

## EFICÁCIA DE DIFERENTES PRODUTOS NO DESENTUPIMENTO DOS GOTEJADORES NUM SISTEMA DE REGA GOTA-A-GOTA

**João Salgueiro**

Escola Superior Agrária de Santarém, Instituto Politécnico de Santarém, Portugal

joaomcpsalgueiro@gmail.com

**Ana Paulo**

Escola Superior Agrária de Santarém, Unidade de Investigação do Instituto Politécnico de Santarém, Instituto Politécnico de Santarém

ana.paulo@esa.ipsantarem.pt

### RESUMO

Este trabalho tem como objetivo testar e comparar a eficácia do ácido fosfórico, do ácido nítrico, do “Oxi Premium 15” e do “Sulfacid” na limpeza dos gotejadores de um sistema de rega gota-a-gota instalado num olival superintensivo, localizado no concelho de Santarém. O trabalho foi desenvolvido durante o estágio curricular da licenciatura em Agronomia na ESAS, pelo primeiro autor. Para a realização do ensaio foram selecionados 80 gotejadores, distribuídos por quatro setores de rega, tendo sido realizadas medições do volume de água debitado durante um minuto. As medições foram efetuadas antes e depois da aplicação do produto de limpeza perfazendo um total de 160 medições. Avaliou-se a uniformidade de distribuição e o coeficiente de variação antes e após aplicação de cada produto, bem como a proporção de gotejadores totalmente desentupidos. Teve-se em consideração a média, o desvio padrão e o intervalo de confiança para a média da diferença de débito, antes e após aplicação do respetivo produto. Os resultados finais não são completamente conclusivos no que diz respeito à comparação entre produtos, no entanto observa-se que o ácido nítrico e o “Oxi Premium 15” são os mais eficazes na limpeza dos gotejadores e respetiva tubagem de rega. O “Sulfacid” é o produto que apresenta os resultados menos satisfatórios.

**Palavras-chave:** Desentupimento de gotejadores, ácido fosfórico, ácido nítrico, “Oxi Premium 15”, “Sulfacid”.

### ABSTRACT

The objective of this experiment is to test and compare the efficacy of phosphoric acid, nitric acid, and two commercial products, Oxi Premium 15 and Sulfacid, in cleaning the emitters of a drip irrigation system installed in a superintensive olive orchard located near Santarém. In the experiment the total of 80 emitters in four irrigation sectors were selected, 20 in each sector. Water volumetric samples of their flow were collected for 1 minute. The samples were collected before and after the product has been applied, making a total of 160 samples. The emitter performance and the efficacy of the cleaning products were evaluated using the coefficient of variation of emitter discharge (cv), the uniformity coefficient (UD), and the percentage of emitter clogging, before and after the emitter cleaning. The statistical analysis concerns the difference of discharge before and

after the product has been applied. The mean, the standard deviation and the confidence intervals for the discharge difference was assessed. The number of emitters that have reached the maximum discharge rate (50 mL/min.) was recorded. The final results are not completely conclusive regarding the comparison between products, however it is observed that nitric acid and Oxi Premium 15 are the most effective in the cleaning of drippers and irrigation piping. Sulfacid is the product with the least satisfactory results.

**Keywords:** Emitters cleaning in a drip irrigation system, phosphoric acid, nitric acid, "Oxi Premium 15", "Sulfacid".

## 1. INTRODUÇÃO

Em Portugal, o olival regado representa atualmente 22% dos 360 mil hectares de olival existentes. Mais de 46% da área regada tem densidades superiores a 300 árvores/ha (INE, 2016). Os olivais mais recentes, com elevadas densidades, classificados como intensivos ou super-intensivos, têm um alto grau de mecanização e são regados por sistemas de rega gota-a-gota (Mota-Barroso et al., 2013). A rega é efetuada com a dupla finalidade de fornecer a água necessária para compensar parcial ou totalmente as perdas de água da cultura por evapotranspiração e como meio de aplicação de fertilizantes, que são injetados na água de rega.

O presente trabalho foi desenvolvido num olival super intensivo visando operações de manutenção de um sistema de gota-a-gota, no início da campanha de rega.

