

AGROTEC®

revista técnico-científica agrícola

NEMÁTODES
DE QUISTO DA
BATATEIRA

AGRICULTURA
BIOLÓGICA

MELHORAMENTO
DE FRAMBOESAS

O SILÍCIO
NA PLANTA

36

A RESILIÊNCIA DA
AGROGLOBAL 2020

COMPETITIVIDADE E
SUSTENTABILIDADE
DO MORANGO

O COMBATE AO MÍLDIO NA
VITICULTURA MODERNA

INOVAÇÃO EM
POMÓIDEAS



ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS E DEGRADAÇÃO DO SOLO NO INTERIOR DE PORTUGAL – UM COCKTAIL EXPLOSIVO PARA AS CULTURAS PERENES



FIGURA 1. Efeitos do défice hídrico em olival de sequeiro (esquerda e direita: sintomatologia visível em frutos e folhas; centro: elevada abscisão foliar).

Carlos Correia¹, M. Ângelo Rodrigues²

¹ Centro de Investigação e de Tecnologias Agroambientais e Biológicas, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (CITAB – UTAD)

² Centro de Investigação de Montanha, Instituto Politécnico de Bragança (CIM – IPB)

Palavras-chave: Défice hídrico, Desertificação, Elevada temperatura, Pacto Verde, Serviços ecossistémicos.

POTENCIAIS EFEITOS DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NAS CULTURAS PERENES

As mudanças no sistema climático à escala global provocadas pelo aumento da concentração de gases com efeito de estufa na atmosfera irão sofrer um agravamento ao longo do século XXI. No interior de Portugal, são esperados aumentos da temperatura média, especialmente durante a noite, diminuição da precipitação anual, não obstante o provável aumento de eventos de precipitação intensa, e a maior ocorrência de fenómenos extremos (por exemplo, ondas de calor abrasador e de seca, tempestades de granizo), conduzindo a um cenário futuro de maior evaporação e diminuição da disponibilidade de água no solo. Assim, as principais culturas perenes do interior do país (oliveira, videira, amendoeira e castanheiro) irão estar sujeitas a um agravamento das condições ambientais, traduzido na amplificação de eventos de stresses como défice hídrico, altas temperaturas e elevada irradiância solar, incluindo radiação ultravioleta.

A maior pressão será colocada sobre o castanheiro, dada a sua preferência por

zonas mais frias/menor altitude. Por outro lado, apesar da boa capacidade adaptativa das outras espécies a condições adversas, é preciso ter em consideração que um gasto considerável de recursos energéticos é investido em mecanismos de defesa das plantas, o que compromete a sua produtividade potencial e, em casos limite, em situações de elevada intensidade e/ou grande duração do(s) stress(es), a capacidade de defesa pode ser ultrapassada, conduzindo a prejuízos severos nas culturas.

Entre outros processos afetados, a redução da disponibilidade de água, indiscutivelmente o maior dos problemas em clima mediterrânico, provoca efeitos negativos na turgescência, expansão e divisão celulares, na suscetibilidade das moléculas biológicas a reações de degradação oxidativa, na absorção de nutrientes e na atividade fotossintética, acabando por conduzir a reduções da expansão vegetativa e da capacidade produtiva (Figura 1).

«As mudanças no sistema climático à escala global provocadas pelo aumento da concentração de gases com efeito de estufa na atmosfera irão sofrer um agravamento ao longo do século XXI»

Em relação aos efeitos na qualidade, os estudos apontam para situações díspares, em função do grau de stress e de outras condições ambientais e práticas culturais (por exemplo, fertilização) prevaletentes. Assim, é comumente aceite que o défice hídrico moderado melhora o potencial de qualidade para a produção de vinho tinto, em parte porque devido à interrupção precoce do crescimento da parte aérea e à diminuição da razão polpa/película, há um aumento da concentração de compostos fenólicos, sendo igualmente estimulada a biossíntese de compostos aromáticos (frutados).

