



REGA EM SISTEMA FECHADO - CASO DE ESTUDO NA REGIÃO DO OESTE

Raquel SARAIVA^{1,2}, António MARQUES¹, José GREGO¹, Igor DIAS^{1,2,3}, Maria LOPES¹, Luís FERREIRA¹, Guilherme MARTINS¹, Sérgio FERREIRA⁶, Sofia RODRIGUES⁷, José FIRMINO⁸, Paulo MARIA⁹, Margarida OLIVEIRA^{1,2,4};

1 Escola Superior Agrária - Instituto Politécnico de Santarém, Quinta do Galinheiro - S. Pedro, 2001-904 Santarém, Portugal raquel.saraiva@esa.ipsantarem.pt antonio.marques@esa.ipsantarem.pt jose.grego@esa.ipsantarem.pt igor.dias@esa.ipsantarem.pt maria.lobes@esa.ipsantarem.pt luis.ferreira@esa.ipsantarem.pt guilherme.martins@esa.ipsantarem.pt margarida.oliveira@esa.ipsantarem.pt

2 UI_IPS - Instituto Politécnico de Santarém, Complexo Andaluz, 2001-902 Santarém, Portugal raquel.saraiva@esa.ipsantarem.pt igor.dias@esa.ipsantarem.pt margarida.oliveira@esa.ipsantarem.pt

3 MED - Mediterranean Institute of Agriculture, Environment and Development, Universidade de Évora, Portugal igor.dias@esa.ipsantarem.pt

4 LEAF - Linking Landscape, Environment, Agriculture And Food, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal margarida.oliveira@esa.ipsantarem.pt

5 Escola Superior de Educação - Instituto Politécnico de Santarém, Complexo Andaluz, 2001-902 Santarém, Portugal ana.loureiro@ese.ipsantarem.pt

6 AIHO - Associação Interprofissional de Horticultura do Oeste, Av. António José de Almeida 23A, 2530-113 Lourinhã, Portugal sergio.ferreira@aiho.pt

7 Carmo & Silvério, À-dos-Cunhados, Rua do Chofral, 2560-046 Torres Vedras, Portugal producao@carmsilverio.pt

8 Olhorta, Casal Pedrosas 31 Zona Industrial de Casalinhos de Alfaiata, 2560 À-dos-Cunhados, Portugal olhorta@gmail.com

9 Hortomaria, Rua Principal, 27, 2560-046 A-dos-Cunhados, Portugal paulo.hortomaria@gmail.com

RESUMO

O tomate é um dos principais frutos hortícolas cultivados em todo o mundo, contando com uma vasta procura ao longo de todo o ano, o que leva a que parte da sua produção seja realizada em estufa por forma a satisfazer as exigências de mercado. As crescentes preocupações ambientais e alimentares dos consumidores, bem como o necessário aumento de eficiência no uso de água, energia e fertilizantes, entre outros, por parte dos produtores, tornam imprescindível a adoção de práticas cada vez mais sustentáveis. Atualmente, em culturas sem solo, a solução nutritiva pode ser utilizada uma única vez e descartada ou reutilizada em sistemas fechados. Por forma a posicionar o tomate do Oeste como um produto de excelência no contexto europeu, de qualidade comprovada e consistente, mas também com elevados padrões de sustentabilidade, é necessário medir e avaliar a eficiência dos sistemas de rega existentes, incluindo os de recirculação. Neste trabalho são apresentados resultados preliminares, ao nível de estudo de caso, da monitorização de uma estufa na região do Oeste onde a recirculação de solução nutritiva é uma prática implementada. Este estudo pretende contribuir para a caracterização e melhoria dos sistemas existentes dando resposta aos desafios de utilização deste recurso e fornecendo conhecimento a outros produtores. O acompanhamento do estudo de caso decorrerá em dois ciclos culturais: ciclo de inverno/primavera, de dezembro a maio, e ciclo de verão/outono, de junho a novembro. Os parâmetros de base seguidos foram os da análise sumária de água de rega, porém ao longo dos ciclos serão acompanhados os parâmetros exigidos pela legislação vigente. Os pontos de amostragem são a) a drenagem, b) o reservatório onde ocorre a mistura com a precipitação, c) o reservatório após o tratamento e d) a solução nutritiva. Os resultados são analisados tendo em conta a sustentabilidade do sistema e a recuperação de água e nutrientes.