A manutenção periódica é um requisito indispensável ao bom desempenho nos sistemas de rega gota-a-gota. A natureza da origem da água de rega, as práticas de injeção de nutrientes, as limitações dos equipamentos de filtração e as condições e práticas agrícolas locais tornam a manutenção do sistema de rega uma prioridade. A manutenção e conservação do sistema ajudará a diminuir as falhas e a manter o funcionamento correto das tubagens e dos emissores, garantindo a sua longevidade. É aconselhável estabelecer um programa de manutenção, tendo como objetivo principal a prevenção do aparecimento de problemas, através de verificações periódicas, com a finalidade de detetar atempadamente roturas, bloqueios e falhas no sistema que possam ser retificadas rapidamente (Netafim, 2014; Oliveira, 2011).

As linhas de gotejadores exigem maior atenção e mais tempo de inspeção em relação aos aspersores. Os tubos gotejadores necessitam de ser levantados, para os tirar debaixo das ervas e observar o seu funcionamento. Se os entupimentos são frequentes há que analisar o sistema de filtragem e a qualidade da água de rega. Uma vez que a fertirrigação é a combinação da rega e da fertilização os entupimentos podem ser causados quer pela água quer pelos fertilizantes injetados na água de rega.

As obstruções dos emissores/gotejadores podem ser causadas por agentes físicos, químicos e biológicos. A determinação da causa dessas obstruções pode ser complexa pelo facto dos vários agentes na água poderem interagir entre si, agravando o problema, sobretudo se for considerada a natureza dinâmica dos parâmetros de qualidade de muitas águas (Ravina et al., 1992). Os riscos de entupimentos associados à qualidade da água de rega são tratados exaustivamente por Nakayama & Bucks (1991).

Qualquer material presente na água que abastece o sistema de rega e que obstrua uma parte desse sistema é considerado um agente físico de entupimento, podendo ter origem orgânica ou inorgânica. Quando os sólidos em suspensão na água de rega ultrapassam 50 mg/L já existe risco de entupimento que é considerado severo para concentrações superiores a 100 mg/L (Liu & McAvoy, 2018). A rega com águas com minerais como o cálcio e o magnésio pode causar entupimentos devido à precipitação dos iões sob a forma de carbonatos e fosfatos; por outro lado se a água de rega tem uma concentração em ferro superior a 0,2 mg/L também poderá haver problemas sérios de entupimentos. As águas salinas e as águas residuais têm sido utilizadas como fonte alternativa de água em situações de escassez. Contudo a precipitação química devida a elevada concentração de catiões e/ou aniões na água, associados a um elevado pH (>5,3) causa entupimento dos gotejadores, variações de débito e redução acentuada do coeficiente de uniformidade do sistema (Lili et al., 2016; Liu & Huang 2009; Ravina et al., 1992). A

precipitação química também pode ocorrer devido a mudanças no pH, na temperatura, na concentração de oxigénio dissolvido e na concentração de outras substâncias na água de rega, causando obstruções que se formam gradualmente e que são mais difíceis de detetar (Lili et al., 2016). As obstruções de origem biológica podem ser causadas por vários organismos presentes na água. Pequenos organismos aquáticos, como ovos de caracóis e larvas, podem passar através dos filtros e desenvolver-se, formando colónias no interior dos tubos. Algas, actinomicetas e fungos também podem estar presentes nas fontes de água, sendo o seu crescimento favorecido por condições de repouso, iluminação, temperatura e nutrientes, como azoto e fósforo (Cordeiro, 2002).

A luta contra as obstruções compreende dois tipos de medidas, as preventivas e a recuperação dos emissores quando as obstruções já aconteceram. As medidas preventivas incluem filtragem da água, inspeção do campo, lavagem das linhas e, em alguns casos, tratamento químico. A recuperação dos emissores consiste na desobstrução parcial ou total dos gotejadores (Pizarro et al., 1990).

As obstruções resultantes da deposição de matéria orgânica e micro-organismos nas tubagens ou gotejadores, da sedimentação de matéria mineral ou a ambas são usualmente corrigidas através da aplicação de cloro, peróxido de hidrogénio, ácidos ou de uma combinação de ambos (Liu & McAvoy, 2018; Netafim, 2014; Oliveira, 2011; Pereira, 2004).

