verificarem baixa performance dos modelos fenológicos obtidos para a região de Lisboa quando aplicados às regiões dos Vinhos Verdes e do Douro concluem que estes resultados apontam para a necessidade deste serem calibrados localmente.

No gráfico da Figura 2 são apresentados para cada local e cada ano os valores dos pares (EF,GD) observados e respetivos modelos fenológicos ajustados relativos à casta Alfrocheiro.

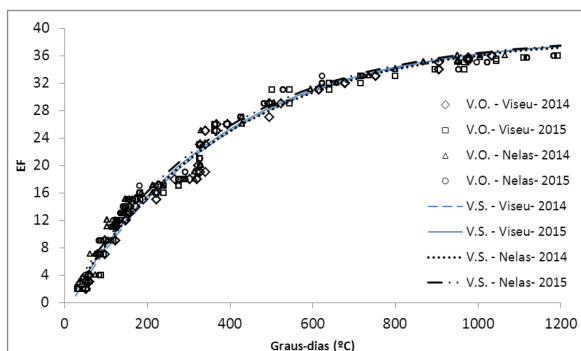


Figura 2 – Relação entre os estados fenológicos da escala numérica de Eichhorn-Lorenz modificada e os correspondente valores de GD da casta Alfrocheiro (AF) instaladas em Viseu e em Nelas, anos de 2014 e 2015 e respetivos modelos fenológicos (eq. de Mitscherlich modificada).

Quadro 2 – Coeficientes de ajustamento dos modelos fenológicos (eq. de Mitscherlich modificada), respetivos coeficiente de determinação e erro padrão de estimativa das castas Alfrocheiro (AF), Jaen (J) e Touriga Nacional (TN) instaladas em Viseu e em Nelas, anos de 2014 e 2015.

Ano	Local	Castas	Kshape	Alpha	n	r ²	Erro Padrão de estimativa
2014	Viseu	AF	0,00267	40,740	114	0,982	1,33
		J	0,00266	40,688	110	0,977	1,41
		TN	0,00264	40,782	108	0,977	1,51
	Nelas	AF	0,00260	39,612	92	0,975	1,52
		J	0,00267	40,702	89	0,978	1,52
		TN	0,00260	41,042	107	0,981	1,41
2015	Viseu	AF	0,00269	40,086	114	0,979	1,42
		J	0,00271	40,579	117	0,981	1,42
		TN	0,00273	41,135	110	0,972	1,67
	Nelas	AF	0,00273	39,238	107	0,977	1,46
		J	0,00275	41,406	114	0,977	1,46
		TN	0,00277	40,603	111	0,968	1,74

Tendo em conta os correspondentes valores dos coeficientes de determinação apresentados no Quadro 2, verifica-se uma forte relação entre a escala fenológica utilizada e o GD ($r^2 > 0,96$), demonstrando que a dinâmica fenológica em cada ano é muito dependente da evolução da temperatura. Por outro lado, o erro padrão de estimativa apresentados no mesmo quadro, indicam que os modelos apresentam um erro médio de estimativa de 1 a 2 escalas fenológicas. Contudo, analisando o erro médio de estimativa para cada estado fenológico, verificamos que este é muito próximo de 3 no

estado fenológico E19, início da floração (resultados não apresentados). Ortega-Farías *et al.* (2002) e Santibanez *et al.* (2014) obtiveram resultados similares e concluíram que estes modelos poderão ser uma ferramenta de grande utilidade na previsão das etapas de desenvolvimento da videira nas regiões onde foram obtidos.

CONCLUSÕES

As três castas monitorizadas apresentaram diferentes necessidades de calor para completar algumas das fases fenológicas. Verifica-se também que as necessidades de calor em cada fase de cada casta podem variar de um local para outro e de ano para ano, concluindo-se, que, sendo a evolução fenológica determinada por outros fatores climáticos e ambientais, a calibração de um modelo fenológico universal baseado apenas na temperatura poderá não ser possível. Contudo, os elevados coeficientes de determinação obtidos correspondentes ao ajustamento da equação de Mitscherlich permitem-nos também concluir que, através dos respetivos modelos, o somatório de graus-dia é uma variável explicativa bastante robusta para a previsão dos eventos fenológicos destas castas na região do Dão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, F., Edlmann, M., Costa, J., Costa, P., Macedo, P., Leal da Costa, P. e Symington, C., 2013. *Heat requirements and length of phenological stages, effects of rootstock on red grape varieties at Douro region*. *Ciência Téc. Vitiv.* 28(2): 827-831.
- Combe, B.G., 1995. *Adoption of a system for identifying grapevine growth stages*. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 1: 100-110.
- Fraga, H., Santos, J. A., Moutinho-Pereira, J., Carlos, C., Silvestre, J., Eiras-Dias, J., Mota, T. e Malheiro, A. C., 2015. *Statistical modelling of grapevine phenology in Portuguese vine regions: observed trends and climate change projections*. *Journal of Agricultural Science, Cambridge University Press*, 1-17.
- Lopes, J., Eiras-Dias, J., Abreu, F., Clímaco, P., Cunha, J.P. e Silvestre, J., 2008. *Thermal requirements, duration and precocity of phenological stages grapevine cultivars of the Portuguese collection*. *Ciência Téc. Vitiv.* 23(1): 61-71.
- Mariani, L., Alilla, R., Cola, G., Dal Monte, G., Epifani, C., Puppi, G. e Osvaldo, F., 2013. IPHEN – a real-time network for phenological monitoring and modelling of Italy. *Int J Biometeorol.*, 53:881-893.
- Ortega-Farías, S., Lozano, P., Moreno, Y. e Lorenzo, L., 2002. *Development of models for predicting phenology and evolution of maturation in cv. Cabernet Sauvignon and Chardonnay grapevines*. *Agric.Téc.* v.62 n.1 Cillán ene.
- Parker, A. K., De Cortázar-Atauri, I. G., Van Leeuwen, C. e Chuine, I., 2011. *General phenological model to characterise the timing of flowering and veraition of Vitis vinifera L.* *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 17: 206-216.
- Parker, A. K., De Cortázar-Atauri, I. G., Chuine, I. Barbeau, G., Bois, B., Boursiquot, J., Caharel, J., Claverie, M., Dufourcq, T., GénY, L., Guimberteau, G., Hofmann, R. W., Jacquet,

- O., Lacombe, T., Monamy, C., Ojeda, H., Panigai, L., Payan, J., lovelle, B., Rouchaud, E., Schneider, C., Spring, J., Storchi, P., Tamasi, D., Trambouze, W., Trought, M. e Van Leeuwen, C. 2013. *Classification of varieties for their timing of flowering and veraison using a modelling approach: A case study for grapevine species Vitis vinifera L.* Agricultural and forest Meteorology, 180: 249-264.
- Sadras, V.O. e Moran, M.A., 2013. *Nonlinear effects of elevated temperature on grapevine phenology.* Agricultural and forest Meteorology, 173: 107-115.
- Santibanez, F., Sierra, H. e Santibanez, P., 2014. *Degree day model of table grape (Vitis Vinefera L.) phenology in Mediterranean temperate climates.* International Journal of Science, Environment and Technology, Vol. 3, No 1, 10-22.

STUDY OF AGROMETEOROLOGICAL MEASUREMENTS ON “*TERROIRS*” OF ALENTEJO WINE REGION: IMPACT ON GRAPE YIELD AND HARVEST DATE VARIATION

Natacha FONTES^{1*}; Joana MARTINS¹; António GRAÇA¹

ABSTRACT

A global climate change will necessarily affect local climates and grapevine phenology, grape quality and yield, both very dependent on annual weather at local scales. Climate change is expected to advance grapevine phenological stages. Indeed, projections on grape maturity and harvest dates reported expected advances over years for many varieties across different wine-growing regions.

The present work aims to provide data to estimate possible climate change on *terroirs* on the Portuguese wine region of Alentejo. Agrometeorological measurements, collected between 2011 and 2015, through a network of 3 automated weather stations placed in a 120 ha vineyard, were organized into annual, growing season or important growth periods' stadia and used to derive bioclimatic indices (growing season temperature - GST, growing degree-days - GDD, cool night index - CI, and heliothermal index - HI) and extreme climate indices (ETCCDI). Comparison of region-reference with vineyard-scale bioclimatic indices showed significant differences and demonstrated the importance of assessing *terroir* climate at vineyard- scale for viticultural zoning. Moreover, a multivariate linear regression analysis of 5-year (2011-2015) time- series data on yield, quality and phenology of the grapevine against corresponding agrometeorological data has been performed. The resulting statistical model appears to be a valuable tool for production and harvest date prediction. As further validation is needed with longer time-series data will continue to be gathered and the model periodically retested for accuracy. The final model, once completed, should allow for better assessments of viticulture consequences of climate change, becoming a major tool to promote long term sustainability for grape and wine operations within the private sector.

Key Words: *climate change; terroir; agrometeorology; grapevine; phenology; yield; quality; sustainability.*

¹ SOGRAPE VINHOS, S.A., Aldeia Nova, 4430 - 809 Avintes,
Portugal Email: *Natacha.Fontes@sogrape.pt

1 – INTRODUCTION

The potential effects of climate change on grape phenology and production have been widely discussed by several authors (Jones et al. 2012, Tomasi et al. 2011, Koufos et al. 2013, Fraga et al. 2014a, Fraga et al. 2015). Indeed, although viticultural systems are managed ecosystems and thus affected by viticultural practices, climate exerts a major control on crops.

A global climate change will necessarily affect local climates and grapevine phenology, grape quality and yield, both very dependent on annual weather at local scales. Climate change is expected to advance grapevine phenological stages. Indeed, projections on grape maturity and harvest dates reported expected advances over years for many varieties across different winegrowing regions. Grape maturity and harvest have been reported to advance by 0.5-3.1 days/year in Australia for Cabernet Sauvignon, Chardonnay and Shiraz, 19 days in the Veneto region of Italy during the period 1964-2009 for numerous varieties and numerous other locations in Europe have shown similar trends (in Koufos et al. 2013).

Alentejo wine region, representing 34% of the wine producing areas in Portugal (Jones and Alves 2012), is predicted to experience a future with a dry and very warm climate including warm nights, where viticulture will be constrained, due to excessive dryness (Fraga et al. 2014b). This represents important challenges for the Portuguese winemaking sector, leading to changes in varietal adaptation and wine characteristics of the region.

The present work aims to provide data to estimate possible climate change effects for *terroirs* on the Portuguese wine region of Alentejo. Through the use of high spatial resolution datasets, capturing environmental variability within *terroirs* of a same region, a multivariate linear regression analysis of 5-year (2011-2015) time-series data on yield and phenology of the grapevine against corresponding agrometeorological indicators was done as a first step to create a local model.

The final model, once completed, should allow for better assessment of impact for viticulture of forecast climate change, thus becoming a major tool to promote long-term sustainability for grape and wine operations within the private sector, by allowing timely mitigation and adaptation measures to be implemented.

2 – MATERIAL AND METHODS

Meteorological data and agrometeorological measurements

The present study took place in a vineyard located in the Alentejo Wine Region, sub-region Vidigueira, situated in southern Portugal, consisting mostly of flatland, with a relatively homogenous warm and dry climate. Meteorological data were collected through a network of 3 automatic weather stations (AWS) covering a total vineyard area of 120 ha, each one used to assess climate at vine block scale. Each one of the three AWS was placed in a distinct vine block, planted with distinct grape varieties and displaying

different soil and viticultural-practices, whose characteristics are assumed to categorize a specific *terroir* and are described in **Table I**. *Terroir* is here considered as the sum of soil, climate and cultural (human) factors that concur to make wines from a given area to be perceived as similar between them and different from wines from other areas.

Measurements of temperature, rainfall, wind and relative humidity were logged once every 15 min, using Campbell sensors. All sensors were verified, cleaned and maintained quarterly and observations were verified for outlier or incoherent registers. The 15-min readings were averaged to obtain hourly and daily measurements of minimum, maximum, and mean of the considered climate parameters. Data from each station were organized into annual, growing season or important growth periods' stadia (primary climate parameters – **Table II**) and used to derive bioclimatic indices (**Table III**) and extreme climate indices (extreme climate events, developed by the joint CCL/CLIVAR/JCOMM Expert Team on the Climate Change Detection and Indices, ETCCDI – **Table IV**), relevant for winegrape production.

