

Avaliação do balanço de água e de sais no solo em três culturas permanentes do perímetro de rega do Roxo

Water and salt budgets in three permanent tree crops in Roxo's irrigation district

T. Monteiro^{1,*}, T.B. Ramos², H. Darouich³, A.R. Oliveira², M. Farzamian⁴, N. Castanheira⁴, A.M. Paz⁴, C. Alexandre¹ & M.C. Gonçalves⁴

¹ Dept. de Geociências e MED, Universidade de Évora, apartado 94, 7002-554 Évora, Portugal

² MARETEC-LARSyS, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Portugal

³ LEAF – Landscape, Environment, Agricultural and Food, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Portugal

⁴ Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV), Oeiras, Portugal

(*E-mail: m47237@alunos.uevora.pt)

<https://doi.org/10.19084/rca.28640>

RESUMO

O regadio é fundamental para a produção agrícola em Portugal. As previsões de alterações climáticas mostram uma tendência para verões mais quentes e secos, e precipitação com uma maior irregularidade na sua distribuição. O aumento de evapotranspiração associado à rega poderá levar a uma maior concentração de sais no solo e por consequência, a um aumento do risco de salinização e da perda de produção das culturas. Por estas razões, a monitorização e controlo da salinização do solo são fundamentais para a sustentabilidade do regadio. Este trabalho teve como objetivo avaliar o balanço de água e sais no solo de três culturas permanentes (olival, amendoal, clementinas) situadas no perímetro de rega do Roxo, em Aljustrel, nos anos de 2019 e 2020. Foram monitorizados os teores de água e a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo a diferentes profundidades. Foi depois utilizado o modelo HYDRUS-1D para simular a dinâmica da água e sais no solo e avaliar a sustentabilidade das práticas agrícolas existentes. Os resultados demonstraram que não há um aumento da salinidade no solo nos três locais monitorizados, embora seja importante melhorar as práticas de rega para maximizar a eficiência do uso da água aplicada.

Palavras-chave: Salinização do solo, balanço hídrico, lixiviação, Hydrus-1D, rega gota-a-gota

ABSTRACT

Irrigation is fundamental for agricultural production in Portugal. Climate change forecasts show a tendency towards warmer, drier summers, and a reduction in precipitation depths and frequency. The increase in evapotranspiration associated with irrigation mal practices may lead to a higher concentration of salts in the soil, and consequently to an increased salinization risk and loss of crop production. For these reasons, the monitoring and control of soil salinization are essential for the sustainability of irrigated agriculture. This study aimed to evaluate the water and salts budgets in three permanent crops (olive grove, almond, clementines) located in Roxo's irrigation district, in Aljustrel, during the 2019 and 2020 growing seasons. The soil water content and the electrical conductivity of the soil saturation extract were monitored at different depths. The HYDRUS-1D model was then used to simulate the dynamics of water and salts in the soil profile and to evaluate the sustainability of existing agricultural practices. The results of this research showed that there is no increased risk of soil salinization in the three monitored sites, although it is important to improve irrigation practices to maximize the use efficiency of irrigation water.

Keywords: Soil salinization, water budget, leaching, Hydrus-1D, drip irrigation

INTRODUÇÃO

O solo é responsável, de forma direta ou indireta, pela produção da maioria dos alimentos consumidos e, por essa razão, tem de ser explorado com recurso a práticas agrícolas sustentáveis. A salinização é uma das principais causas da degradação do solo, com particular incidência nos climas áridos e semiáridos onde a agricultura de regadio é fundamental para o desenvolvimento socioeconómico e sobrevivência das populações.

No entanto, práticas de rega desajustadas das condições edafoclimáticas podem levar à acumulação de sais no perfil do solo, ao aumento do potencial osmótico e a quebras nas taxas de transpiração e da fotossíntese das culturas (Minhas *et al.*, 2020). As consequências são a perda de produção das culturas, degradação do solo e desertificação do território.

As alterações climáticas têm afetado Portugal de Norte a Sul, com tendências para temperaturas mais elevadas, que levam a uma maior evapotranspiração, e a precipitação mais irregular no tempo. No Alentejo, mais especificamente no perímetro de rega do Roxo, é praticada agricultura intensiva em solos muitas vezes com problemas estruturais, com capacidade de potenciar os riscos de salinização (Alexandre *et al.*, 2018). É, por isso, importante conhecer e monitorizar a presença de sais no solo de modo a minimizar estes riscos com a adoção de práticas de rega mais sustentáveis.