Em oposição, quando um certo limiar de défice hídrico é ultrapassado, os efeitos positivos podem desaparecer. Com efeito,

RESUMO

A agricultura é uma fonte importante de emissões de gases com efeito de estufa, contribuindo fortemente para as alterações climáticas e, ao mesmo tempo, é um dos setores económicos mais afetados, particularmente devido à modificação dos padrões de precipitação e temperatura. Sendo as regiões com clima mediterrânico “pontos quentes” das alterações climáticas, são esperados efeitos negativos nas culturas perenes no interior de Portugal, especialmente sob regime de sequeiro. Ao mesmo tempo, assistimos à degradação do solo, fenómeno que potencia as causas e as consequências das alterações climáticas nas culturas. Neste artigo apresentamos uma visão crítica das duas grandes ameaças ambientais e socioeconómicas e deixamos em aberto possíveis soluções, de forma a minimizar os impactos da mudança no clima e a preservar para as gerações futuras este recurso natural, limitado e não renovável a curto prazo.



é geralmente consensual que stresses severos e prolongados provocam diminuição da qualidade do mosto, para além dos efeitos negativos na produção do ano e dos anos subsequentes (Baeza *et al.*, 2019). Situação muito semelhante relativamente à concentração fenólica ocorre em azeitonas e no azeite obtidos a partir de plantas que cresceram sob limitação hídrica, onde são usualmente encontradas maiores concentrações, o mesmo acontecendo ao teor de gordura (Gonçalves *et al.*, 2020).

Contudo, a partir de um certo limiar, o aumento da qualidade conferido pelos compostos fenólicos e o aumento do rendimento em gordura não é compensado pelas perdas em quantidade, pelo que as estratégias de rega deficitária serão sempre a melhor opção. Por outro lado, os efeitos sobre outros indicadores de qualidade do azeite são geralmente inconsistentes, atendendo a que não são reportadas influências significativas da disponibilidade de água na acidez, índice de peróxidos, absorvência no ultravioleta e composição em ácidos gordos (Brito *et al.*, 2019). As vantagens da rega deficitária regulada foram igualmente verificadas na qualidade da amêndoa, com maiores teores de glicose (potencial efeito na doçura) e de compostos voláteis, o que implica uma potencial melhoria da qualidade sensorial (Lipan *et al.*, 2019).

Por outro lado, as temperaturas elevadas também afetam a produtividade, nomeadamente quando atingem as plantas nas suas fases mais críticas, em resultado do aumento da taxa de respiração e de danos oxidativos com efeitos colaterais na atividade enzimática, transporte de eletrões, degradação de pigmentos fotossintéticos e proteínas e, em consequência, senescência foliar precoce, bem como perturbações na floração e vingamento dos frutos. Pela relevância e especificidade no contexto das alterações climáticas, interessa ainda destacar que o aumento mais pronunciado da temperatura durante a noite, especialmente associado ao acréscimo do número de noites tropicais (temperatura mínima superior a 20 °C), para além de provocar o aumento da taxa de respiração, com influência negativa na produtividade, conduz a incrementos da taxa de transpiração noturna, fundamentalmente em resultado do aumento do défice de pressão de vapor, o que contribui para a redução da eficiência do uso da água.

Neste particular, é de realçar que muitas espécies apresentam taxas de transpiração noturna significativas, podendo atingir, em determinadas condições edafoclimáticas, valores até 35% da transpiração total diária (Montoro *et al.*, 2020). Não temos dúvidas dos custos escondidos do aquecimento noturno sobre o rendimento das culturas, pelo que a redução da transpiração noturna deverá ser um alvo primordial da investigação no curto prazo.