Phenology observations were recorded according to Baggiolini phenological scale for budburst, flowering and *veraison* (Baggiolini 1952). Maturity dates, onward referred as harvest dates, were determined as a function of berry sugar content and recorded when potential alcohol measurements were equal or above 14° (% v/v), for two consecutive weekly measurements. Yield (ton/ha) for each of the three grape varieties was obtained from winery records.

The climatological series 1971-2010 (data obtained from IPMA – Instituto Português do Mar e da Atmosfera, Lisboa, Portugal) were used to compute baseline bioclimatic and extreme climate indices.

PCA analysis, Pearson's correlation and linear regression analysis were used to assess the climate parameter(s) that most influenced phenological dates/ intervals, harvest date and yield.

Table I. Viticultural characterization of the three within-vineyard *terroirs* located on the Portuguese wine region of Alentejo. ¹Name and reference in Portuguese official grapevine variety list (Portaria n. 380/2012)

"Terroir"	Grape variety ¹	Spacing	Rootstock	Training system	Soil type	Area (ha)
T1-Sy	Syrah PRT41407	2.5x 1,3 m	1103-Paulsen	Bilateral cordon	Calcium silicate deposits	7.71
T2-TN	Touriga Nacional PRT52206	2.0 x 1,1 m	R110 Richter	Doble Guyot	Tufts limestone and chalk	5.22
T3-ARA	Aragonez PRT52603	2.5 x 1,1 m	1103-Paulsen	Bilateral cordon	Calcium silicate deposits	9.02

Table II. List of primary climate parameters collected between 2011 and 2015, through a network of 3 automated weather stations placed within a 120 ha vineyard and organized by seasons. Other primary parameters used to compute bioclimatic and extreme climate indices are not indicated here.

Variable	Description	Units
Temperatur		
CH	Total hours of chilling: Winter count of hours when TN (daily minimum temperature) $\leq 7^{\circ}\text{C}$;	Hours
Precipitation		
TR	Annual total precipitation	mm
WintR	Winter total precipitation	mm
SprR	Spring total precipitation	mm
SumR	Summer total precipitation	mm

Table III. List of bioclimatic indices. GDD classes as defined by Winkler et al. 1974. HI's «k» is a latitude coefficient that takes into account increasing day lengths. Jones and Davis 2000

Variable	Equation	Months	Class limits
Growing Season Temperature (GST, C°)	$\frac{\sum_{1Apr}^{31Oct} (Tmax + Tmin)/2}{n}$	Apr-Oct	Too cool < 13°C Cool 13-15°C Intermediate 15-17°C Warm 17-19°C Hot 19-21°C Very hot 21-24°C Too hot > 24°C
Huglin index (HI, C° units)	$\frac{\Sigma[(Tmean - 10) + (Tmax - 10)]}{2} \times k$	Apr-Sept	Very cool (HI1) < 1500 Cool (HI2) 1500-1800 Temperate (HI3) 1800-2100 Warm temperate (HI4) 2100-2400 Warm (HI5) 2400-2700 Very warm (HI6) 2700-3000 Too hot (HI7) > 3000
Growing degree-days (GDD, C° units)	$\sum_{Apr1}^{Oct31} \max[\left(\frac{Tmax + Tmin}{2}\right) - 10]$	Apr-Oct	Too cool < 850 Cool 850-1389 Temperate 1389-1667 Warm temperate 1667-1944 Warm 1944-2222 Very warm 2222-2700 Too hot > 2700
Night cold Index (CI)	$Tmin_{sept}$		Very cool nights (CI4) $\leq 12^{\circ}\text{C}$ Cool nights (CI3) 12-14°C Temperate nights (CI2) 14-18°C Warm nights (CI1) $\geq 18^{\circ}\text{C}$
Sept			

Table IV. List of 17 of the 27 core climate extreme indices calculated according to the ETCCDI tool (Jones and Alves 2012).

Variable	Description	Units
Temperature Indices		
FD0	Number of frost days: Annual count of days when TN (daily minimum temperature) < 0°C;	Days
SU25	Number of summer days: Annual count of days when TX (daily maximum temperature) >25°C;	Days
SU35	Number of heat stress days: Annual count of days when TX (daily maximum temperature) >35°C;	Days
TR20	Number of tropical nights: Annual count of days when TN (daily minimum temperature) > 20°C;	Days
TXx	Monthly maximum value of daily maximum temperature ;	°C
TNx	Monthly maximum value of daily minimum temperature;	°C
TNn	Monthly minimum value of daily minimum temperature;	°C
TX10p	Percentage of days when TX < 10th percentile	%
TN10p	Percentage of days when TN < 10th percentile	%
TX90p	Percentage of days when TX > 90th percentile	%
TN90p	Percentage of days when TN > 90th percentile	%
WSDI	Warm spell duration index: Annual count of days with at least 6 consecutive days when TX > 90 th percentile;	Days
CSDI	Cold spell duration index: Annual count of days with at least 6 consecutive days when TN < 10 th percentile;	Days
DTR	Daily temperature range: Monthly mean difference between TX and TN;	°C
Precipitation Indices		
Rx1day	Rx1day, Monthly maximum 1-day precipitation;	mm
Rx5day	Rx5day, Monthly maximum consecutive 5-day precipitation;	mm
SDII	SDII, Simple precipitation intensity index: the daily precipitation amount on wet days, (wet day PRCR ≥ 1mm);	mm/day
R10	R10mm, Annual count of days when PRCP≥ 10mm;	Days
R20	R20mm, Annual count of days when PRCP≥ 20mm;	Days
CDD	CDD, Maximum length of dry spell, maximum number of consecutive days with RR < 1mm;	Days
CWD	CWD, Maximum length of wet spell, maximum number of consecutive days with RR ≥ 1mm.	Days

3 – RESULTS AND DISCUSSION

Climatic characteristics of the observed *terroirs*

PCA analysis of the primary climate parameters (**Table II**) and bioclimatic indices (**Table III**), computed for each *terroir* (**Table I**) over five growing seasons (2011 to 2015) and for the Climate Series 1971-2010 of the Alentejo Wine Region are represented in **Figure 1**. Two principal components explained 57% of total variability. The first principal component (PC1) explained 37% of the variability in the climate data, and the second principal component (PC2) explained 20%. The major contributors to PC1 were GDD, GST and HI (positive contribution to component 1). The major contributors to PC2 were SU35, summer precipitation - SumR, winter precipitation - WintR and total annual precipitation - TR (positive contribution to component 2).

From the biplot analysis we can observe that growing season (GS) 2015 was overall cooler, placed very distant from all others including the Climate Series (CS) 1971-2010 and, except for GS2012, all other GS showed higher number of summer days (SU25) and higher summer precipitation. Little differentiation may be inferred from the different *terroirs* in all the 5 GS using only the primary parameters and bioclimatic indices.

In an attempt to assess climatic variability between *terroirs* and GS, the core extreme climate indices have been included in a second PCA analysis (**Figure 2**) of

each *terroir* over the five GS (2011-2015). Results showed high variability of meteorological measurements observed between growing seasons and also, to an expectable lesser extent, within the vineyard, between the three *terroirs* under study (**Table 1**). This is in agreement with several studies at the vineyard scale which have shown a great variability of environmental measurements observed within vineyards (Jones et al. 2005, Nicholas et al. 2011). GS2015 was again markedly separated from the other GS. Although generally being a more temperate year, presenting a lower GST, GS2015 had a number of consecutive days of Tmax higher than the CS1971-2010's 90th percentile (WSDI) showing that GS2015 was a year with more extreme-temperature events, mainly during Summer time. In terms of variability between the three *terroirs* in the same growing season, GS2013 showed the highest separation. These observations are in agreement with previous research reporting very high variability of environmental measurements observed within vineyards (Jones et al. 2005, Nicholas et al. 2011), and reinforce the need to assess climate at local scale to represent intra-vineyard spatial variability, something even more important for modern management and precision viticulture strategies. This allows also for a better *terroir* climate classification by using local series instead of generic, public institute series, which often are based in observations by sensors located several kilometers away from the vineyard and therefore, with poor, if any, representation of the vineyard's *terroir* climate. This also opens the debate as to how assess the necessary spatial resolution for correct *terroir* classification, as a balance needs to be achieved between the need for proper *terroir* climate assessment and the number of observation points above which little to no better coverage is achieved.

Phenological timing, harvest date and yield

The above referred field measurements taken over 5 seasons (2011-2015) from site- specific (identified as *terroir* – **Table I**) were also used to examine the characteristics and relationships of yield and phenology of the grapevine against corresponding agrometeorological data (primary climate parameters – **Table II**, bioclimatic indices – **Table III**, and extreme climate indices – **Table IV**) in the Alentejo Wine Region, sub-region Vidigueira. Results, although preliminary for lack of enough years to achieve climatic series representation, showed moderate correlations of harvest date (**Figure 3**) and yield (**Figure 4**) against meteorological measurements. From this correlation analysis we have observed that extreme climate indices are more significant in both harvest date and yield, and that both temperature and precipitation influence harvest date. For instance, if summer days (SU25) and SumR are higher, harvest date will be earlier, while yield is mostly influenced by temperature, with colder temperatures (CSDI and TN10p) lowering the yield.

Relationships between harvest dates from the three *terroir* vine blocks, yield and grapevine phenology with meteorological parameters, bioclimatic and extreme indices were also explored through linear regression models analysis. Preliminary results showed strong correlation with yield, harvest date and phenological intervals, particularly for the *veraison*-harvest interval length (data not shown). For yield and harvest date, regressions showed higher correlation with adjusted R^2 of 0.94 and 0.90 respectively. For both models, agrometeorological parameters such as HI, WSDI (both negatively correlated) and TX90p (positively correlated) contribute significantly to explain both yield (kg/ha) and harvest date (DOY – day of year).

Five growing seasons is too short a period to draw conclusions on the way *terroirs* work in terms of grapevine management relevant aspects such as yield or phenological key moments (budbreak, flowering, *veraison*, maturity). Therefore this study was a first step towards creating a *terroir*-specific model to assess yield, harvest date and phenology of the grapevine. Model validation will be conducted during the next seasons, data will continue to be added and the model will be periodically retested for accuracy.

We expect the final model, once completed, to allow for better assessment of viticulture consequences of climate change, becoming a major tool to promote long term sustainability for grape and wine operations within the private sector, by allowing timely implementation of threat-mitigating and opportunity-seizing actions.

Indeed, identification of management-relevant climate and grapevine phenology relationships, conducted in Portuguese *terroirs* including Portuguese grape varieties, could mean an important step for broader and more confident future assessments of climate suitability for viticulture and climate change impacts in Portugal and steer strategic investments by the industry as well as more significant legal frameworks by appellation and State regulators.

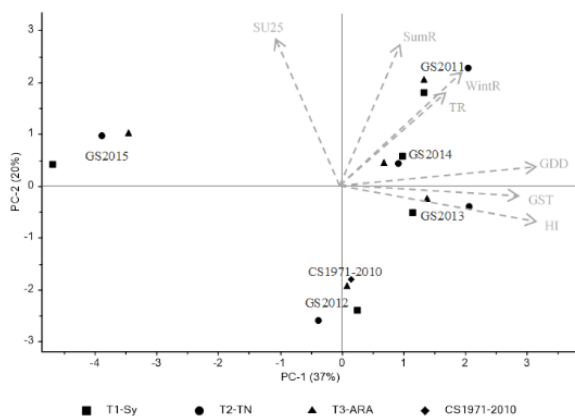


Figure 1. Biplot of the first two principal components of the primary climate parameters (Table II) and the derived climate parameters: bioclimatic indices (GST, GDD, CI, HI – Table III) computed for the three *terroirs* under study: ■ – T1-Sy, ● – T2-TN, ▲ – T3- ARA (Table I) over five growing seasons (GS2011-2015). ♦ - Climate Series 1971-2010 of the Alentejo Wine Region.