A uniformidade de distribuição da água considera a variação do volume de água aplicada nos diferentes pontos da parcela a regar. O principal objetivo da rega é que todas as plantas recebam o mesmo volume de água. A falta de uniformidade da rega é agravada devido a problemas de fabrico do equipamento, causando entupimento dos gotejadores, a um desadequado espaçamento entre gotejadores, pela variação de caudal aplicado, pela diferença de tempo de funcionamento das linhas laterais, por problemas de escoamento superficial e pela deficiente manutenção do sistema (Oliveira, 2011; Pereira, 2004). Uma baixa uniformidade de distribuição vai afetar negativamente as plantas, tanto por falta como por excesso de água, diminuindo a produção final e o rendimento económico.

A limpeza dos gotejadores num sistema de rega gota-a-gota é uma operação obrigatória e necessária todos os anos, devido à acumulação de impurezas durante a campanha anterior causada pelas regas e fertiregas necessárias para satisfazer as necessidades hídricas e nutricionais da cultura. Como o sistema ficou parado desde a última rega/fertirega ocorrida em setembro, é necessário incluir a limpeza dos gotejadores no itinerário cultural do olival superintensivo. Deste modo, o presente trabalho tem como objetivo estudar a eficácia de quatro produtos diferentes na limpeza das tubagens e no desentupimento dos gotejadores de um sistema de rega gota-a-gota, auxiliando a tomada de decisão quanto à sua escolha, tendo em conta todas as variáveis envolvidas.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Local do ensaio, qualidade da água e sistema de rega**

O ensaio para testar a eficácia de diferentes produtos na limpeza de um sistema de rega gota-a-gota foi realizado num olival superintensivo, na Quinta de Silva, concelho de Santarém. A Quinta de Silva (Figura 1) tem uma área de 60 hectares de olival com diferentes idades e variedades – Arbequina, Arbosana, Cobrançosa e Imperial.

O ensaio decorreu num olival com 13 anos de idade e um compasso de plantação de 3,75x1,35metros.

A água utilizada na rega é de origem subterrânea. As análises periódicas da água mostram que o pH toma valores entre 7,0 e 8,0 o que, de acordo com Liu & McAvoy (2018), corresponde a um risco moderado de entupimentos dos gotejadores durante a fertirrigação. As análises da água fornecem uma concentração em cálcio igual a 58 mg/L. Segundo Liu & McAvoy (2018) existem riscos de precipitação do cálcio, devido à injeção de ácido fosfórico na água de rega quando a sua concentração é superior a 50 mg/L.

O sistema de rega gota-a-gota relativo à área do ensaio é constituído por: (i) uma bomba acionada por um motor elétrico, responsável por captar a água do furo e por a encaminhar para o cabeçal de controlo; (ii) um cabeçal de controlo localizado antes da linha principal, constituído por um medidor de caudal, filtros, injetor de fertilizantes, válvulas de controlo de pressão, manómetros, bomba doseadora e painéis de registo; (iii) uma linha principal enterrada no solo; (iv) quatro linhas de derivação, enterradas no solo que conduzem a água desde a linha principal até ao respetivo setor de rega, sendo que no início de cada linha de derivação está instalada uma válvula para controlar o caudal do sistema e (iv) várias linhas laterais.



Figura 1. Imagem aérea da propriedade Quinta de Silva e aspeto do olival.

O espaçamento entre linhas laterais é de 3,75 metros e o sistema está dimensionado para que cada árvore seja regada pelo menos por um gotejador. As linhas laterais são constituídas por tubo de polietileno de 16 milímetros de diâmetro, o tubo gotejador, com gotejadores autocompensantes incorporados. O débito máximo de cada gotejador é de 50mL/min. Os gotejadores autocompensantes estão equipados com uma membrana elástica que assegura um débito constante, independentemente das variações de pressão na linha lateral. Nestes gotejadores a dissipação da energia da água é feita através de um labirinto inserido no gotejador, fazendo com que o percurso da água seja mais longo e tortuoso e originando redução na pressão. Estes gotejadores permitem uma melhor uniformidade de distribuição de água em terrenos topograficamente desiguais.