Por sua vez, o efeito das elevadas temperaturas sobre a qualidade está pouco estudado, com exceção do que acontece em vitivinicultura onde as temperaturas extremamente altas estão associadas a conteúdo alcoólico excessivamente alto, degradação de ácidos orgânicos, inibição da síntese de antocianinas, o que afeta a cor e o aroma, bem como a maior concentração de alguns compostos fenólicos que podem conduzir a maior adstringência dos vinhos (Sweetman *et al.*, 2014; Teixeira *et al.*, 2013). Em amendoeira, foi verificada a redução do tamanho da amêndoa pelo calor acima do normal na primavera. A elevada temperatura aumenta a taxa de respiração (duplica em resposta ao aumento de 10 °C) e reduz a atividade fotossintética a temperaturas superiores a 32 °C, pelo que é mais limitada a quantidade de fotossimilados que pode ser desviada para os frutos em desenvolvimento.

«As vantagens da rega deficitária regulada foram igualmente verificadas na qualidade da amêndoa, com maiores teores de glicose (potencial efeito na doçura) e de compostos voláteis»

As mudanças nos padrões de temperatura e precipitação, juntamente com o aumento dos níveis de CO₂ atmosférico, também podem alterar a capacidade competitiva de infestantes, pragas e doenças, que se pode refletir na produtividade e qualidade das colheitas, bem como na necessidade de modificar algumas práticas culturais. Assim, por todas as razões invocadas, será de esperar o agravamento da variabilidade interanual das produções, que acabará por se manifestar em questões de segurança alimentar e pressão sobre os preços.

Indiscutivelmente, os efeitos adversos das alterações climáticas far-se-ão sentir com maior acuidade na agricultura de se-

queiro, a mais ingrata, menos tecnológica e muito pouco competitiva, mas a que ocupa maiores áreas e a que continuará a predominar no interior do país. Com efeito, em plantas em adequado estado hídrico, os problemas induzidos pelos outros stresses referidos são muito menos relevantes. Por isso, é importante criar alternativas para diminuir a dependência da agricultura do interior em relação ao clima, sendo fundamental o investimento no regadio (também no Norte e Centro do país), incluindo a expansão e a manutenção das infraestruturas existentes, assente numa política de preços e tarifários da água competitivos e equilibrados. Contudo, a irrigação, por si só, não resolverá todos os problemas. São imperiosas medidas, simultâneas, que tenham em atenção a seleção de espécies e variedades (diversidade/descontinuidade, devem fazer parte do manual de boas práticas), bem como as respetivas áreas e densidades de plantação, e que possibilitem o aumento da eficiência do uso da energia, dos nutrientes minerais e da água, premiando quem é mais eficiente e penalizando (severamente) quem é ineficaz.

É sensato fazer uma agricultura compatível com o clima (por exemplo, a precipitação) que temos, até porque a disponibilidade e a qualidade da água vão diminuir. Sim, mantendo-se o *status quo*, o grande lago do Alqueva não será suficiente para manter a “explosão” da agricultura no Alentejo. Com o agravamento do índice de aridez irá aumentar muito o risco de salinização (e sodiização) dos solos, o que será (mais) uma ameaça à sustentabilidade do regadio. Não podemos deixar de “olhar a História”. O mar (agora deserto) Aral na Ásia central desapareceu em quarenta anos, e muito antes (de Cristo), o declínio da civilização Suméria (com a queda da produtividade agrícola) foi resultado da salinização das terras irrigadas.

Infelizmente, nestas condições, a maioria das espécies usadas na alimentação sofre danos consideráveis no seu metabolismo, fundamentalmente em resultado de problemas osmóticos (indução de défice hídrico), iónicos (toxicidade e inibição competitiva) e do inevitável stresse oxidativo. Contudo, o risco de salinização pode ser minimizado, desde logo com dotações de rega e qualidade da água (é preciso ir acompanhando a condutividade elétrica) adequadas.