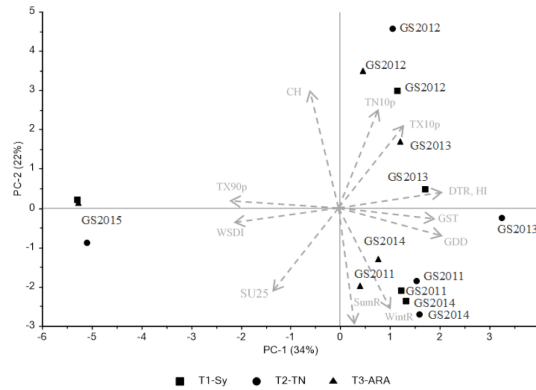


Figure 2. Biplot of the first two principal components of the primary climate parameters (Table II) and the derived climate parameters: bioclimatic indices (GST, GDD, CI, HI – Table III) and extreme climate indices (Table IV) computed for the three *terroirs* under study: ■ – T1-Sy, ● – T2-TN, ▲ – T3-ARA (Table I) over five growing seasons (GS2011- 2015).

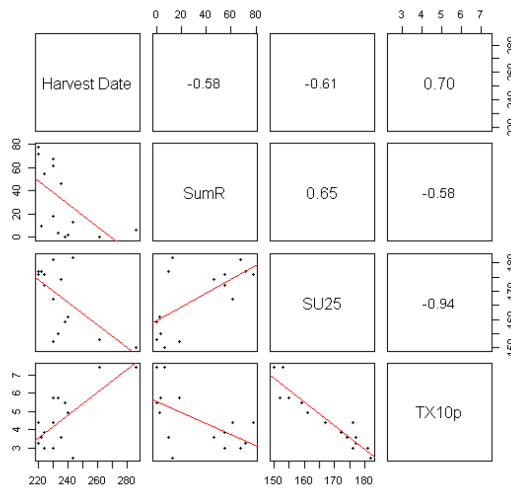


Figure 3. Scatterplots matrix of the most significant climate parameters (SumR, SU25 and TX10p) related to the harvest date (DOY) for each of the three *terroirs* (T1-Sy, T2-TN, T3-ARA – Table I) over five growing seasons (GS2011-2015) in the Alentejo Wine Region, sub-region Vidigueira. Abbreviations: DOY, day of year. $p < 0.05$ (statistically significant).

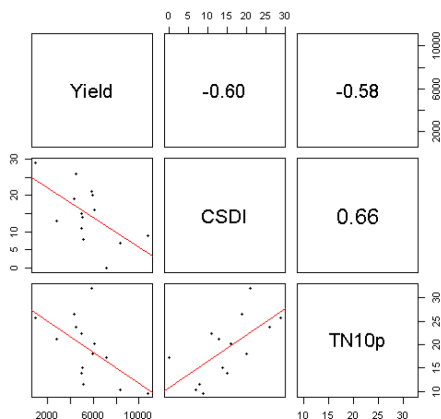


Figure 4. Scatterplots matrix of the most significant climate parameters (CSDI and TN10p) related to the yield (kg/ha) for each of the three *terroirs* (T1-Sy, T2-TN, T3-ARA – Table I) over five growing seasons (GS2011-2015) in the Alentejo Wine Region, sub- region Vidigueira. $p < 0.05$ (statistically significant).

ACKNOWLEDGEMENTS

This meteorological network was established with funding from the Portuguese State and from EU's FEDER (QREN-POFC, project n. 4586).

REFERENCES

- Baggiolini, M., 1952. Les stades repères dans le développement annuel de la vigne et leur utilisation pratique. *Rev. Romande Agric. Vitic. Arboric.* 8:4-6.
- Fraga, H., Malheiro A.C., Moutinho-Pereira J., Santos J.A., 2014a. Climate factors driving wine production in the Portuguese Minho region, *Agric. Forest Meteo.*, 185:26-36.
- Fraga, H., A.C. Malheiro, J. Moutinho-Pereira, G.V. Jones, F. Alves, J.G. Pinto, J.A. Santos, 2014b. Very high resolution bioclimatic zoning of Portuguese wine regions: Present and future scenarios. *Reg. Environ. Change.* 14:295-306.
- Fraga, H. Costa R., Moutinho-Pereira J., Correia C.M., Dinis L-T., Gonçalves I., Silvestre J., Eiras-Dias J., Malheiro A.C., Santos J.A., 2015. Modeling Phenology, water status, and yield components of three Portuguese grapevines using STICS crop model, *Am. J. Enol. Vitic.*, 66(4):482-491.
- Jones G.V., F. Alves, 2012. Impact of climate change on wine production: a global overview and regional assessment in the Douro Valley of Portugal. *Int. J. Global Warming*, Vol. 4, Nos.3/4.

- Jones G.V., White M.A., Cooper O.R., Storchmann K., 2005. Climate change and global wine quality. *Clim. Change*, 73, 319-343.
- Jones G.V., Davis R.E., 2000. Using a synoptic climatological approach to understand climate-viticulture relationships. *International Journal of Climatology*, 20, 813-837.
- Nicholas K.A., Matthews M.A., Lobell D.B., Willits N.H., Field C.B., 2011. Effect of vineyard-scale climate variability on Pinot noir phenolic composition, *Agricultural and Forest Meteorology*, doi:10.1016/j.agrformet.2011.06.010.
- Tomasi, D., Jones G.C., Giust M., Lovat L., Gaiotti F., 2011. Grapevine phenology and climate change: relationships and trends in the Veneto Region of Italy for 1964-2009.
- Koufos, G., Mavromatis T., Koundouras S., Fyllas N.M., Jones G.V., 2013. Viticulture- climate relationships in Greece: the impacts of recent climate trends on harvest date variation, *Int. J. Climatol.*, doi: 10.1002/joc.3775.

A REENXERTIA COMO FORMA DE MINIMIZADOR DO “DÉPÉRISSEMENT” DA CASTA SYRAH

João TORRES VAZ FREIRE¹; Mariana TORRES VAZ FREIRE¹; Pedro BAPTISTA¹

Resumo

A problemática do «Dépérissement» ou definhamento da casta Syrah tem-nos vindo a preocupar desde que se começou a manifestar nas nossas vinhas, pelo que temos procurado encontrar soluções que permitam minimizar as graves consequências surgidas nas parcelas desta casta, sobretudo nas instaladas há mais anos, que se manifestam por quebra de produção e mortalidade das plantas. No sentido de diminuir este prejuízo quantitativo e qualitativo, a Fundação Eugénio de Almeida, iniciou de modo experimental a reenxertia sobre o porta enxertos pelos métodos «chip bud» e «T bud», (com apenas um gomo). Este processo de enxertia/reenxertia permite elevado sucesso e obter produção considerável na primavera que se segue á operação.

Palavras-chave: reenxertia; dépérissement/definhamento; Syrah

1 - INTRODUÇÃO

O dépérissement da Syrah é um síndrome genético que se tem vindo a manifestar desde a década de 90, por todo o mundo vitícola, provocando enfraquecimento, diminuição de produção e morte das plantas, sobretudo nos clones mais sensíveis.

A importância da casta no mundo vitícola, onde se incluem a maioria das regiões vitícolas do nosso país, tem preocupado os organismos de investigação do sector vitícola internacional e os próprios viticultores, levando os primeiros a estudos variados sobre esta problemática. Dos estudos efetuados, foi já possível definir a sensibilidade de diversos clones a este problema genético, bem como quais os porta enxertos que poderão agravar o problema e a existência de técnicas de enxertia mais ou menos favoráveis.

¹ Fundação Eugénio de Almeida, Páteo de S. Miguel Apartado 2001, Évora, Portugal, 7001-901, geral@fea.pt

O *dépérissement* da casta Syrah é um problema genético que se manifesta, apresentando como sintomas a redução do crescimento dos pâmpanos, mau atempamento, vermelhidão e arroxejamento das folhas, originado pela diminuição de reserva de açúcares e amido no sistema radicular, causado pelo estrangulamento na zona de enxertia, que impede que a seiva elaborada chegue às raízes da planta. O estrangulamento referido agrava-se à medida que na zona de enxertia aumentam as fendas verticais e oblíquas provocadas pelo *síndrome*. O stress hídrico e produções mais elevadas são fatores que agravam os sintomas do *dépérissement*, sendo notório que a rega após a vindima, constitui uma prática que diminui a vermelhidão folear.

No sentido de tentar soluções que permitam aumentar a longevidade das parcelas da casta Syrah, a Direção Vitivinícola da FEA decidiu efetuar um ensaio de reenxertia, do qual apresentamos os primeiros resultados.

2 - MATERIAL E METODOS

O ensaio tem estado a decorrer numa parcela da casta Syrah, na vinha denominada Casito a Sueste de Évora, pertencente à FEA. O talhão do estudo foi instalado em 1998, com um compasso de 2,5x1m num solo do tipo Pmg de textura franco arenosa com rega gota a gota subterrânea e as videiras conduzidas em duplo cordão Royat. O material vegetal original foi da casta Syrah clone 174 enxertada sobre Paulsen 1103 e o solo encontra-se com enrelvamento natural há mais de uma década.

A reenxertia foi efetuada na primavera de 2013, pelos métodos de «Chip bud» e «T-bud», com operadores da empresa World Wide Vineyards, sobre o porta enxertos, tendo sido seguidas todas as instruções de manutenção durante a campanha de enxertia. O material usado na reenxertia foi o clone 470 da casta em estudo, dado que se trata de um clone mais resistente ao *dépérissement*. A reenxertia para o estudo foi feita em duas linha com 240 plantas cada, sendo tomadas como testemunha duas linhas com o mesmo número de plantas, contíguas às reenxertadas, estando todas as plantas sujeitas às mesmas operações culturais, com o mesmo material vegetal idêntico ao das linhas intervencionadas.

Não foi seguido qualquer delineamento estatístico pois o referido estudo, apenas tem como finalidade tentar encontrar soluções para este problema. Foram feitas 4 observações ao longo de cada uma das campanhas, nos estados fenológicos do abrolhamento, floração, pintor e após a vindima.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas observações realizadas ao longo do ciclo vegetativo das plantas, foi notório que nas fases de abrolhamento e floração não se registaram quaisquer sintomas de declínio, ainda que as plantas pudessem apresentar o engrossamento e fendilhamento, na zona de enxertia, característica indispensável para que possamos concluir que se trata de *dépérissement*.

Na fase do pintor apenas é observável o aparecimento de sarmentos mal atempados, registando-se a sintomatologia mais evidente do dépérissement, vermelhidão/arroxamento, apenas algum tempo após a vindima. As contagens no período pós vindima foram efetuadas nos anos de 2013, 2014 e 2015.

Nos três anos de acompanhamento deste estudo nas plantas reenxertadas e nas testemunhas, destacamos ter existido algum insucesso na reenxertia, que se deveu sobretudo a desnoca devido ao vento, que se situou próximo dos 5% e que registou um aumento ligeiro no final das observações. No que se refere às falhas, tem-se registado alguma flutuação de ano para ano, facto que se deve á realização de mergulhais que tem contribuído para a diminuição desta percentagem e á morte de plantas dépérisantes que aumentam esta percentagem, tendência que é evidenciada no quadro 1 e 2.

Quadro 1 – Resumo das contagens efetuadas nas plantas reenxertadas

	2013		2014		2015	
	Nº de Plantas	% Plantas	Nº de Plantas	% Plantas	Nº de Plantas	% Plantas
NV	25	5,2	28	5,8	30	6,3
F	48	10,0	12	2,5	17	3,5
B	350	72,9	419	87,3	424	88,3
CS	57	11,9	21	4,4	9	1,9

NV – Plantas não vingadas na enxertia; F – Falhas de plantas; B – Plantas normais; CS – Plantas com sintomas evidentes

Quadro 2 – Resumo das contagens efetuadas nas plantas testemunha

	2013		2014		2015	
	Nº de Plantas	% Plantas	Nº de Plantas	% Plantas	Nº de Plantas	% Plantas
F	82	17,1	22	4,6	45	9,4
B	285	59,4	355	74,0	360	75,0
CS	113	23,5	103	21,4	75	15,6

F – Falhas de plantas; B – Plantas normais; CS – Plantas com sintomas evidentes

As plantas com sintomas do síndrome tem mostrado algum decréscimo percentual que poderá ser devido á diminuição de produção que se registou de 2014 (10 toneladas/ha) para 2015 (7 toneladas/ha), conjuntamente com a diminuição do stress hídrico no período pós vindima.