## 2.2. Produtos de limpeza testados e equipamento utilizado

Os quatro produtos aplicados no desentupimento foram o ácido fosfórico com uma concentração entre 72% e 75%, o ácido nítrico com uma concentração de 54%, o “Sulfacid”, fertilizante azotado e acidificante, e o “Oxi Premium 15”, desinfetante bactericida e fungicida. Os quatro produtos utilizados são ácidos, fator esse que é o grande responsável pelo desentupimento dos gotejadores e limpeza das tubagens.

Para ilustra as diferenças entre eles, são apresentadas as suas características em termos de fertilização e de remoção de obstruções nas tubagens e gotejadores.

O ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ ) tem a capacidade de eliminar substâncias orgânicas e minerais que estão a obstruir os gotejadores. É uma fonte de fósforo, imprescindível para a realização de uma correta fotossíntese (<http://www.agromatica.es>). O fósforo também intervém na respiração celular e no transporte e armazenamento de energia, devido à sua grande mobilidade no interior da planta. No entanto a sua aplicação como fertilizante é fortemente desaconselhada quando a concentração de cálcio na água é superior a 50 mg/L (Liu & McAvoy, 2018). O ácido nítrico

(HNO<sub>3</sub>) é uma fonte de azoto para as plantas sendo utilizado na fertilização (<http://www.fertiberia.com>). Pode também ser utilizado como medida preventiva ou corretiva no que diz respeito ao entupimento dos gotejadores, visto que a sua ação acidificante evita a formação de compostos insolúveis de cálcio e magnésio. O “Sulfacid” é um fertilizante com efeito acidificante e com uma ação reguladora do equilíbrio das diferentes formas de azoto, evitando os excessos de azoto nítrico (<http://www.timacagro.es>). Tal como o ácido nítrico, a sua acção acidificante e ajuda a remover os sedimentos orgânicos e minerais das tubagens e gotejadores. O “Oxi Premium 15” tem na sua composição ácido acético (CH<sub>3</sub>COOH), ácido peracético (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>3</sub>) e peróxido de hidrogénio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). É um desinfetante ácido e atua como higienizante (<http://www.terralia.com>; <http://www.tienda.sercopag.com>) através da sua ação oxidante sobre a matéria orgânica e como desincrostante de compostos inorgânicos insolúveis, responsáveis pela obstrução dos gotejadores. Atua no combate a microrganismos resistentes, como é o caso de bactérias, fungos e algas. Tem ainda a capacidade de eliminar os depósitos calcários presentes nos tubos e gotejadores.

Para a medição do caudal e pressão nos gotejadores foram utilizados os seguintes equipamentos (Figura 2): um copo medidor graduado em mililitros; uma fita verde para marcação das linhas e dos gotejadores em que foram medidos os caudais; um x-ato para cortar o tubo e colocar o medidor de pressão; um medidor de pressão com manómetro para verificar se a pressão da água na linha dos gotejadores estudados estava dentro dos limites recomendáveis (entre 1 e 2 bar) e um cronómetro para medir o tempo de débito de cada gotejador.