A DEGRADAÇÃO DO SOLO E AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

Intimamente associado às alterações climáticas está o avanço do processo de degradação global dos solos. Para além da salinização, as maiores ameaças à degradação do solo são, entre outras, a erosão, a compactação e a diminuição do teor de matéria orgânica e da atividade biológica, processos com profundas interligações. São várias as áreas do Interior de Portugal (de Trás-os-Montes ao Algarve) que apresentam elevado grau de degradação dos solos, estando as causas relacionadas com características orográficas que se associam a atributos pouco favoráveis como espessura reduzida e textura grosseira (baixa capacidade de armazenamento de água), com condicionalismos climáticos, incluindo variabilidade da precipitação, chuvas muito intensas, e padrão de temperaturas que favorece a decomposição da matéria orgânica, e com práticas culturais comprovadamente negativas do ponto de vista da sustentabilidade do solo, entre as quais se destacam a remoção do coberto vegetal, as lavouras intensas, não raras vezes no sentido do maior declive, e a poluição química, resultante de fertilização desequilibrada e da aplicação excessiva de pesticidas, que potenciam a perda de atividade biológica dos solos.

No contexto das alterações climáticas em curso, as mobilizações tradicionais não são aconselhadas para as culturas perenes, pois provocam uma grande destruição de raízes. A destruição das raízes causa uma importante perda de tecidos que obriga a árvore a despendar recursos fotossintéticos valiosos na sua imediata regeneração. Por

outro lado, a destruição do sistema radicular implica uma menor capacidade de absorção de água e minerais e uma alteração no equilíbrio (necessário) entre a parte aérea e a parte radicular, e conduzem também a uma menor capacidade para estabelecer associações simbióticas entre raízes e fungos micorrízicos. Para além do papel interessante no estado hídrico e nutritivo, as endomicorizas arbusculares são particularmente importantes porque estimulam a atividade fotossintética das plantas (e assim a capacidade produtiva) por um mecanismo de retroação positiva, bem como são responsáveis pela produção de glomalina, uma glicoproteína hidrofóbica termoestável relevante na estabilidade dos agregados do solo (e assim na porosidade e na retenção de água) e no sequestro de carbono, azoto e metais pesados.

Por isso, a acumulação de glomalina, um bom indicador da saúde do solo, contribui para a mitigação e adaptação às alterações climáticas. Mas os efeitos nefastos das mobilizações não se ficam por aqui, atendendo a que tornam o solo mais suscetível à erosão hídrica (Figura 2), diminuem a taxa de infiltração, promovem a compactação (agravada com a utilização inadequada de maquinaria pesada) e, assim, levam a maior resistência à penetração radicular para zonas do solo mais profundas, e aceleram a degradação da matéria orgânica. Aqui chegados, é preciso recordar algumas funções da matéria orgânica, maioritariamente em concentrações baixas ou muito baixas nos solos do interior de Portugal e com tendência para diminuir.

A saber: retenção de calor, aumento da capacidade de retenção de água, aumento da difusão de ar e água, aumento da capacidade de troca catiónica e da retenção de metais nocivos às plantas, aumento da capacidade tampão do solo, reserva de minerais essenciais e suporte à atividade biológica no solo. Reverter a diminuição dos teores de matéria orgânica contribuirá para aumentar a resiliência à desertificação no interior do país.

«No contexto das alterações climáticas em curso, as mobilizações tradicionais não são aconselhadas para as culturas perenes, pois provocam uma grande destruição de raízes»

Em suma, todas estas (e outras) formas de degradação dos solos agravam os efeitos perniciosos das alterações climáticas, particularmente os decorrentes da menor disponibilidade de água, sendo igualmente verdadeiro que as alterações climáticas exacerbam a degradação dos solos. Ou seja, estamos perante um *cocktail* explosivo para a sustentabilidade das principais culturas perenes do interior, as que vão permitindo a satisfação de necessidades básicas a milhares de famílias, precisamente nas regiões que lutam, há muito, contra outros tormentos como o envelhecimento, o despovoamento e a carência de serviços fundamentais. Diminuição da qualidade de vida das populações, abandono das terras, agravamento de problemas ambientais vários, movimentos migratórios, agravamento do défice



FIGURA 2. Efeitos de erosão hídrica em olival adulto (esquerda) e olival jovem (direita).



alimentar e da segurança alimentar, subida e maiores oscilações de preços, pobreza, instabilidade social e económica são algumas consequências prováveis se não forem tomadas, já, as medidas adequadas.