É notório no entanto que os valores da testemunha, são consideravelmente mais desfavoráveis do que os das plantas intervencionadas.

4 - CONCLUSÕES

Tratando-se de uma operação de custo elevado (2 a 2,5 Euros/planta) e sem que tenhamos neste momento indicações sobre a longevidade que a intervenção proporcionará, dado que o estudo tem apenas três anos, pensamos que este procedimento apenas será rentabilizado, deste que as uvas se destinem a vinhos de gama média/alta e se as parcelas reconvertidas vieram a produzir como mínimo mais de 10 anos após a reenxertia.

A sintomatologia apresentada a nível de sarmentos e folhas, diminuição de vigor e mau atempamento e vermelhidão/arroxamento, quando não se registe a existência de tumor com o respetivo fendilhamento, poderá ser provocada por problemas do foro nutricional e/ou sanitário.

A escolha de clones menos sensíveis ao *déperissement* (470, 524, 747 e 471) e evitando porta enxertos como 99R e 110R pode constituir uma vantagem significativa na instalação de parcelas da casta Syrah. Nas vinhas instaladas, de modo a que se possa aumentar a longevidade das parcelas desta casta onde se note sintomatologia do síndrome, pode recorrer-se á monda de cachos, diminuindo assim a produção. A diminuição do stress hídrico com recurso a rega, incluindo no período pós vindima, é também uma prática que se tem mostrado vantajosa. Além da prática efetuada que deu origem a este trabalho, tem sido ensaiados também outros métodos com vista á diminuição de falhas provocadas pelo síndrome tais como a replantação de falhas com novas plantas com clones pouco sensíveis ou o arranque e replantação de toda a parcela, no entanto, é a reenxertia o processo que permite que as plantas entrem mais rapidamente em produção (no ano seguinte), o que resulta numa vantagem significativa a adicionar ao custo de realização que também é favorável. O recurso á prática de mergulhias (técnica bastante polémica) pode ser um meio de substituição de falhas resultantes da morte por *déperissement*, que se tem mostrado bastante útil repondo alguma produtividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ENTAV (2005). *Déperissement de la Syrah Impact du porte-greffe et du clone de Syrah*. Renault-Spilmont, A.S., *Déperissement de la Syrah*. Vinnopôle IFV

PLANIFICAÇÃO ESTRATÉGICA E PRÁTICAS DE VALORIZAÇÃO DE PRODUTOS ENOTURÍSTICOS: EXPERIÊNCIAS FRANCESA, CHINESA, SUL- AFRICANA, AUSTRIACA E SUÍÇA

David Picard¹ e Catarina Moreira² david.picard@unil.ch

RESUMO

A apresentação expõe os resultados de um estudo comparativo da planificação estratégica e das práticas de valorização de produtos enoturísticos em diferentes contextos do “novo” e “velho” mundo. Foca-se sobre três factores críticos subjacentes às formas de desenvolvimento sustentável nestes contextos diferentes: (1) a viabilidade económica dos produtos enoturísticos (visitas de cave, provas, restauração, hospedaria, eventos, etc.) ao nível das empresas e dos territórios vitivinícolas; (2) a integração destes produtos em produtos compostos e redes de comercialização turísticas mais gerais; e (3) a concentração de um número crítico mínimo de empresas vitivinícolas e ofertas enoturísticas afim de criar polos de atração e fluxos enoturísticos viáveis. A partir destas observações (e recomendações), serão delineados tópicos para futura investigação, insuficientemente ou totalmente, não explorados pela pesquisa interdisciplinar atual neste campo. Serão ainda exploradas diferentes possibilidades (e viabilidades) para o futuro do enoturismo no Alentejo.

1. INTRODUÇÃO: PORQUÊ INVESTIR NO ENOTURISMO?

Este trabalho explora os factores críticos subjacentes às formas da planificação estratégica e das práticas de valorização de produtos enoturísticos em diferentes contextos do “novo” e “velho” mundo. Mostrar-se-á como os produtos enoturísticos se tornam viáveis de forma a responder a três lógicas dominantes: imagem de marca do vinho “wine branding” pelo enoturismo, venda directa de vinho, e turismo temático vitivinícola.

¹ Professor catedrático, antropologia do turismo, Universidade de Lausanne, Suíça

² Investigadora auxiliar, Centre for Ecology, Evolution and Environmental Changes, Universidade de Lisboa, Portugal

2. O CONTEXTO ECONÓMICO DO SECTOR DO VINHO

A maioria dos produtores profissionais de vinho em Portugal e no resto do mundo, dispõe de sofisticados meios e conhecimentos ao nível da viticultura e da enologia, que lhes permite produzir vinhos de qualidade que respondam às exigências dos diferentes segmentos de consumidores (quer em termos de qualidade quer em termos de preço). A questão chave que molda a indústria do vinho nacional e internacional não é, por isso, a capacidade tecnológica, mas sim a capacidade de, de forma efectiva, colocar os produtos no mercado.

Grande parte do vinho produzido nos países do “novo” e “velho” mundo é distribuído através de relativamente grandes operadores de cadeias de abastecimento, quer nacionais quer internacionais. Para muitos produtores de grande dimensão (em volume), esta forma de distribuição minimiza o risco (económico) através da garantia da venda regular dos produtos. No entanto, o reverso da medalha, neste sistema de distribuição, é que não só os produtores têm muito pouca influência sobre a imagem de marca comunicada aos consumidores finais, especialmente nos mercados de exportação, como as suas margens de lucro são relativamente baixas.

3. AS LÓGICAS ECONÓMICAS DO ENOTURISMO

Uma resposta comumente dada a estas duas questões supramencionadas é o desenvolvimento de actividades enoturísticas sob a forma de provas de vinho, visitas às adegas e às vinhas e outros serviços complementares como alojamento, excursões guiadas e gastronomia. Estas actividades e serviços disponibilizados criam, por um lado, um ambiente turístico teatralizado, cuja experiência incorporada gera memórias emotivas e relações de afecto entre os consumidores de vinho e marcas específicas ou marcas de um determinado produtor.

Por outro lado, permitem às companhias mais pequenas (em particular, aquelas com capacidade de produção limitada), mas também às companhias de maiores dimensões, um aumento (que pode ser exponencial em alguns casos) das vendas directas. Estas são, geralmente, efectuadas na adega (na loja da quinta ou mesmo à porta da adega, do inglês “cellar door sales”) ou por encomenda online (com entrega, nacional e internacional, por serviços especializados de entrega de encomendas, tipo UPS, DHL etc.). Aqui a questão chave é atrair os clientes até à adega/quinta e criar uma carteira de clientes regulares.

Uma terceira estratégia (no desenvolvimento enoturístico), um tanto ou quanto inversa às anteriores, é pôr o ênfase não na venda de vinho, mas na obtenção de lucro através de um produto turístico mais alargado, em que o vinho e a vinha se tornam parte integrante do ambiente experienciado.

Este trabalho reúne informação sobre como tornar os produtos enoturísticos viáveis respondendo às três estratégias supramencionadas.

4. PRODUTOS ENOTURÍSTICOS

O leque de produtos enoturísticos observados em várias regiões vitivinícolas é relativamente limitado e repetitivo. Incluem-se na lista eno-visitas organizadas por operadores turísticos, provas de vinho em ambientes especialmente criados para o evento, visitas organizadas às adegas, serviços de restauração e organização de eventos. Mais esporadicamente também se observaram visitas às vinhas, workshops de provas de vinho, eventos pontuais ligados à produção de vinho e festivais vinícolas.

4.1 Eno-visitas e tours organizados

As eno-visitas são normalmente organizadas por companhias privadas sedeadas nos arredores de aglomerados turísticos. As visitas ocorrem em autocarros colectivos, de carro (auto- guiadas, mais independentes, mas seguindo um itinerário) e também em bicicleta. Incluem, geralmente, três provas de vinhos por cada meio-dia, isto é, até seis por dia, com almoço muitas vezes também incluído. Os sistemas mais comuns são de acordos comerciais e de sistemas de cupões (“vouchers”) entre as quintas e os operadores privados, que dão acesso aos consumidores às provas. Em alguns casos, os turistas pagam extra pelas provas directamente nas quintas. Os preços, por pessoa por dia completo incluindo almoço num autocarro de 9 lugares, variam entre 30 e 90 EUR, consoante as companhias e os países.

Visitas de âmbito privado e personalizado podem apresentar tabelas de preços muito mais elevados. Em quaisquer dos casos estes programas funcionam melhor em locais com uma grande aglomeração de quintas e idealmente em áreas cuja paisagem seja esteticamente atractiva.

4.2 Provas organizadas

As salas de prova, em quase todos os locais observados, foram arquitectadas e construídas para o efeito, com ambientes do tipo boutique-design e bar-lounge, pensados ao detalhe, onde os clientes são convidados a sentar-se e a permanecer durante algum tempo. Muitas delas estão localizadas em jardins cuidadosamente preparados e com vista para uma paisagem surpreendente ou para as vinhas (que funcionam aqui como jardim e não tanto como produtoras de uvas para vinho). Uma outra característica comum entre as várias salas de prova visitadas, foi a integração de uma parede em vidro com vista para a sala das barricas, cuidadosamente encenada com efeitos de luz, dando ao turista a sensação de ver (e quase testemunhar) a produção do vinho. A adega propriamente dita, onde decorrem os trabalhos de produção, com raras excepções, está escondida aos olhos do visitante, e em muitas ocasiões encontra-se mesmo em locais mais industriais distanciados da quinta. É prática comum as provas de vinhos serem acompanhadas por menus de “emparelhamento” com petiscos gastronómicos, mas também com queijo, chocolate e até *cupcakes*, etc. Nos locais de prova existem cuspidadeiras, mas muitos dos visitantes ignoram a sua presença bebendo os vinhos na totalidade. É, pois, fácil de imaginar que ao longo do dia as conversas se tornam mais animadas e ruidosas.

4.3 Visitas de adega organizadas

As visitas organizadas às adegas estão disponíveis em muitas quintas, embora em muitos países as regras de saúde e segurança dos visitantes sejam muito restritas limitando as possibilidades. As pequenas adegas com actividades enoturísticas convidam os visitantes a vivenciar “o verdadeiro” ambiente da adega, oferecendo provas de vinho na sala das barricas, em muitos casos ignorando as regras de segurança. Noutras quintas, em geral de maior dimensão, a adega é visitável através de passadiços localizados ao nível do topo das cubas de inox, que são também utilizados pelos trabalhadores para aceder ao equipamento. Estas visitas podem ser livres (sem guia) ou guiadas com breves explicações, mais ou menos, científicas sobre o processo de vinificação. Ao longo dos percursos existem, por vezes, sinalética e quadros interpretativos do equipamento e processo de vinificação aí a decorrer.

As apertadas regras de saúde e segurança dos visitantes são em alguns casos resolvidas através da instalação de paredes de vidro que separam o espaço de produção do espaço do visitante, não havendo risco de acidentes e, em certa medida, evitando a logística da instalação de percursos de visita.

4.4 Serviços auxiliares de restauração e eventos

Os serviços de restauração, muitas vezes de nível gastronómico e as infraestruturas para organização de eventos são muito comuns em regiões com elevada concentração de oferta enoturística (i.e. Stellenbosch, Bordéus, Douro). Onde bem dirigidas, estas actividades geram consideráveis quantidades de dinheiro e em muitos casos são a actividade mais lucrativa do negócio. O seu sucesso depende das relações comerciais criadas entre os donos e os operadores turísticos (e outros agentes comerciais), por forma a garantir um fluxo regular de visitantes e eventos (em particular, casamentos, reuniões de negócios e workshops de empresas). Em quintas onde este sub-sector é um sucesso, a capacidade de oferta foi aumentada e melhorada através do desenvolvimento de novos produtos turísticos, entre os quais, a venda de picnics de luxo, a criação de lojas gourmet (do inglês “deli”) e visitas gastronómicas no seio da propriedade. Nas quintas que oferecem infraestruturas para eventos a existência de alojamento de qualidade é fundamental.