Palavras-Chave: Oeste; Recirculação de água; Recirculação de nutrientes; Práticas hortícolas; *Solanum lycopersicum*;

1. INTRODUÇÃO

O Oeste é uma das áreas nacionais mais influentes na produção de tomate fresco, sendo dominado por grandes empresas orientadas para a exportação, que têm vindo a incorporar inovações à medida que as estufas são substituídas e as marcas expandem a sua actividade (Baptista *et al*, 2015; Costa *et al*, 2015). Nos últimos anos, as estufas evoluíram para estruturas metálicas, com uso de janelas zenitais, sensores e controladores ambientais e sistemas de rega mais avançados, observando-se uma transferência crescente do solo para o cultivo sem solo, devido ao maior controlo na disponibilidade de água e nutrientes, aumentando assim a sua eficiência de utilização (Gomes, 2016).

Em culturas sem solo, a solução nutritiva (SN), composta por água e nutrientes, pode ser utilizada uma única vez e descartada ou reutilizada em sistemas fechados. Nestes últimos, a SN que não é utilizada pelas plantas é recolhida num sistema de drenagem, tratada e misturada com outras fontes de água e adicionados novos nutrientes de acordo com as necessidades das plantas em cada fase do ciclo produtivo. Esta recirculação da SN nas regas subsequentes permite o aumento da eficiência do uso da água e dos nutrientes (Montesano *et al.*, 2010).

Segundo dados da DGADR, atualizados em maio de 2018, a dotação de rega para tomate de estufa com sistema de rega gota-a-gota, utilizada quase exclusivamente, está compreendida entre 2600 m³.ha⁻¹.ano⁻¹ de agosto a fevereiro e 4975 m³.ha⁻¹.ano⁻¹ de janeiro a julho, tornando-se por isso importante promover a reutilização da SN excedente. A baixa reutilização de SN pode ser devida à necessidade de investimento inicial, motivada pela incerteza sobre a potencial redução de rendimento induzida pela salinização na zona radicular ou aos problemas associados com a potencial propagação de patogénicos das raízes das plantas e a possível acumulação de outros compostos (Cliff *et al.*, 2012; Rosberga *et al.*, 2014).

O aumento do conhecimento, através da monitorização de casos de estudo, pretende dar resposta às dificuldades decorrentes do enquadramento legal da SN drenada das culturas sem solo como resíduo industrial, enquadrada pelo DL n.º 236/98, e pela falta de resposta do DL n.º 119/2019 que estabelece o regime jurídico de produção de água para reutilização (ApR) e define os parâmetros a monitorizar nas ApR em função do tipo de uso. Embora se aplique, entre outros, à SN drenada caso se pretenda reutilizar para supressão das necessidades hídricas de outras culturas, o DL n.º 119/2019 exclui do seu âmbito a recirculação ou a reciclagem de água em circuito fechado. Importa por isso conhecer os sistemas utilizados numa das mais importantes regiões de produção de tomate de estufa do País por forma a sistematizar a informação, melhorar os sistemas existentes e apresentar opções validadas a outros produtores.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O acompanhamento do estudo de caso decorre em dois ciclos: ciclo de inverno/primavera e ciclo de verão/outono. O ciclo de inverno/primavera encontra-se atualmente a decorrer e compreende os meses de dezembro a maio. O ciclo de verão/outono compreende os meses de junho a novembro. O esquema simplificado do sistema de recirculação é apresentado na figura 1.

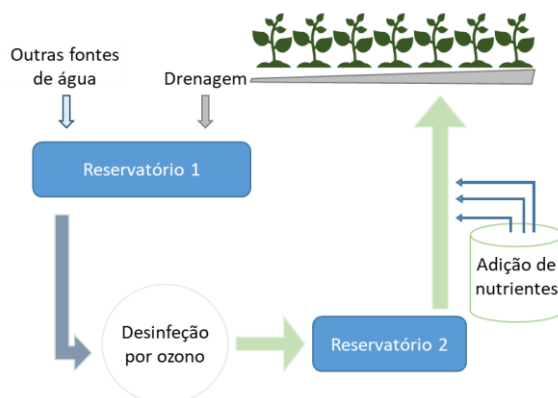


Fig. 1. Representação esquemática do sistema de recirculação

Na estufa, as plantas são mantidas em sacos de fibra de coco com orifícios na parte inferior de maneira a permitir a drenagem da SN. A SN drenada é encaminhada para um reservatório (Reservatório 1) onde é diluída com