Há 50 anos, Camilo de Mendonça, um transmontano visionário, dizia “Eu acredito, eu sonho com um Nordeste mais próspero, mais consciente, capaz de dar vida e assegurar trabalho a todos os seus filhos, disposto a constituir um exemplo de trabalho, de ordem, de paz num mundo revolto pelas intrigas, ódios e paixões”. Há poucos dias, Francisco Pavão, outro impulsionador da agricultura do interior, escreveu “Urge, a muito curto prazo, intervir nestes territórios desertificados, sobretudo do ponto de vista humano, promovendo o rejuvenescimento das explorações e a fixação de jovens no interior do país, através de medidas de discriminação positiva no apoio às explorações agrícolas, mas também medidas de incentivo fiscal e social”. Enquanto docentes do ensino superior e investigadores, vimos corroborar os pensamentos dos nossos conterrâneos. Acreditamos no sonho de um interior de Portugal mais próspero e na urgência de medidas de discriminação positiva. Para conseguir aquele desiderato, destacamos a necessidade de implementação de práticas de regeneração da qualidade do solo, descarbonização e fomento da economia circular.

Há poucos dias, dez ministros da União Europeia, entre os quais o Ministro do Ambiente Português, entregaram uma carta à Comissão Europeia onde defendem que a crise atual “sem precedentes” deve ser enfrentada “sem repetir os erros do passado”. “Fazer da Recuperação da UE um *Green Deal*” (Pacto Ecológico). “Deveríamos começar a preparar-nos para reconstruir a nossa economia e introduzir os planos de recuperação necessários para trazer progresso e prosperidade renovados e sustentáveis para a Europa e os seus cidadãos”. Propõem “o aumento dos investimentos na mobilidade sustentável, em energias renováveis, na reabilitação de edifícios, na investigação e inovação, na economia circular e ainda na diversidade biológica”. Não podemos estar mais de acordo. Na parte que nos toca, andamos há muitos anos a fazer estas propostas de investigação e desenvolvimento (algumas atendidas, ultimamente, como se pode comprovar nos agradecimentos) e a divulgar pelas nossas comunidades essa visão. Mas é preciso

mais. Muito mais. Deixamos um alerta. Aos nossos decisores (Ministérios da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior, Agricultura, Ambiente e Ação Climática, Coesão Territorial, Administração Interna, Planeamento, Educação).

É inquestionável o notável avanço da investigação científica no país (sim, também no interior) em vários domínios nas últimas duas décadas. Mas que investigação centrada em agronomia e fertilidade/ciência dos solos vamos ter na próxima década? Hoje, já é baixa. Nos próximos dez anos a grande maioria dos quadros das nossas instituições de ensino/investigação deixarão a atividade. Quantos jovens com formação pós-graduada naquelas áreas estão a ser recrutados pelas nossas instituições? Que fração de investigadores estão a ser formados naquelas áreas? Também aqui é preciso discriminação positiva para esta área científica. Afinal, não há nenhum país próspero no mundo sem um setor primário forte.

As alterações dos padrões de temperatura do ar e de precipitação refletem-se também na temperatura do solo, o que pode afetar, em maior ou menor extensão, a abundância, atividade e diversidade de comunidades microbianas e de invertebrados do solo, pelo que importantes funções dos ecossistemas como a decomposição e ciclagem de nutrientes podem ser severamente modificadas no futuro. A este propósito é preciso enfatizar outros serviços dos solos associados aos serviços dos ecossistemas, como os serviços de aprovisionamento (alimentos, fibras, combustíveis), serviços de *habitat*, com uma tremenda reserva de biodiversidade, muitas ainda desconhecidas, serviços culturais (turismo, recreação, saúde física e mental, património cultural, científico e educacional) e os inegáveis serviços de regulação, incluindo da quantidade e qualidade da água, qualidade do ar e clima, desde logo por o solo ser um grande sumidouro de carbono.