Para tal, devem ser utilizados modelos capazes de simular a dinâmica da água e o transporte de sais no solo e ajudar assim a prever o efeito das práticas agrícolas na qualidade do solo. No entanto, a utilização destes modelos necessita de um cuidadoso processo de calibração e validação para que as suas previsões sejam minimamente realistas, mas que geralmente está limitado pela falta de informação ao nível da parcela.

Assim, o objetivo principal deste estudo é (i) monitorizar a evolução do teor de água e da salinidade do solo em três culturas permanentes regadas do perímetro de rega do Roxo durante os anos de 2019 e 2020; (ii) simular a dinâmica da água e sais nos três locais de estudo com o modelo HYDRUS-1D (Šimůnek *et al.*, 2008); e (iii) conhecer o balanço de

água e sais no solo de modo a prever e prevenir os riscos de salinização do solo resultantes das práticas de rega atuais.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado em três campos experimentais localizados no perímetro de rega do Roxo, Aljustrel, entre 2019 e 2020. As culturas selecionadas foram um olival intensivo da variedade 'Picual', instalado num solo Vc (Calcário Vermelho); um amendoal da variedade 'Monterey', num solo Sr* (Mediterrâneo Vermelho, com materiais lateríticos, pedregoso); e um pomar de clementinas da variedade 'Oronules', num solo Pag (Mediterrâneo Pardo, para-hidromórfico) (SROA, 1970).

Todas as culturas foram regadas através de um sistema gota-a-gota. O teor de água do solo foi monitorizado de forma contínua com recurso a sondas capacitivas (EnviroPro MT, MAIT Industries, Austrália), colocadas na linha da cultura às profundidades de 0.1, 0.3, 0.5 e 0.7 m. O teor de sais dissolvido no solo (TDS) foi determinado em amostras perturbadas colhidas periodicamente às mesmas profundidades. A condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (EC_e) foi primeiramente determinada nessas amostras e posteriormente convertida para TDS através da seguinte relação:

$$TDS \text{ (g/l)} = 0.64 \times EC_e \text{ (dS/m)}$$

A condutividade elétrica da água de rega ($EC_{\text{água}}$) foi medida com um condutímetro, sendo o valor médio das amostras 0.72 dS/m.

O modelo HYDRUS-1D foi utilizado para simular o movimento vertical de água e o transporte de sais na região vadosa do solo. Este modelo utiliza a equação de Richards para o cálculo do movimento da água no solo e a equação de convecção-dispersão para o transporte de sais. As propriedades hidráulicas do solo foram descritas com as funções propostas por van Genuchten (1978). A salinidade do solo foi simulada através de um traçador não reativo representando a condutividade elétrica da solução do solo (EC_{ss}).

A calibração do modelo foi realizada por modelação inversa dos teores de água do solo medidos

às diferentes profundidades, em cada cultura, em 2019. As condições de fronteira superior foram definidas segundo a metodologia dos coeficientes culturais (K_c) duais (Allen *et al.*, 1998), que calcula separadamente a transpiração da cultura da evaporação do solo. As previsões do modelo foram depois validadas com os dados medidos em 2020.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Quadro 1 apresenta o balanço de água para as três culturas monitorizadas para o ano civil de 2019 e 2020. Destacam-se, a título de exemplo, as elevadas dotações anuais de rega aplicadas no amendoal e nas clementinas bem como as perdas por percolação.

Quadro 1 - Balanço hídrico no solo referente às três culturas permanentes nos anos 2019 e 2020

Ano	R mm	P mm	$\Delta\theta$ mm	T_p mm	T_r mm	E_r mm	DP mm
Clementinas							
2019	635	326	7	505	473	217	288
2020	858	484	4	499	482	219	661
Amendoal							
2019	649	326	-10	697	650	219	117
2020	772	484	-8	543	540	306	444
Olival							
2019	356	326	50	418	274	216	161
2020	323	484	5	413	337	241	282

Nota: R, rega; P, precipitação; $\Delta\theta$, variação do armazenamento de água no solo; T_p , transpiração potencial; T_r , transpiração real; E_r , evaporação do solo; DP, perdas por percolação.