outras fontes de água. Aquando da sua reutilização a água é filtrada, sofre desinfecção por ozono e é armazenada no Reservatório 2 para posterior utilização como nova solução nutritiva. A adição de nutrientes é realizada automaticamente, entre a reservatório 2 e a estufa, e é alimentada por cubas de mistura dos adubos, existindo o controlo contínuo do pH e da condutividade elétrica (CE) da solução por forma a manter no valor ótimo para a cultura.

Como ponto de partida para a caracterização do sistema foi realizada a recolha de amostra no reservatório 1 e os parâmetros determinados no laboratório de águas da Escola Superior Agrária de Santarém (ESAS) foram: pH, CE, bicarbonatos, cloretos, nitratos, cálcio, sódio, magnésio e SAR ajustado. Na Tabela 1 apresentam-se os parâmetros seguidos, o método de determinação e os respectivos valores Máximo Recomendado (VMR) e Máximo Admissível (VMA), segundo o DL n.º 236/98.

Uma vez que o reservatório 1 não tem cobertura, foi detectada a presença de macrófitas, as quais foram identificadas através de observação *in situ* e no laboratório de micropropagação de plantas da ESAS através de observação visual e comparação de exemplares.

Tabela 1. Parâmetros analíticos referentes à qualidade de água de rega

parâmetros	Expressão dos resultados	Método analítico	VMR DL 236/98	VMA DL 236/98
pH	Escala de Sorensen	Electrometria	6,5-8,4	4,5-9,0
salinidade em CE	dS.m ⁻¹ (20°C)	Electrometria	1	
bicarbonatos	mg.L ⁻¹	Neutrimetria		
cloretos	mg.L ⁻¹	Volumetria (mét. Mhor)	70	
nitratos	mg.L ⁻¹	Espectrometria de absorção molecular	50	
cálcio	mg.L ⁻¹	Fotometria de chama		
magnésio	mg.L ⁻¹	Fotometria de chama		
sódio	mg.L ⁻¹	Fotometria de chama		200
SAR ajustado	meq.L ⁻¹	Calculado	8	

A avaliação da qualidade da água ao longo dos ciclos culturais é realizada através de análise de parâmetros exigidos pela legislação para a água de rega nos pontos de amostragem determinados: a) Drenagem, b) Reservatório 1, c) Reservatório 2 e d) SN à entrada da estufa. Os resultados são analisados tendo em conta a sustentabilidade do sistema e a reutilização de água e nutrientes. A calendarização das recolhas de amostra para caracterização durante o ciclo de inverno é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Calendarização de amostragem e análise do ciclo de recirculação

Calendarização	Novembro 2019	Janeiro 2020	Fevereiro 2020	Abril 2020
a) Drenagem		x	x	x
b) Reservatório 1	x	x	x	x
c) Reservatório 2		x	x	x
d) Solução nutritiva		x	x	x

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Da análise sumária realizada, a gama de valores observados para a água de rega antes da desinfecção revela que o valor de pH observado foi de 6,9, estando dentro do intervalo de maior disponibilidade de nutrientes para as plantas, e que a CE está abaixo do VMR. Os bicarbonatos, 96 mg.L⁻¹, não constituem um problema uma vez que não se verificam condições para a formação de obstruções nas tubagens o que acontece habitualmente quando a concentração de bicarbonatos excede as 92 mg.L⁻¹ e o pH é superior a 7,5 (COTHN, 2004). A concentração de nitratos observada foi de 10,3 mg.L⁻¹, abaixo do VMR e os cloretos apresentaram valores próximos do VMR, 70 mg.L⁻¹. Os valores de sódio, cálcio e magnésio foram respectivamente 120; 26,1; e 7,3 mg.L⁻¹ o que resulta numa relação de absorção de sódio (SAR), abaixo do VMR, de 4,4.