Pelo exposto, torna-se premente tratar a degradação e promover a regeneração do solo, um recurso natural limitado e não renovável a curto prazo, como realçado no quadro do Objetivo 15.3 do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU (combater a desertificação, restaurar solos e terras degradadas), o que permitirá alcançar vários objetivos, entre os quais a adaptação e a mitigação às alterações climáticas, a conservação ou a melhoria da biodiversidade e dos serviços

dos ecossistemas relacionados e a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais. Em edição posterior da Revista Agrotec apresentaremos, com resultados de estudos de caso, soluções agronómicas sustentáveis que conciliam inovações tecnológicas com o regresso ao passado.

«As alterações dos padrões de temperatura do ar e de precipitação refletem-se também na temperatura do solo, o que pode afetar, em maior ou menor extensão, a abundância, atividade e diversidade de comunidades microbianas e de invertebrados do solo (...).»

AGRADECIMENTOS

“Novas práticas em olivais de sequeiro: estratégias de mitigação e adaptação às alterações climáticas”, com a referência PDR2020-101-032119, e “EGIS: Estratégias para uma gestão integrada do solo e da água em espécies produtoras de frutos secos”, com a referência PDR2020-101-030994, financiados pelo Fundo Europeu Agrícola de Desenvolvimento Rural (FEADER) e pelo Estado Português no âmbito da Ação 1.1 «Grupos Operacionais», integrada na Medida 1. «Inovação» do PDR 2020 – Programa de Desenvolvimento Rural do Continente; Projeto INNOVINE&WINE (NORTE-01-0145-FEDER-000038), cofinanciado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER) através do programa NORTE 2020.

BIBLIOGRAFIA

- Baeza, P., Junquera, P., Peiro, E., Lissarrague, J. R., Uriarte, D., Vilanova, M., 2109. Effects of Vine Water Status on Yield Components, Vegetative Response and Must and Wine Composition. In: Advances in Grape and Wine Biotechnology. Morata, A. e Loira, I. (ed.), IntechOpen, Londres, Reino Unido.
- Brito, C., Dinis, L.-T., Moutinho-Pereira, J., Correia, C. M., 2019. Drought stress effects and olive tree acclimation under a changing climate. *Plants* 8(7), 232.
- Gonçalves, A., Silva, E., Brito, C., Martins, S., Pinto, L., Dinis, L.-T., Luzio, A., Martins-Gomes, A., Fernandes-Silva, A., Ribeiro, C., Rodrigues, M. A., Moutinho-Pereira, J., Nunes, F. M., Correia, C. M., 2020. Olive tree physiology and chemical composition of fruits are modulated by different deficit irrigation strategies. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 100: 682–694.
- Lipán, L., Moriana, A., López Lluch, D. B., Cano-Lamadrid, M., Sendra, E., Hernández, F., Vázquez-Araújo, L., Corell, M., Carbonell-Barrachina, A. A., 2019. Nutrition quality parameters of almonds as affected by deficit irrigation strategies. *Molecules* 24(14): 2646.
- Montoro, A., Torija, I., Mañas, F., López-Urrea, R., 2020. Lysimeter measurements of nocturnal and diurnal grapevine transpiration: effect of soil water content, and phenology. *Agricultural Water Management* 229: 105882.
- Sweetman, C., Sadras, V. O., Hancock, R. D., Soole, K. L., Ford, C. M., 2014. Metabolic effects of elevated temperature on organic acid degradation in ripening *Vitis vinifera* fruit. *J. Exp. Bot.* 65(20): 5975–5988.
- Teixeira, A., Eiras-Dias, J., Castellarin, S. D., Gerós, H., 2013. Berry phenolics of grapevine under challenging environments. *Int. J. Mol. Sci.* 14, 18711–18739.