4.5 Portas abertas, workshops e mercados de produtos de “terroir”

Outros produtos também disponíveis nas quintas vitivinícolas são de carácter mais episódico, organizados ao longo do ano ou concentrando-se em períodos específicos, como durante as vindimas. Alguns produtores abrem, anualmente, as “portas da adega” (não obrigatoriamente da adega propriamente dita), em que os clientes regulares e outros são convidados beneficiando de preços especiais na compra dos produtos oferecidos (permitindo em alguns casos liberar o espaço de “velho” stock para haver espaço para o vinho a ser engarrafado nesse ano). Em quintas, especialmente as mais pequenas, que dão grande ênfase ao terroir vinícola organizam-se visitas às vinhas na companhia do enólogo ou do viticultor, com uma forte componente educativa e experiencial. Estas visitas terminam, muitas vezes, com uma refeição em grupo num restaurante ou na própria vinha.

Igualmente, algumas quintas oferecem workshops pedagógicos de prova de vinhos e eventos participativos no processo de vindima e vinificação, como participação na vindima manual e na pisa a pé em lagar, e a possibilidade de engarrafar um número reduzido de garrafas de vinho com rótulos personalizados.

4.6 Festivais e feiras vitivinícolas

As associações vitivinícolas profissionais e as agências/organizações de desenvolvimento regional, organizam regularmente **festivais vitivinícolas**, que permitem trazer, em conjunto num mesmo espaço, profissionais, compradores e consumidores de vinho, num ambiente mais festivo mas, simultaneamente, profissional e informativo. Os objectivos são múltiplos passando pela venda directa, disseminação da imagem de marca (“branding”) e relação produtor-cliente, festividade e sociabilidade e reforço de um sentimento e reconhecimento do terroir regional do vinho e da gastronomia entre produtores e clientes.

5. VIABILIDADE ECONÓMICA

A avaliação sobre a viabilidade económica dos diferentes produtos enoturísticos depende no modelo de negócio e na estrutura operativa das empresas e dos territórios vitivinícolas.

Muitos produtores impulsionados pelas exportações utilizam o enoturismo para a construção de uma imagem de marca e de uma relação com o cliente, mas não como um segmento lucrativo do negócio em si. As provas de vinho raramente dão lucro, sendo na maioria dos casos consideradas uma ferramenta de marketing necessária e útil (ou não). As infraestruturas enoturísticas e as salas de prova representam, muitas vezes, um custo operacional imputado ao orçamento de marketing da empresa. Muitas das grandes empresas e grupos dependentes da exportação (i.e. Distell na Cidade do Cabo na África do Sul, ChangYu na China) mas também pequenas empresas com audiências alvo específicas, beneficiam desta lógica.

Para muitos pequenos produtores com capacidade de produção limitada, o enoturismo é uma forma de fomentar a venda directa, em particular, a turistas que viajam em viatura própria.

Para fazer face ao problema do transporte, especialmente no que conta ao turista que viaje de avião, muitas empresas mais pequenas (e mesmo de maiores dimensões) trabalham em conjunto com agentes internacionais e empresas de abastecimento/distribuição nos países de origem dos clientes turistas. Esta limitação nos destinos da distribuição, faz com que algumas empresas vitivinícolas sejam muito selectivas na nacionalidade dos enoturistas que recebem; evitando (ou mesmo rejeitando) as visitas de turistas provenientes de países onde não efectuem entregas dos seus vinhos.

Outra configuração possível do negócio do enoturismo é quando este se torna, de facto, o sector lucrativo, o “Money maker”. Nestes casos todos os produtos oferecidos têm de ser lucrativos ao nível operacional, observando-se um leque mais alargado e diverso de produtos enoturísticos desde visitas a excursões, a pacotes de serviços mais

completos (com alojamento incluído, por exemplo). O vinho em si torna-se apenas uma moldura para um tipo específico de um nicho de turismo. A maior fatia do lucro é gerada através de produtos turísticos como: alojamento, restauração, aluguer de carros e bicicletas para visitas, excursões organizadas, etc. À semelhança dos ambientes criados para a imagem de marca (do vinho/produtor), os locais de visita nestes casos são também cuidadosamente encenados e preparados, com exposição de objectos ligados à agricultura, equipamento antigo (quase de valor histórico), objectos de arte, instalação de pequenas áreas de vinha alibis de uma actividade vitivinícola, sítios de património (edifícios históricos, monumentos) e até jardins zoológicos, que no seu todo criam um ambiente de vivências específicas e únicas onde os turistas podem deambular (e perder-se...).

6. INTEGRAÇÃO COMERCIAL DOS PRODUTOS ENOTURÍSTICOS

Muito poucas regiões vinícolas no mundo são visitadas com o único motivo de fazer provas de vinho e visitar as quintas e adegas. O restrito grupo de turistas que o faz, é, geralmente, muito conhecedor de vinhos, bastante exigente e também gastador (estando disposto a gastar avultadas quantias para ser bem servido). A oferta enoturística nestas situações tem de ser integrada num contexto de alta qualidade, disponibilizando alojamento, gastronomia e visitas guiadas de elevada qualidade e distinção.

No entanto, na prática, mais de 80% dos enoturistas procuram um produto que combine vinho e provas de vinho, com um pacote mais alargado de outros sítios turísticos a visitar. O vinho funciona como o motivo da visita a uma dada região ou local, mas de facto só ocupa uma fracção do tempo aí despendido pelos turistas. Locais como centros de cidades, rios, zonas costeiras, sítios do património e paisagens distintas complementam o pacote do produto enoturístico (composto por uma assemblagem de diversos produtos turísticos a visitar).

Para o enoturismo ter sucesso, os produtores, têm de pensar em como integrar a sua oferta no ritmo e tempo disponível das audiências turísticas já existentes. Será muito difícil convencer os turistas a passar mais de uma hora no carro para visitarem um local onde não haja “suficientemente para fazer” numa perspectiva turística. Para fazer face à parca oferta, é pois de realçar, mais uma vez, que muitas grandes empresas vitivinícolas suplementam as provas de vinho e visitas a adega e vinhas, com infraestruturas turísticas de lazer tão diversas como parques infantis (apelando à presença de famílias), exposição de animais selvagens, venda de artesanato, mercados de produtos agrícolas locais e biológicos, eventos culturais (concertos, geralmente, de jazz e música erudita), espaços jardins sofisticados (jardins botânicos, ou tipo francês) e sítios do património.

7. NECESSIDADE DE AGLOMERAÇÃO GEOGRÁFICA DOS PRODUTOS ENOTURÍSTICOS

As regiões onde o enoturismo se desenvolveu com sucesso, têm em comum uma relativamente alta concentração geográfica de quinta vitivinícolas numa determinada

área. Por outras palavras, o factor chave de sucesso é a existência de um número crítico (mínimo) de quintas vitivinícolas numa determinada área (que ofereçam produtos enoturísticos), especialmente se localizadas a não mais de uma hora de carro de uma área turística reconhecida e maior (como Lisboa e Algarve em Portugal, a Cidade do Cabo na África do Sul ou Beijing na China).

A existência destes aglomerados enoturísticos são condição necessária para gerar um caudal crítico de fluxos enoturísticos que possibilitem a viabilidade económica de estruturas permanentes de acolhimento. Esta viabilidade é, claro, aos níveis microeconómico (funcionamento regular de salas de prova de vinho e restaurantes) mas também territorial/regional (viabilidade para um operador turístico programar excursões vitivinícolas regulares).

8. IMPLICAÇÕES PARA O ENOTURISMO NO ALENTEJO

A região enoturística do Alentejo é ainda, relativamente, jovem (quando comparada com outras mais tradicionais como o Douro e Bordéus). Não obstante, nos últimos anos, a sua imagem como região produtora de vinho e região de destino turístico tem visto um espectacular reconhecimento (nacional e internacional) e um grande aumento no número de ofertas criadas. Estes novos produtos turísticos vão desde pequenas iniciativas de índole privada a grandes injeções de capital em investimentos enoturísticos, passando por diferentes iniciativas de promoção local e sub-regional.

Paralelamente, o Alentejo é uma das regiões vitivinícolas com maior crescimento em Portugal (em volume), encarando os problemas da competição e da estagnação (e até redução) na procura e consumo de vinho como qualquer outra região vitivinícola no mundo. A sua excelente e reconhecida imagem como destino turístico, a (reconhecida) qualidade do vinho produzido, as iniciativas emergentes de enoturismo de alta qualidade, e a sua proximidade a dois importantes pólos turísticos (Lisboa e Algarve, que dispõem de suporte aéreo e, de num futuro não longínquo, do desenvolvimento e crescimento do aeroporto de Beja), parecem providenciar as condições mais que necessárias para o uso do enoturismo como uma ferramenta (de sucesso) para promover e vender vinho alentejano. As mesmo tempo, e pelas mesmas razões, o Alentejo tem o enorme potencial para poder criar uma série de novos e lucrativos produtos turísticos desenvolvidos em torno da temática vitivinícola.

Apesar deste potencial o que parece faltar em muitos casos é a compreensão da dinâmica e da lógica de funcionamento do enoturismo quer da perspectiva do cliente quer do operador turístico. O risco que se corre é de não gerar as condições necessárias à viabilidade dos produtos e, eventualmente, à perda do dinheiro investido (nos negócios turísticos) ou, em último caso, de não ser capaz de manter a adegas (a actividade vitivinícola) lucrativa dadas as limitadas estruturas de distribuição disponíveis.

Através destas observações e conclusões obtidas da análise cuidada de numerosos exemplos de sucesso noutras regiões vitivinícolas (nacionais e internacionais), espera-se, com este trabalho, poder contribuir de forma efectiva para o sucesso económico da região vitivinícola do Alentejo.

WINE TOURISM CONSUMER BEHAVIOUR FRAMEWORK: THE ROLE OF MOTIVATION, PRODUCT INVOLVEMENT AND PURCHASE INTENTION.

ABSTRACT

This paper aims to explore wine tourism consumer profile and propose a conceptual framework that enables to understand the consumer's motivations as a predictor of the intention to opt for a wine tourism programme. More specifically, the objective is to present a research model proposal about wine tourism consumers' behaviour, taking into account their motivations and product involvement. At the end, the aim is to provide insights about 'who' are potential wine tourism consumers and their product involvement and motivations.

The focus of this study is the wine tourism consumer's profiling and behaviour, based on socio- demographic variables and psychographic variables. The objective is to understand the relevance of those variables to explain wine tourism consumer's behaviour and also to propose the mediator role of product involvement on the relation between motivations and purchase intention.

In order to assess to wine tourism consumers' profile and motivation, the motivational approach and product involvement developed by ALEBAKI *et al.* (2015) and purchase intention variable developed by SCHLOSSER *et al.* (2006).

The theoretical framework proposed might help to support organizations to better understand the wine tourism consumer behaviour. It also enables managers and marketers to target and develop better market strategies for these segments.

KEYWORDS: Wine tourism, wine marketing, consumer behaviour, consumer segmentation, innovation.

1. INTRODUCTION

Wine tourism is an emerged form of alternative tourism that combines both the wine and tourism industries. It is becoming increasingly important for wine-growing regions.

Wine marketers are faced with insufficient empirical data when examining wine tourism consumers' profile and behaviour. This issue is a critical success factor for marketers to implement more effective strategies to target consumers and also for managers that aim to promote excellence and innovation in wine tourism market.

Although identifying the wine tourist has been an important dimension in previous studies, information about wine tourism consumer behaviour is rather limited (ALONSO AND ALANT, 2007). Much of the information about wine tourists has been inferred from the suppliers' perspective rather than from the consumers (MITCHELL *et al.*, 2000). Empirical evidence coming directly from consumer's side is needed to develop a more attractive and innovative wine tourism targeted products.

Does wine tourism apply to only one specific type of consumers? What are the main motivations to visit wine regions? Which relation exist between consumer's profile and motivation and the intention to opt for a wine tourism programme?

The objectives of the present paper are to introduce a theoretical framework that could support organizations to better understand the wine tourism consumer behaviour and to present a model that help green marketers to better understand how green consumer thinks and acts and enable them to target and develop better market strategies for these segments.