A identificação das macrófitas aquáticas flutuantes resultou na identificação de *Lemna minor* e *Pistia stratiotes*, vulgarmente denominadas de lentilha-de-água e alface-de-água, esta última muito utilizada como planta ornamental em aquários e lagos. As macrófitas aquáticas são amplamente utilizadas no tratamento de efluentes, atuando na redução e remoção de nutrientes, compostos tóxicos, metais pesados e organismos patogénicos, podendo ser a chave para o funcionamento deste sistema sem a ocorrência de perdas de produção associadas à recirculação da solução nutritiva, obtendo-se alta produtividade e qualidade de produção.



Os resultados obtidos demonstram que existe a água recuperada sofre uma diluição adequada, encontrando-se por isso em cumprimento da legislação aplicável. A monitorização planeada, para os próximos ciclos produtivos, permitirá a caracterização completa do sistema e do seu balanço de nutrientes para o possível contributo para a utilização segura desta fonte de água e nutrientes.

Apesar dos resultados serem promissores, uma caracterização físico-química mais detalhada, a seguir durante os ciclos produtivos, e a amostragem em todos os pontos seleccionados são fundamentais para a caracterização do sistema e para o possível contributo para a utilização segura desta fonte de água e nutrientes.

AGRADECIMENTOS

O projeto TomatInov PDR2020-101-032136 é financiado pelo PDR2020 e cofinanciado pelo FEADER no âmbito da Operação - 1.0.1 Grupos Operacionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Santos MG, Roncon I, Pereira R, Carvalho SMP (2017) Caracterização da gestão da fertirrega e aplicação de produtos fitofarmacêuticos em culturas sem solo em Portugal 29 Actas Portuguesas de Horticultura, 1ª edição, I Congresso Luso-Brasileiro de Horticultura 01 A 04 Nov. 2017, Lisboa, 611-619.
- COTHN - Centro Operativo Tecnológico Hortofrutícola Nacional (2004) Relatório Dia de Campo - A qualidade da água de rega nos pomares na Região do Oeste, Auditório Cadaval, 3 de Março 2004, 1-3
- Montesano F, Parente A, Santamaria P (2010) Closed cycle subirrigation with low concentration nutrient solution can be used for soilless tomato production in saline conditions, *Sci Hort*, Vol. 124, Issue 3, 338-344, doi. 10.1016/j.scienta.2010.01.017
- Cliff MA, Li JB, Toivonen PMA, Ehret DL (2012) Effects of nutrient solution electrical conductivity on the compositional and sensory characteristics of greenhouse tomato fruit, *Postharvest Biol Tec.*, Vol. 74, 132-140, doi. 10.1016/j.postharvbio.2011.12.007
- Rosberga AK, Gruyerb N, Hultberga M, Wohankac W, Alsanius BW (2014) Monitoring rhizosphere microbial communities in healthy and *Pythium ultimum* inoculated tomato plants in soilless growing systems, *Sci Hort*, Vol. 173, 27, 106-113, doi. 10.1016/j.scienta.2014.04.036
- Baptista F, Murcho D, Silva L (2015) Assessment of energy consumption in greenhouse tomato production in the west region of Portugal. *Greensys2015 - International Symposium on New Technologies and Management for Greenhouses*, Évora, Portugal
- Costa JM, Reis M, Passarinho JA, Palha MG, Carvalho SMP, Almeida D, Ferreira ME (2015) Sustentabilidade ambiental da horticultura protegida em Portugal, in *Revista da Associação Portuguesa de Horticultura*, 118
- Gomes GJL (2016) Comparação de quatro porta-enxertos na cultura do tomate de estufa. Tese para obtenção de grau de Mestre em Engenharia Agronómica, ISA- Universidade de Lisboa 21 p.
- Montesano F, Parente A, Santamaria P (2010) Closed cycle subirrigation with low concentration nutrient solution can be used for soilless tomato production in saline conditions, *Sci Hort*, Vol. 124, Issue 3, 338-344, doi.10.1016/j.scienta.2010.01.017

LEGISLAÇÃO

Decreto-Lei n.o 236/98 de 1 de Agosto

Decreto-Lei n.o 119/2019 de 21 de Agosto

REFERÊNCIAS INTERNET

- DGADR - Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, Documento PDF - Dotações de Referência para Rega em Portugal Continental. Disponível em:
<<https://www.dgadr.gov.pt/rec/acao-7-5-uso-eficiente-da-agua>> Acesso em 20 de Dezembro de 2019