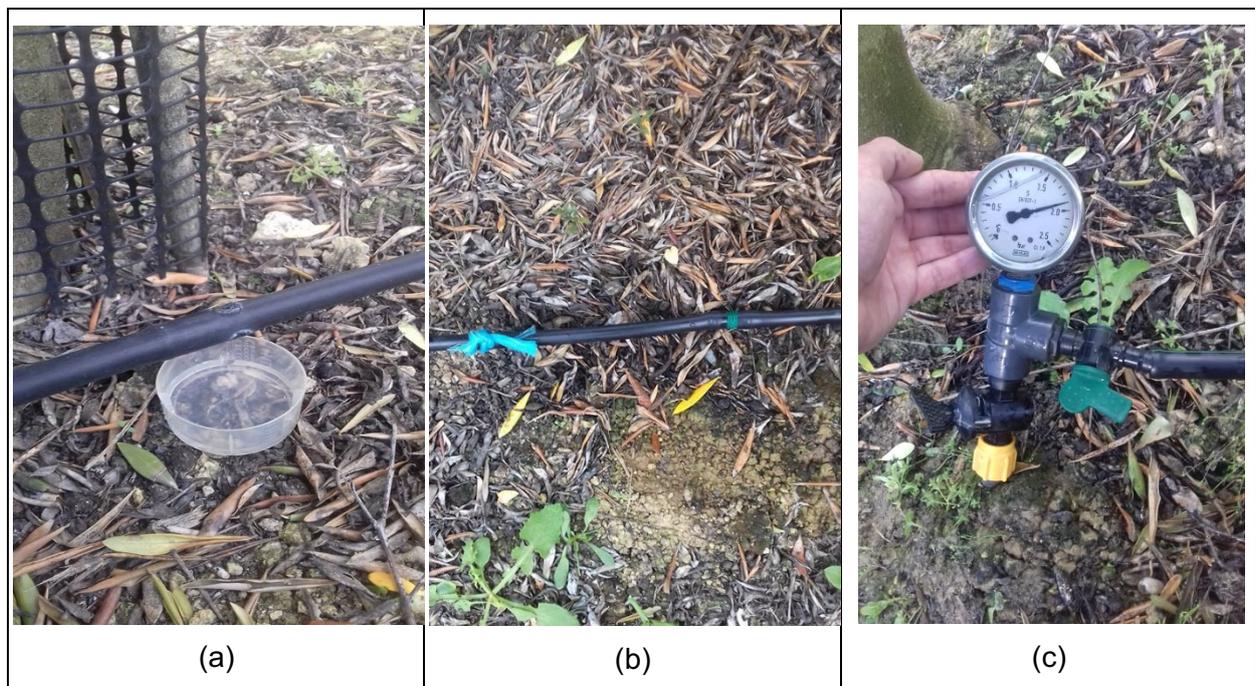


Figura 2. Copo medidor do débito do gotejador (a), marcação da linha dos gotejadores (b) e medidor de pressão no tubo de rega gota-a-gota (c)

Foi necessário um depósito com mangueira para colocação do produto de desentupimento no sistema de rega. Na aplicação dos produtos de desentupimento usaram-se luvas e máscara de proteção para manuseamento dos produtos.

### 2.3. Descrição do ensaio

O ensaio decorreu no mês de abril, antes do início da campanha de rega, numa área de 24 hectares, dividida em quatro setores de rega com cerca de 6 hectares cada um. Fez-se uma inspeção prévia ao sistema de rega tendo sido colmatadas todas as fugas de água existentes na tubagem. Para uma melhor operacionalização testou-se um produto em cada setor de rega, o

ácido fosfórico no setor 1, o ácido nítrico no setor 2, o “Oxi Premium 15” no setor 3 e o “Sulfacid” no setor 4.

Seguidamente escolheram-se quatro pontos em cada setor de rega, representativos das condições do setor. Cada ponto diz respeito a cinco gotejadores seguidos, na mesma linha lateral (Figura 3). A escolha dos pontos teve em consideração o declive do terreno e a posição dos gotejadores na linha, mantendo o mesmo critério em todos os setores. Cada ponto de recolha possui cinco gotejadores, o que perfaz uma amostra de 20 gotejadores em cada setor e um total de 80 gotejadores. Temos assim quatro tratamentos e amostras emparelhadas (blocos).

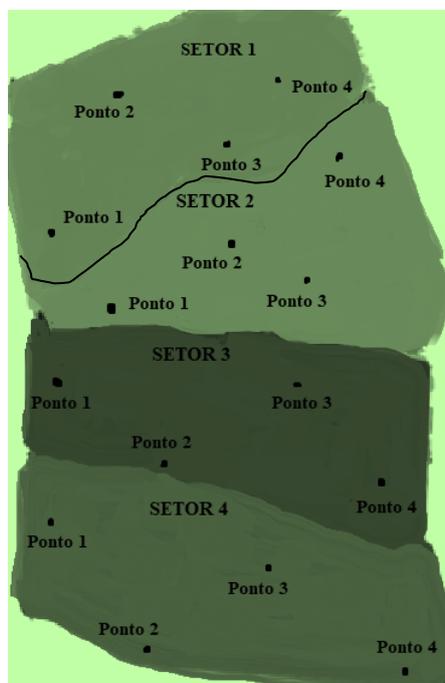


Figura 3. Setores de rega e pontos de medição

Procedeu-se depois à medição do débito de cada gotejador. A medição foi feita durante 1 minuto em cada gotejador. No final da medição do débito foi feita uma medição da pressão no respetivo ponto de recolha. De seguida foram aplicados os produtos de desentupimento: no setor 1 aplicaram-se 60 litros de ácido fosfórico, no setor 2 aplicaram-se 60 litros de ácido nítrico, no setor 3 aplicaram-se 20 litros de “Oxi Premium 15” e no setor 4 aplicaram-se 60 litros de “Sulfacid”. A bomba doseadora foi programada para aplicar a quantidade predefinida de produto em cada setor garantindo assim que a água e o produto cheguem a todos os pontos da tubagem.