2. WINE TOURISM

Wine tourism is considered an emerged form of alternative tourism that combines both the wine and tourism industries. It is becoming increasingly important for wine-growing regions and it has been recognized as part of agricultural tourism, rural tourism, cultural tourism, industrial tourism and special-interest tourism.

According to GETZ AND BROWN (2006), wine tourism is based on the desire to visit wine producing regions or in which travelers are induced to visit wine producing regions, and wineries in particular, while travelling for other reasons.

This tourism activity is “simultaneously a form of consumer behaviour, a strategy by which destinations develop and market wine-related attractions and imagery, and a marketing opportunity for wineries to educate and to sell their products directly to consumers” (GETZ AND BROWN, 2006). From consumers’ perspective, wine tourism is defined as: “visitation to vineyards, wineries, wine festivals and wine shows for which grape wine tasting and/or experiencing the attributes of a grape wine region are the prime motivating factors for visitors” (HALL *et al.*, 2000).

The importance of wine tourism is growing and it becomes relevant for the industry to understand more deeply consumer behaviour so that offers can be more attractive and innovative. Most part of the information regarding wine tourists has been obtained from the suppliers’ perspective rather than from the consumers’ side (MITCHELL *et al.*, 2000). Therefore, empirical evidence coming directly from consumers is in great need to develop a more accurate strategy.

Although identifying the wine tourist has been an important dimension in previous studies, information about wine tourism consumer behaviour is rather limited (ALONSO *et al.*, 2007).

Wine marketers are faced with insufficient empirical data when examining wine tourists’ characteristics and behaviour. This issue is a critical success factor for marketers to implement more effective strategies to target consumers and also for managers that aim to promote excellence and innovation in wine tourism market.

2.1 Wine Tourism Motivations

Market segmentation is based on a mix between socio-demographic and psychographic variables. According to BRUWER *et al.* (2002) visitors with similar demographics may present considerable differences concerning their attitudes, lifestyle and wine consumption behaviour. Therefore, in combination with psychographic variables, such as motivations, lifestyle, interests, values, personality, should also be used as criteria for segmentation and provide a better insight into 'who' exactly the wine tourist is (GALLOWAY *et al.*, 2008).

Some researchers have identified the primary motivations of wine tourists being 'wine tasting and purchasing' (HALL *et al.*, 2000; ALANT AND BRUWER, 2004), and secondary motivations such as 'socializing', 'learning about wine', 'entertainment', 'rural setting', 'relaxation' (HALL *et al.*, 2000; CARMICHAEL, 2005; BRUWER AND ALANT, 2009).

The wine tourism experience is more than drinking wine (ROBERTS AND SPARKS, 2006). The Push–Pull Theory (CROMPTON, 1979), push factors include the benefits of wine (GETZ *et al.*, 2008), which are linked with pull factors, namely particular attributes. The combination of push and pull factor are the driving forces that enable the decision of the consumer to visit the wine region or the winery (MITCHELL *et al.*, 2000) and, as consequence, help to shape the attractiveness of each destination.

MITCHELL *et al.* (2000) have made a distinction between 'primary' (for example, wine tasting and purchasing) and 'secondary' wine tourism motivations (attending to food and wine events).

According to ALANT AND BRUWER (2004), motivation has three sub-dimensions of motivation, namely: the visitor; the wine region; and the visit dynamic.

Similarly, GETZ AND BROWN (2006) suggest critical features of wine tourism experiences for consumers include three core dimensions: "core wine product", "core destination appeal", and "the cultural product". Several studies examined the relative importance of motivations in influencing potential wine tourists' destination choice. Table 1 presents a summary of findings.

Table 1. Review sum-up of the motivations that influence potential wine tourists' destination choice

Author	Participants	Motivational Factors
YUAN <i>et al.</i> (2005)	Wine Festival Attendees	Wine; Festival and Escape; Family Togetherness; Socialization.
GETZ AND BROWN (2006)	Potential Wine Tourists	Core Wine Product; Core Destination Appeal; The Cultural Product; Variety; Tourist oriented.
SPARKS (2007)	Potential Wine Tourists	Destination Experience; Personal Development; Core Wine Experience;
GALLOWAY <i>et al.</i> (2008)	Actual Wine Tourists	Wine and winery related features; Reputation; Learning; Value for money; Staff knowledge;
COHEN AND BEN-NUN (2009)	Potential Wine Tourists	Winery Atmosphere; Cultural Activities; Family Activities.
CLEMENTE-RICOLFE <i>et al.</i> (20012)	Potential Wine Tourists	Interest in Wine; Leisure; Cultural Heritage.
MARZO-NAVVARO and PEDRAJA-IGLESIAS (2012)	Potential Wine Tourists	Winery Services, Extra Activities; Core Destination Appeal; Touristic Development; Cultural Product
ALEBAKI <i>et al.</i> (2015)	Winery Visitors	Core Wine Product; Vineyard Aesthetics; Educational Experience; Familiarity; Reputation and Novelty; Socialization.

2.2 Product Involvement

According to BRUWER AND HUANG (2012), wine product involvement refers to a motivational state of mind of a person with wine or wine related activity. It reflects the relation between personal relevance of the-wine related decision and the individual in terms of one's basic values, goals, and self-concept.

Several studies suggest that the level of involvement with wine affects also wine tourism pursuits (BROWN *et al.*, 2007; GETZ AND CARLSEN, 2008). ALEBAKI *et al.* (2015) have detected a relationship between product involvement and motivations for wine tourism behaviour.

2.3 Purchase Intention

This study focuses on purchase intention rather than behavior, because intention has wider implications and will often have a positive impact on an individual's actions (AJZEN AND DRIVER, 1992; SCHLOSSER *et al.*, 2006).

The socio-demographic variables that are taken into consideration are gender, age, nationality, income and education level.

3. CONCEPTUAL FRAMEWORK

The conceptual framework, presented in Figure 2, suggests that a number of motivations can be used as predictors for the consumer intention to opt for a wine tourism programme (purchase intention).

Based on their review of the literature, each motivator (core wine product; vineyard aesthetics; educational experience; familiarity; reputation and novelty; socialization) is proposed to have a positive effect on purchase intention of a wine tourism programme. Then, the wine tourism motivations are proposed to be ascertain as a multidimensional concept (ALEBAKI *et al.*, 2015) so that we can have an overall perception of the magnitude of concept to influence purchase intention.

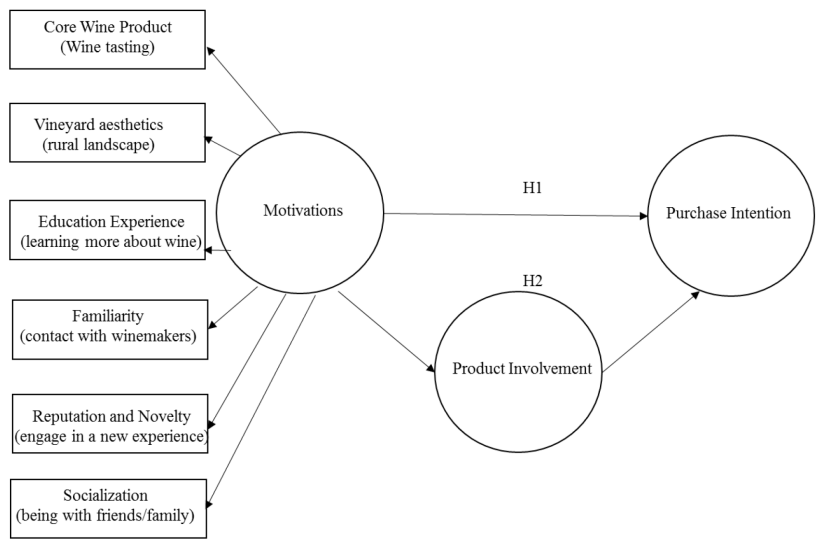
The motivation multidimensional approach is based on ALEBAKI *et al.* (2015) study that has revealed that core wine product, vineyard aesthetics, educational experience are primary motivations whereas familiarity, reputation and novelty and socialization are considered secondary.

The hypothesis are as follows and presented in the Figure 1:

H1 – There is a direct a positive relation between motivations and purchase intention of wine tourism programmes.

H2 – Product involvement mediates positively the relation between motivations and purchase intention of wine tourism programme.

Figure 1. Conceptual Model



4. DISCUSSION

Marketers indicate that improving the understanding about the wine tourism consumer's motivations is becoming more important in light of the increasing dynamic and competitive wine tourism market. In this sense, improving the interaction between consumer's motivation and purchase intention is challenging.

With the aim of stimulating more research on wine tourism and marketing integration, the presented conceptual framework in this paper proposes a set of integrating motivations that

help to explain the purchase intention of potential wine tourism customers.

The multidimensional concept of motivation (includes core wine product; vineyard aesthetics; educational experience; familiarity; reputation and novelty; socialization) is proposed to have a direct and positive effect on purchase intention of wine tourism programmes. It is also proposed that product involvement (relation with the wine and destination) might act as a mediator, and though having an indirect effect, on the relation between motivations and purchase intention.

The proposed framework also suggests a new direction for research on wine tourism marketing, based on consumer's perspective and enhancing consumer's insights into business strategy.

5. BIBLIOGRAPHY

- Alant, K., Bruwer, J. (2004), "Wine tourism behaviour in the context of motivational framework for wine regions and cellar doors", *Journal of Wine Research*, Vol. 15, No. 1, pp. 27-37.
- Ajzen, I., Driver, B. (1992), "Application of the theory of planned behaviour to leisure choice", *Journal of Leisure Research*, Vol. 24, pp. 207-24.
- Alebaki, M., Iakovidou, O. (2010), "Segmenting the Greek wine tourism market using a motivational approach", *New Medit*, Vol. 9, pp. 4, pp. 31-40.
- Alebaki, M., Menexes, G., Koutsouris, A. (2015), "Developing a multidimensional framework for wine tourist behavior: evidence from Greece", *Wine Economics and Policy*, Vol. 4, pp. 98-109.
- Alonso, A., Fraser, R., Cohen, D. (2007), "Does age matter? How age influences the winery experience", *International Journal of Culture, Tourism and Hospitality Research*, Vol. 1, No. 2, pp. 131-138.
- Bruwer, J., Alant, K. (2009), "The hedonic nature of wine tourism consumption: an experiential view", *International Journal of Wine Business Research*, Vol. 21, No.3, pp. 235-257.
- Carmichael, B., (2005), "Understanding the wine tourism experience for winery visitors in the Niagara region", *Tourism Geographies*, Vol. 7, No.2, pp. 185-204.
- Clemente-Ricolfi, J., Escriba-Pérez, C., Rodríguez-Barrio, J., Buitrago-Vera, J. (2012), "The potential wine tourist market: the case of Valencia", *Journal of Wine Research*, Vol. 23, No. 2, pp. 185-202.
- Cohen, E., Ben-Nun, L. (2009), "The important dimensions of wine tourism experience from potential visitors' perception", *Tourism and Hospitality Research*, Vol. 9, No. 1, pp. 28-31.", *Ann.Tour.Res.*6(4), 408-424.
- Crompton, J. (1979), "Motivations of pleasure vacations", *Annals of Tourism Research*, Vol. 6, No.4, pp.408-424.
- Galloway, G., Mitchell, R., Getz, D., Crouch, G., Ong, B., (2008), "Sensation seeking and the prediction of attitudes and behaviours of wine tourists", *Tourism Management*, Vol. 29, No.5, pp. 950-966.
- Getz, D., (2000), "Explore wine tourism: management, development, destinations". New York: Cognizant.
- Getz, D., Brown, G., (2006), "Critical success factors for wine tourism regions: A demand analysis", *Tourism Management*, Vol. 27, No.1, pp. 146-158.
- Getz, D., Carlsen, J. (2008), "Wine tourism among Generations X and Y", *Tourism*, Vol. 56, No.3, pp. 257-270.
- Hall, C., Johnson, G., Cambourne, B., Macionis, N., Mitchell, R., Sharples, E. (2000), "Wine tourism: An introduction", In C.M. Hall, E. Sharples, B. Cambourne, N. Macionis (Eds.), *Wine Tourism around the world: development, management and markets*, pp. 1-23, Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Marzo-Navarro, M., Pedraja-Iglesias, M. (2012), "Critical factors of wine tourism: incentives and barriers from the potential tourist's perspective", *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, Vol. 24, No. 2, pp. 312- 334.
- Mitchell, R., Hall, C. M., McIntosh, A. (2000), "Wine Tourism and Consumer Behaviour". In C.M. Hall, E. Sharples, B. Cambourne, N. Macionis (Eds.), *Wine Tourism around the world: development, management and markets*, pp. 115-135), Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Schlosser, A., White, T., Lloyd, S. (2006), "Converting web site visitors into buyers: how web site investment increases consumer trusting beliefs and online purchase intentions", *Journal of Marketing*, Vol. 70, pp. 133-48.
- Sparks, B. (2007), "Planning a wine tourism vacation. Factors that help to predict tourist behavioural intentions", *Tourism and Management*, Vol. 28, No. 5, pp. 1180- 1192.
- Yuan, J., Cai, L., Morrison, A., Linton, S. (2005), "An analysis of wine festival attendees' motiva-

tions: a synergy of wine, travel and special events?”, *Journal of Vacation Marketing*, Vol. 11, No.1, pp. 41-58.