O Quadro 2 apresenta o balanço de sais nos três locais monitorizados durante os anos de 2019 e 2020. As entradas correspondem aos sais adicionados pela rega e pela chuva, sendo naturalmente mais elevados nos casos onde as dotações de rega foram maiores. As saídas correspondem aos sais lixiviados da zona da raiz (profundidade de 1.2 m), calculados pelo modelo HYDRUS-1D. Por último, a componente solo representa o armazenamento de sais no solo, correspondendo à diferença entre as entradas e saídas.

Quadro 2 - Balanço de sais de três culturas permanentes diferentes para os anos 2019 e 2020

Ano	Entradas (ton/ha)	Saídas (ton/ha)	Solo (ton/ha)
Clementinas			
2019	3.2	5.3	-2.0
2020	4.3	7.5	-3.2
Amendoal			
2019	3.2	2.7	0.5
2020	3.9	7.7	-3.7
Olival			
2019	1.8	2.5	-0.6
2020	1.8	4.8	-3.0

Olhando para os resultados é fácil perceber que, face às práticas de gestão atuais, os riscos de salinização nos três locais monitorizados são muito reduzidos, uma vez que a maior parte dos sais adicionados com a rega acabam por ser lixiviados para fora da zona das raízes.

Havendo apenas uma exceção na cultura do amendoal no ano de 2019, onde houve um aumento de 0.5 ton/ha no teor de sais presentes no solo. Uma explicação possível desse valor é ter havido uma transpiração real elevada num ano onde a precipitação foi baixa, o que obrigou a que fossem aplicadas dotações de rega mais elevadas feitas com água mais salina que a da chuva, isso conjugado com perdas por percolação baixas, como se pode ver no Quadro 1, propicia o aumento de sais no solo. O facto do solo sobre o qual a cultura está instalada ser um solo mediterrâneo (Sr^*) com teor de argila superior a 40% no horizonte B, pode também levar a uma maior dificuldade na lixiviação dos sais e à acumulação dos mesmos nesse horizonte.

CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo dão a entender que os riscos de salinização nos três locais monitorizados são muito reduzidos, pelo menos a curto prazo, visto que a lixiviação de sais supera quase sempre as quantidades adicionadas na rega. O problema que advém destes valores elevados de lixiviação é a contaminação das águas subterrâneas, não só pelos sais da rega, mas também por outros contaminantes que serão eventualmente arrastados no processo.

No futuro, pretende-se avaliar os riscos de salinização nestes locais tendo em conta diferentes cenários de alterações climáticas.

AGRADECIMENTOS

Trabalho realizado no âmbito do projeto PTDC/AS-P-SOL/28796/2017 “Aumento da produtividade do regadio através do uso sustentado do solo, SOIL4EVER” financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia. As equipas têm o apoio da Associação de Beneficiários do Roxo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexandre, C.; Borralho, T. & Durão, A. (2018) - Evaluation of salinization and sodification in irrigated areas with limited soil data: Case study in southern Portugal. *Spanish Journal of Soil Science*, vol. 8, n. 1, p. 102-120. <https://doi.org/10.3232/SJSS.2018.V8.N1.07>
- Allen, R.G.; Pereira, L.S.; Raes, D. & Smith, M. (1998) - *Crop Evapotranspiration – Guidelines for Computing Crop Water Requirements*. Irrig. Drain. Paper 56. FAO, Rome, Italy.
- Minhas, P.S.; Ramos, T.B.; Ben-Gal, A. & Pereira, L.S. (2020) - Coping with salinity in irrigated agriculture: Crop evapotranspiration and water management issues. *Agricultural Water Management*, vol. 227, art. 105832. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105832>
- Šimůnek, J.; van Genuchten, M.Th. & Šejna, M. (2008) - Development and applications of the HYDRUS and STANMOD software packages and related codes. *Vadose Zone Journal*, vol. 7, n. 2, p. 587-600. <https://doi.org/10.2136/vzj2007.0077>
- SROA (1970) - *Carta dos Solos de Portugal (Esc. 1:50.000). 6ª Ed., Vol. I: Classificação e caracterização morfológica dos solos*. Secretaria de Estado da Agricultura. Lisboa, 162 p.
- van Genuchten, M.Th. (1980) - A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Science Society of America Journal*, vol. 44, n. 5, p. 892-898. <https://doi.org/10.2136/sssaj1980.03615995004400050002x>