Dois dias após a aplicação dos produtos no respetivo setor de rega procedeu-se à abertura das pontas dos tubos para libertar a água e as impurezas que estes continham. A abertura das pontas é feita num setor de cada vez e com o sistema de rega ligado para que a água arraste o máximo de impurezas. No final desta operação as pontas da tubagem são novamente fechadas. Finalmente procedeu-se à medição do débito nos mesmos gotejadores, para assim avaliar a eficácia dos produtos. Assim tem-se uma medição antes da aplicação e uma medição depois da aplicação, podendo assim realizar-se uma análise para avaliar a eficácia do produto.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise comparativa diz respeito ao débito dos gotejadores e à uniformidade de distribuição de cada sector antes e após limpeza dos gotejadores.

Baseou-se em medidas estatísticas simples, a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação dos débitos e das diferenças entre débitos, antes e após limpeza.

Calculou-se também a uniformidade de distribuição em cada setor, antes e depois da limpeza dos gotejadores através da equação:

$$UD = 100 \frac{q_{25\%}}{q_a}$$

onde  $q_{25\%}$  representa o débito médio dos 25% de gotejadores que apresentam valores mais baixos e  $q_a$  o débito médio de todos os gotejadores (Nunes et al, 2003).

Na Figura 4 apresenta-se o débito dos gotejadores nos quatro setores de rega antes e após aplicação do produto de limpeza.