A IMPORTÂNCIA E AS NOVAS TENDÊNCIAS DA OFERTA DO ENOTURISMO

Mário CRAVIDÃO

RESUMO

O Enoturismo é uma atividade muito importante para a promoção e aumento das vendas de vinho, das suas marcas, para a captação de novos públicos consumidores e geradora de receitas adicionais para as adegas. O Enoturismo está em pleno desenvolvimento internacional. É também o caso em Portugal, onde a oferta é maioritariamente sinónimo de provas de vinho, visitas guiadas às instalações e às vinhas. Portugal é o 11º maior produtor mundial de vinho e o turismo apresenta um singular dinamismo com o número de hóspedes a crescer 10% em 2014, provenientes de países como o Reino Unido, Espanha, França, Alemanha e Brasil. Procura-se neste artigo fazer uma análise e reflexão sobre o âmbito e as diferenças do Enoturismo no Novo e Velho mundo e avaliar a dimensão das principais regiões enoturísticas internacionais em termos de visitantes e negócio. Procura-se também fazer uma caracterização da oferta enoturística nacional e analisar as oportunidades de desenvolvimento desta oferta em função de novas tendências internacionais. Recomendações são feitas no sentido do desenvolvimento da personalização da experiência, do reforço do relacionamento desejavelmente mais emocional com os produtores e de programas familiares.

Palavras-chave: Enoturismo, Oferta, Tendências

1. CONCEITO E ATIVIDADES DE ENOTURISMO

Numa das mais famosas definições de Enoturismo de acordo com HALL *et al.* (1998), o Enoturismo é explicado como sendo “...visita a vinhas, estabelecimentos vinícolas, feiras de vinho, espetáculos de vinho de modo a provar os vinhos dessas regiões, sendo esses os fatores principais da visita”. Segundo GETZ (2000) o Enoturismo pode ser analisado de acordo com três perspetivas: dos produtores de vinho, das agências turísticas e dos consumidores e que vai possibilitar que haja uma abordagem de Marketing diferenciada. Os produtores de vinho aproveitam o Enoturismo para se promover e venderem os seus produtos sem intermediários a consumidores, as agências de turismo para promoverem um destino em que são agregadas um conjunto de atrações e serviços relacionados com a produção de vinho e finalmente os consumidores para satisfazer a necessidade de experiências relacionadas com o vinho (PINA, 2010). Esta visão tripartida do Enoturismo é seguida por O’NEILL *et al.* (2000), MACIONIS *et al.* (1998) que consideram que a vinha/adega, o vinho como produto e o visitante são os elementos fundamentais que formam o mix do Enoturismo. O Enoturismo tem um conjunto de características que lhe dão relevância de que são exemplos: a importância da

experiência para o consumidor, a oferta e procura do vinho, a formação do consumidor, a gastronomia, a incorporação do Enoturismo na imagem do destino turístico e que devem ser uma oportunidade de Marketing (CHARTERS, 2002). O Enoturismo está também intimamente ligado às zonas rurais. A grande maioria dos destinos enoturísticos inclui pequenas cidades ou aldeias de baixa densidade populacional e onde a agricultura é uma das atividades principais. As regiões vitivinícolas na comunicação de Marketing feita ao visitante são por vezes posicionadas como “paraísos rurais” (GETZ *et al.*, 2006; TELFER, 2001). Mas o Enoturismo também pode ter uma dimensão urbana já que adegas/caves, festivais e eventos de vinho podem estar localizados em cidades de grande dimensão (INÁCIO, 2007). Na abrangência do Enoturismo incluem-se as Rotas de Vinho, as Aldeias Vinhateiras, as visitas guiadas a quintas com produção Vitivinícola, as visitas às Caves e Adegas, as visitas a Centros de Interpretação e Centros de Visitantes, os Museus do Vinho e da Vinha, os Festivais e Eventos Enoturísticos, os Cruzeiros ou os passeios de helicóptero e os SPAs Vitivinícolas (INÁCIO, 2007; SIMÕES, 2008). São também atividades enoturísticas: a prova de vinhos, os cursos de enologia, as aulas de gastronomia, a visualização das operações de produção e engarrafamento, a participação nas vindimas, a compra de vinhos e produtos regionais, a estadia e as refeições nas unidades de enoturismo (CHARTERS *et al.*, 2002; INÁCIO, 2007; TURISMO DE PORTUGAL, 2006a).

2. VANTAGENS DO ENOTURISMO

O Enoturismo é importante pela criação complementar de emprego e geração de rendimento nas zonas rurais e ao tornar-se uma alternativa do destino turístico tradicional de sol e praia. Nesse sentido, ajuda inclusive a fixar a população no interior. De uma forma global promove o crescimento da economia local ou regional pelo aumento do número de visitantes e que consequentemente se materializa no incremento do emprego e das receitas para os restaurantes, hotéis e comércio (PINA, 2010; QUINTAL *et al.*, 2015; BRUWER, 2003). O Enoturismo beneficia os produtores de vinho pela notoriedade e imagem que lhes possibilita criar. As adegas tradicionalmente são transformadas num local de exposição e venda ao mesmo tempo que diminui o esforço de Marketing pelo aproveitamento das iniciativas e promoção do gestor da rede e/ou do território (QUINTAL *et al.*, 2015; TELFER, 2001). No sentido da promoção de uma região e para tirar o devido proveito do Enoturismo, deve existir um esforço conjunto de cooperação e colaboração em rede de uma série de entidades como autarquias, hotéis, restaurantes, centros de saúde, centros de emprego e o suporte das infraestruturas que contribuem para o sucesso de um projeto de Enoturismo (PINA, 2010; SIMÕES, 2008). O Enoturismo possibilita também aumentar as vendas no retalho das marcas de vinho provadas nas visitas e o reforço da sua imagem de marca.

3. O ENOTURISMO NO MUNDO E EM PORTUGAL

3.1 O Novo e o Velho Mundo

Não só são as castas e a forma de conceber o vinho que diferem do Novo para o Velho Mundo europeu. Com menor concentração de capital e onde predominam as pequenas empresas familiares, as empresas europeias fazem tradicionalmente a exploração do Enoturismo como parte de uma Rota de Vinhos (CHARTERS *et al.*, 2002; BRUWER, 2003; SIMÕES, 2008). Por seu turno, nos novos países produtores de vinho, o Enoturismo desenvolveu-se rapidamente atingindo uma grande dimensão no número de visitas e de negócio. É o caso por exemplo da Austrália, país pioneiro em 1998 no debate desta temática pela apresentação de uma estratégia nacional de Enoturismo e que levou a que este país ainda seja visto como uma referência pelo seu modelo (BOATTO *et al.*, 2013) e rede de relações estabelecida entre adegas, autoridades de turismo e agências governamentais. São também identificadas um conjunto de boas práticas das adegas australianas nomeadamente pela combinação do vinho a concertos de música e à gastronomia que podem levar à atração de muitos milhares de visitantes em fins de semana (LOCKS *et al.*, 2005). Nos EUA, Nappa Valley é reconhecida como a capital do mundo não oficial de Enoturismo e valorizada pela a inovação do seu produto enoturístico como os SPAs vitivinícolas (INÁCIO, 2007). O sucesso do Enoturismo na Califórnia manifesta-se na receção em média 21 milhões de turistas por ano nas suas regiões vinícolas (WINE INSTITUTE, 2014). As adegas do Novo Mundo procuraram também transformar-se e ter uma maior capacidade de resposta à procura (BOATTO *et al.*, 2013) quando, por exemplo, se compara a grande capacidade de visita das adegas Argentinas (com médias de 10 mil visitantes anuais) com a baixa capacidade de receção europeias, como as italianas ou mesmo as portuguesas. Para superar a menor tradição vitivinícola existente nos países do Novo Mundo, o turismo desde sempre assumiu um papel muito importante na divulgação do vinho, no aumento da faturação da adega (FÁVERO *et al.*, 2007) ou no fortalecimento das suas marcas (ZAMORA *et al.*, 2007). Ao contrário, nos países do Velho Mundo europeu, e particularmente em França, os grandes produtores de vinho que granjeavam de notoriedade e capacidade de escoamento da sua produção de vinhos, não sentiram qualquer necessidade de fomentarem o turismo como forma de autopromoção ou para a sustentabilidade do negócio. Ao invés, os pequenos e médios produtores europeus, tiveram a necessidade de encarar o Enoturismo como uma oportunidade para ganhar mais visibilidade (INÁCIO, 2007), apesar da necessidade de investimentos para a criação das condições adequadas de receção de grupos e de recursos humanos para manter uma política de portas abertas aos enoturistas. Para trabalhar corretamente a oferta enoturística haverá que compreender também os segmentos dos seus clientes. A abordagem mais comum na segmentação dos enoturistas aponta para 3 segmentos genéricos: os amantes do vinho, os interessados no vinho e os principiantes, segmentos muito próximos dos já identificados por HALL *et al.* (1998). Um estudo (GETZ *et al.*, 2006) concluiu também que o enoturista é, regra geral, um indivíduo trabalhador de meia-idade, com rendimento e nível de educação acima da média. Apesar da falta de estatísticas comparáveis e entidades controlado-

ras certificadas, a importância do Enoturismo pode-se também fazer com as seguintes comparações das Rotas de Vinho e dos mercados declarados de Enoturismo. Sendo o maior produtor de vinho e com uma excelente reputação dos seus vinhos, a França é apontada como um dos países líder na receção de enoturistas, estimados em 7,5 milhões em 2005, dos quais 2,5 milhões estrangeiros, com uma estadia média de 6 dias e com um gasto de 136€ por pessoa (NOVAIS *et al.*, 2009). Espanha, por seu turno, apresenta recentemente 21 rotas de vinho (superior às 15 francesas) das quais 17 são certificadas, com um número médio de visitantes anuais de 1,5 milhões e um gasto médio de 100€/dia (RECEVIN, 2012). Itália declara um impressionante número de 150 rotas de vinho, capazes de captar 4 milhões de visitantes e um gasto médio de 190€/dia. Independentemente da problemática e críticas em torno do mau funcionamento das rotas de vinho (COLUMBINI, 2013). A motivação dos enoturistas também difere na Europa e no Novo Mundo. Na Europa procura-se a gastronomia e a arquitetura das vilas ou aldeias produtoras, enquanto que no Novo Mundo, a motivação está mais orientada para a degustação do vinho (PINA, 2010).