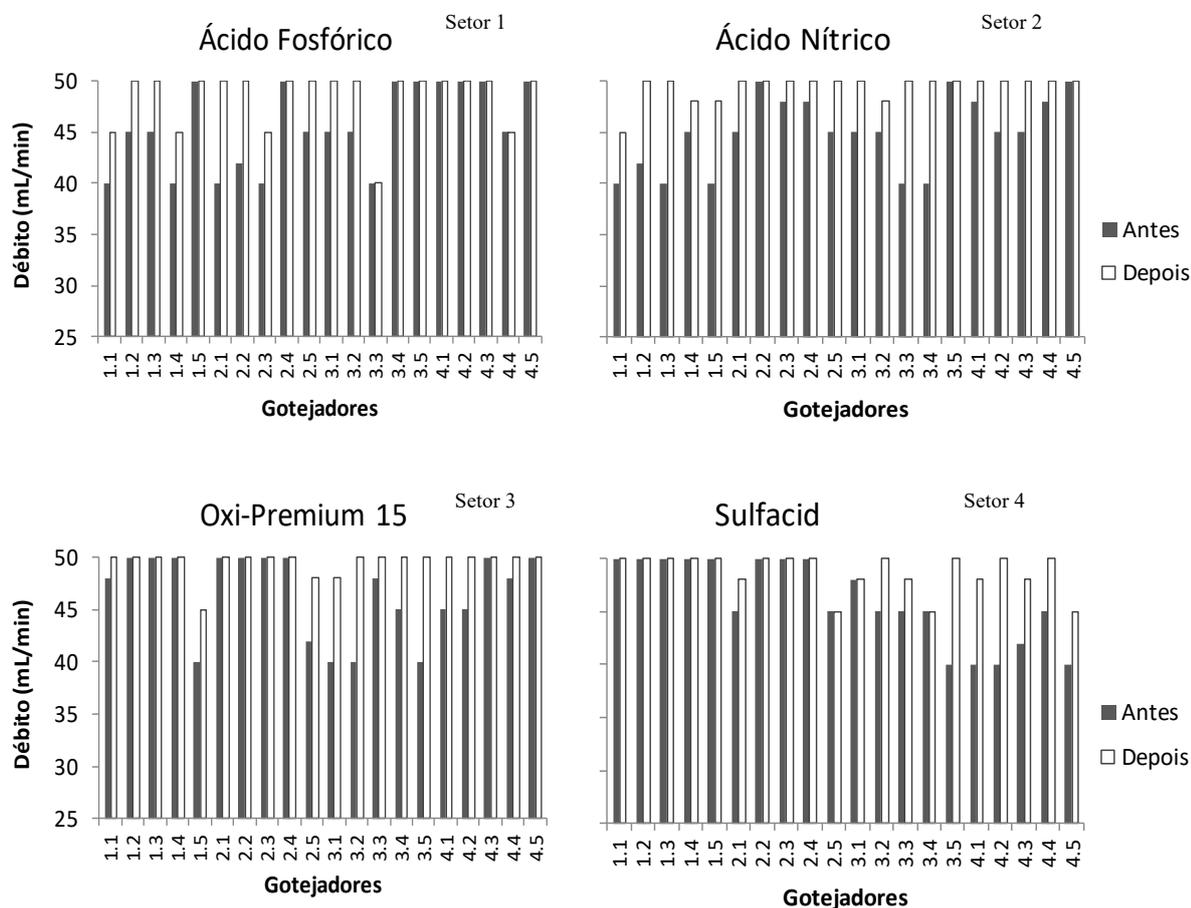


Figura 2. Débito ( $\text{mLmin}^{-1}$ ) dos gotejadores antes e depois da aplicação do ácido fosfórico, do ácido nítrico, do Oxi-Premium 15 e do Sulfacid, nos setores de rega 1, 2, 3 e 4.

Observa-se que alguns gotejadores já estavam desentupidos antes da aplicação do produto apresentando um débito inicial máximo, igual a  $50\text{mL/min}$ . Deste modo 8, 3, 9 e 8 em 20 gotejadores dos setores 1, 2, 3 e 4 estão desentupidos apresentando um débito igual a  $50\text{mL/min}$  antes e após a aplicação do produto de limpeza. Estes não serão considerados quando se avaliarem as diferenças de débito por gotejador, no estudo da eficácia dos produtos. O setor 3 é aquele que apresenta maior número de gotejadores com débito inicial máximo e o setor 2 aquele que apresenta inicialmente maior número de gotejadores entupidos (17) na amostra considerada. Tal poderá dever-se ao declive do terreno e à sua localização a cotas mais baixas, levando a maior acumulação de materiais minerais, fertilizantes ou outras impurezas, uma vez que a água de rega, extraída de um furo, apresenta qualidade constante em todos os setores.

No Quadro 1 mostra-se o débito médio dos 25% de gotejadores com menor débito,  $q_{25}$ , o débito médio de todos os gotejadores,  $q_a$ , e a uniformidade de distribuição, UD, antes e depois da limpeza, nos quatro setores em estudo.

O caudal médio mais elevado após limpeza do sistema diz respeito aos setores 2 e 3 onde foram utilizados o ácido nítrico e o "Oxi Premium 15",  $49,45$  e  $49,55 \text{ mL.min}^{-1}$ , respetivamente. O setor 2 é o que apresenta inicialmente um menor valor médio de débito. O setor 3 é o que tem menor

número de gotejadores entupidos no início, o que influencia o número final de gotejadores com débito máximo.

Os setores 2 e 3 são também os que mostram uma maior uniformidade de distribuição após o ensaio, 97%. Quer o ácido fosfórico quer o "Sulfacid" têm mais baixo desempenho pois apesar de no início os indicadores q25 e qa serem semelhantes aos outros dois produtos, não apresentam melhorias de igual ordem de grandeza.

O coeficiente de variação após a aplicação dos produtos é menor para o ácido nítrico e "Oxi Premium 15" confirmando a menor variabilidade e o efeito mais homogêneo da aplicação destes produtos.