3.2 A dimensão do Vinho e o Turismo em Portugal

Portugal é à longa data um importante produtor de vinho. Apesar da sua pequena dimensão territorial com 92.391 km², tem plantadas 224 mil hectares de vinha e é o 11.º maior produtor mundial de vinho. Como uma produção estimada de 6.2 milhares de hectolitros de vinho, em 2014, regista uma perda de 12,6% relativamente a 2000 explicadas pela requalificação e redução da área de vinha (ORGANISATION INTERNATIONALE DE LA VIGNE ET DU VIN, 2015). Os maiores produtores mundiais de vinho são a França, Itália e Espanha, países do Velho Mundo que ainda contam com 48% do total mundial. Contudo assiste-se a um rápido crescimento de países como a China, Austrália e em particular do Chile. Reconhece-se a importância da ligação entre o turismo de vinho e as exportações de vinho, que se espera que se possam reforçar mutuamente (ZAMORA *et al.*, 2007) e que a reputação e as exportações do vinho incentivem o turismo de Portugal. Os principais mercados de exportação de vinho são países como a Angola, EUA, Alemanha, França e Brasil (IVV, I.P., 2014). A exportação de vinho nacional já representa 45% da produção e alcançou um valor de 725 milhões de euros (VINI PORTUGAL, 2015). O ano de 2014 foi um ano de conquista de vários prémios para o vinho, mas mais importante ainda para o turismo para Portugal. Lisboa e Porto obtiveram relevantes reconhecimentos internacionais e em 2014 ficou evidenciado um rápido crescimento do turismo para Portugal com o valor das receitas e o número de hóspedes a crescerem 10% de países como Reino Unido, Espanha, França, Alemanha e Brasil (TURISMO DE PORTUGAL, 2014). Uma boa imagem da Marca País pode assim potenciar a venda de vinho e do turismo (ZAMORA *et al.*, 2007).

4. CARACTERIZAÇÃO DA OFERTA EM PORTUGAL E AS NOVAS TENDÊNCIAS

Em Portugal também não param de crescer o número de rotas de vinho, atualmente em 14, desde o seu projeto de 1993 promovido pela União Europeia (SIMÕES, 2008). O Enoturismo continua a ser um elemento estratégico do turismo nacional já que está inserido em dois produtos turísticos promovidos pelo Turismo de Portugal: Gastronomia e Vinhos e também no produto Touring Cultural e Paisagístico sob a forma das Rotas de Vinho (TURISMO DE PORTUGAL, 2006a; TURISMO DE PORTUGAL, 2006b). Na tentativa de compreender a oferta e a procura, o TURISMO DE PORTUGAL (2014) realizou um primeiro levantamento do Enoturismo a nível nacional e chegou à conclusão que em Portugal 91% dos estabelecimentos que praticam Enoturismo estão localizados numa Região Demarcada de vinhos e 88% pertencem a uma Rota de Vinhos. O conceito de “porta aberta”, à semelhança do que se passa noutros países do Velho Mundo, ainda não está enraizado, sendo necessário uma marcação prévia para a maioria das unidades. A grande maioria das unidades disponibiliza provas de vinho (97%), visitas guiadas às instalações (93%) e vinhas (79%), refeições temáticas (48%), participação na vindima (43%) e cursos de vinho (30%). Da oferta fazem parte atividades como a visualização de vídeos (27%), as provas de outros produtos (27%) e a pisa de uva (26%). Grande parte das unidades cobra um custo pela visita, mas esse valor é deduzido na compra de vinho e a larga maioria (88%) tem uma loja e um local próprio para as provas de vinho. O trabalho em rede é também promovido em particular com as empresas de turismo como agências de viagem ou de animação turística (59%). A promoção da oferta faz-se pelo site de internet (87%), mas este é reconhecidamente mal trabalhado em particular pela grande incapacidade de gerar visitas ao site (cerca de 54% não tem mais de 1.000 visitas por ano). A necessidade de trabalhar melhor a oferta de Enoturismo pelo site, com o reforço da capacidade de interatividade e personalização de conteúdos, foram igualmente sugeridos para alguns dos maiores produtores de vinho e Enoturismo em Portugal (CRAVIDÃO, 2012). Os visitantes internacionais fisicamente vêm principalmente de países como Reino Unido, França, Brasil, Espanha e Alemanha. Os operadores de Enoturismo em Portugal precisam também de desenvolver uma nova oferta baseada na segmentação dos interesses dos seus enoturistas (VINITUR, 2015). Inspirando-se na região de Aquitaine e Bordéus, que se quer afirmar internacionalmente como o centro do vinho, novas ofertas de Enoturismo estão a ser desenvolvidas como o envolvimento do enoturista na produção de vinhos à sua medida com a combinação de castas, a criação de experiências personalizadas como refeições com a participação dos produtores e da sua família, com o reforço da pedagogia através de cursos de degustação e com o desenvolvimento de atividades complementares para a família como jogos interativos ou caminhadas de descoberta da flora da região (BRANDIR, 2012). Do mesmo é desejável o desenvolvimento de experiências significativas com a degustação de vinho com provadores ou o envolvimento rural com o cultivo e colheita de produtos biológicos que poderão ser consumidos nos restaurantes locais (MARTINEZ *et al.*, 2012). Esse sentido de necessidade de inovar e de reforçar a experiência pode passar pela criação de semanas de eventos como as propostas para o Alentejo de Wine Innovation Experience (PANÓPLIA NUMÉRICA, 2015). A comunicação e promoção da

oferta deve ser cada vez mais realizada interactivamente através das redes sociais por questões de custo e medição de impacto, sem esquecer a importância da colaboração com os parceiros de Turismo ou membros da Rota do Vinho e a possibilidade de realização de promoções cruzadas das respetivas ofertas. Ao invés de se esperar numa atitude passiva pelo enoturista na Adega, sempre que economicamente possível, a comercialização da oferta deve ser feito junto de agências / operadores turísticos e enoturistas e com a participação nas principais feiras de turismo nacionais e internacionais como por exemplo a BTL Lisboa, Fitur Espanha, ITB Berlim e a WTM Londres.

5. CONCLUSÃO

O Enoturismo em Portugal é uma atividade da máxima importância para o vinho e para o turismo. As Adegas portuguesas, que já apresentam uma oferta relativamente variada, à semelhança das internacionais, devem agora procurar ir ao encontro das necessidades individuais dos enoturistas que cada vez mais nos procuram. A sua oferta deve ser cada vez mais personalizada às expectativas individuais e procurar adaptar-se às novas tendências como o desenvolvimento de programas familiares ou experiências mais pessoais ou emocionais de relacionamento com os produtores, sem esquecer a possibilidade combinação de ofertas que sejam únicas entre os aderentes das Rotas de Vinho.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boatto, V., Galletto, L., Barisan, L., & Bianchin, F. (2013). The development of wine tourism in the Conegliano Valdobbiadene area. *Wine Economics and Policy*, 2, pp. 93-101.
- Brandir - Marketing Estratégico & Operacional, Lda. (2012). *Oferta, tendências e propostas de melhoria no Enoturismo*. Palmela: Brandir.
- Bruwer, J. (2003). South African wine routes: Some perspectives on the wine tourism industry's structural dimensions and wine tourism product. *Tourism Management*, 24, pp. 423-435.
- Charters, S., & Ali-Knight, J. (2002). Who is the wine tourist? *Tourism Management*, 23, pp. 311-319.
- Columbini, D. C. (2013). Italian wine tourism and the web: a necessary wedding. *Wine Economic and Policy* 2, 111-113.
- Cravidão, M., & Reigadinha, T. (2012). EMarketing for Wine Tourism. *Enlightening Tourism. A Pathmaking journal*, pp. Vol. 2, 1, 2012, pp 1.-22.
- Fávero, I., & Antunes, J. (2007). Enoturismo en la Región Uva y Vino - Brasil. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 16, pp. 133-149.
- Getz, D. (2000). *Explore wine tourism: management, development, destinations*. Nova Iorque: Cognizant.
- Getz, D., & Brown, G. (2006). Critical Success Factors for Wine Tourism Regions: a Demand Analysis. *Tourism Management*, 27, pp. 146-158.
- Hall, M., & Macionis, N. (1998). Wine tourism in Australia and New Zealand. In R. Butler, M. Hall, & J. Jeckins, *Tourism and Recreation in Rural Areas*. Wiley.
- Inácio, A. I. (2007). O Enoturismo: da tradição à inovação, uma forma de desenvolvimento rural. *III Congresso de Estudos Rurais*. Faro: Sociedade Portuguesa de Estudos Rurais.

- IVV, I.P. (2014). *Estatísticas de Exportação/Expedição de Vinho Setembro 2014*. Retrieved 02 09, 2016, from Instituto da Vinha e do Vinho: <http://www.ivv.min-agricultura.pt/np4/37>
- Locks, E., & Tonini, H. (2005). Enoturismo: o vinho como produto turístico. *Turismo em Análise*, 16, pp. 157-173.
- Macionis, N., & Cambourne, B. (1998). Wine and food tourism in the Australian capital territory: exploring the links. *International Journal of Wine Marketing*, 10, pp. 5-16.
- Martinez, J., Trejo, J., Arredondo, C., & Contreras, S. (2012). Desarrollo Turístico en el valle de Guadalupe Baja California, Mexico. Ruralidad, producción de vinos y hoteles. *Global Conference on Business and Finance Proceedings*, pp. 1424-1428.
- Novais, C., & Antunes, J. (2009). O contributo do Enoturismo para o desenvolvimento regional: o caso das Rotas dos Vinhos. *1º Congresso de Desenvolvimento Regional de Cabo Verde* (pp. 1253-1280). Cidade da Praia: APDR - Associação Portuguesa para o Desenvolvimento Regional.
- O'Neill, M., & Charters, S. (2000). Service quality at the cellar door: implications for Western Australia's developing wine tourism industry. *Managing Service Quality*, 10, pp. 112-122.
- Organisation Internationale de la Vigne et du Vin. (2015). Retrieved 02 09, 2016, from <http://www.oiv.int/js/lib/pdfs/web/viewer.html?file=/public/medias/2777/report-mainz-congress-2015-oiv-en-7.pdf>
- Panóplia Numérica. (2015). *Plano Estratégico de Desenvolvimento e Promoção Turística para o Enoturismo no Alentejo e Ribatejo*. Panóplia Numérica.
- Pina, A. S. (2010). Estratégias de Marketing para o Enoturismo Português. *COGITUR - Journal of Tourism Studies*, 3, pp. 21-37.
- Quintal, V. A., Thomas, B., & Phau, I. (2015). Incorporating the Winescape into the Theory of Planned Behaviour: Examining "New World" Wineries. *Tourism Management*, 46, pp. 596-609.
- RECEVIN. (2012). *Rutas de Vino de Europa - Seminário Inovar e Qualificar a oferta Enoturística*. Palmela: Recevin.
- Simões, O. (2008). Enoturismo em Portugal: As Rotas de Vinho. *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 6, pp. 269-279.
- Telfer, D. J. (2001). Strategic Alliances along the Niagara Wine Routes. *Tourism Management*, 22, pp. 21-30.
- Turismo de Portugal. (2006a). *10 Produtos Estratégicos para o Desenvolvimento do Turismo em Portugal - Gastronomia e Vinhos*. Lisboa: Turismo de Portugal, ip.
- Turismo de Portugal. (2006b). *10 Produtos Estratégicos para o Desenvolvimento do Turismo em Portugal - Touring Cultural e Paisagístico*. Lisboa: Turismo de Portugal, ip.
- Turismo de Portugal. (2014). *Os Resultados do Turismo, DPP*. Retrieved 01 05, 2015, from Turismo de Portugal: <http://www.turismoportugal.pt/Portugu%C3%AAs/ProTurismo/estat%C3%ADsticas/an%C3%A1lisesestat%C3%ADsticas/osresultadosdoturismo/Documents/Jan%20a%20setembro%202014%20-%20Os%20resultados%20do%20Turismo.pdf>
- Viniportugal. (2015). *Viniportugal*. Retrieved 02 09, 2016, from www.viniportugal.pt: <http://www.viniportugal.pt/OSector>
- Vinitur. (2015). *O desenvolvimento do turismo do vinho: o que fazer?* Retrieved 02 09, 2016, from [Viniportugal: http://www.viniportugal.pt/wysiwyg/ODesenvolvimentodoTurismoVinho.pdf](http://www.viniportugal.pt/wysiwyg/ODesenvolvimentodoTurismoVinho.pdf)
- Wine Institute. (2014). *CA Wine Stat Profile 2014*. Retrieved 02 11, 2016, from [www.wineinstitute.org](http://www.wineinstitute.org/files/CA_Wines_Stat_Profile_2014_0.pdf): http://www.wineinstitute.org/files/CA_Wines_Stat_Profile_2014_0.pdf
- Zamora, J., & Barril, M. (2007). Turismo y Vino: Un Estudio Formativo sobre la Evolución de las Rutas del Vino en Chile. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 16, pp. 173-194.