Quadro 1. Débito de 25% dos gotejadores, débito médio, desvio padrão, coeficiente de variação e uniformidade de distribuição por setor, antes e após aplicação do produto de limpeza em (mL/min)

	Ac. Fosfórico (Setor 1)		Ac. Nítrico (Setor 2)		Oxi Premium15 (Setor 3)		Sulfacid (Setor 4)	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
q25 (mL/min)	40	44	40	47,8	40,4	48,2	40,4	46,2
qa (mL/min)	45,6	48,5	44,95	49,45	46,55	49,55	46	48,75
dp (mL/min)	4,1	2,9	3,6	1,3	4,1	1,2	4,0	1,8
cv	9%	6%	8%	3%	9%	2%	9%	4%
UD (%)	88%	91%	89%	97%	87%	97%	88%	95%

A análise que se segue considera apenas os gotejadores que não estavam entupidos antes da aplicação do produto de limpeza, utilizando como variável resposta a diferença de débito entre pares de medições, depois e antes da aplicação do produto (Quadro 2).

Quadro 2. Débito dos gotejadores entupidos (mL/min) depois e antes da aplicação dos produtos e respetiva diferença.

Ácido Fosfórico			Ácido Nítrico			Oxi Premium 15			Sulfacid		
Antes	Depois	Diferença	Antes	Depois	Diferença	Antes	Depois	Diferença	Antes	Depois	Diferença
40	45	5	40	45	5	48	50	2	45	48	3
45	50	5	42	50	8	40	45	5	45	45	0
45	50	5	40	50	10	42	48	6	48	48	0
40	45	5	45	48	3	40	48	8	45	50	5
40	50	10	40	48	8	40	50	10	45	48	3
42	50	8	45	50	5	48	50	2	45	45	0
40	45	5	48	50	2	45	50	5	40	50	10
45	50	5	48	50	2	40	50	10	40	48	8
45	50	5	45	50	5	45	50	5	40	50	10
45	50	5	45	50	5	45	50	5	42	48	6
40	40	0	45	48	3	48	50	2	45	50	5
45	45	0	40	50	10				40	45	5
			40	50	10						
			48	50	2						
			45	50	5						
			45	50	5						
			48	50	2						

Ao comparar as médias das diferenças de débito das quatro modalidades, recorrendo à ANOVA e para um nível de significância de 5%, não se encontraram diferenças significativas entre produtos (não mostrado no artigo).

Calcularam-se seguidamente a média, o desvio padrão e o nível de confiança a 95% das diferenças entre débito final e inicial (Quadro 3 e Fig. 5); o valor do nível de confiança a 95% quando subtraído ou somado à média fornece os limites do intervalo de confiança para a média.

Verifica-se que cinco gotejadores onde foi aplicado o ácido fosfórico não obtiveram o objetivo desejado de 50 mL/min. Tal poderá dever-se à precipitação do cálcio, conforme referido anteriormente. Nos gotejadores onde atuou o ácido nítrico apenas quatro deles não atingiram o débito máximo. A aplicação do produto "Oxi Premium 15" originou um aumento médio de débito de 5,45 ml em onze gotejadores uma vez que inicialmente nove gotejadores estavam já com débito máximo. Dos onze gotejadores observados somente três gotejadores não ficaram totalmente desentupidos e a média da diferença de débito foi a mais alta, embora não haja diferenças estatisticamente significativas, quando comparada com as outras modalidades. A aplicação de "Sulfacid" foi a que menos efeito obteve no desentupimento dos gotejadores, ficando oito deles por desentupir na totalidade. A média da diferença de débitos no "Sulfacid" foi a mais baixa. O "Sulfacid" apresenta uma maior discrepância de valores, com um desvio padrão igual a 3,6, contrastando com o ácido fosfórico com uma menor variabilidade.

Quadro 3. Média, desvio padrão e nível de confiança, em mL/min, da diferença de débito dos gotejadores depois e antes do tratamento

	Ácido Fosfórico	Ácido Nítrico	Oxi Premium 15	Sulfacid
Nº de gotejadores	12	17	11	12
Média	4,83	5,29	5,45	4,6
Desvio Padrão	2,76	2,91	2,91	3,6
Nível de confiança (95%)	1,75	1,50	1,95	2,3

A representação dos intervalos de confiança para o aumento médio de débito dos gotejadores (Figura 5) ilustra o que já foi referido anteriormente. Apesar de sobreposição dos intervalos aparentemente existirá uma tendência para um melhor desempenho do "Oxi Premium" e do ácido nítrico.

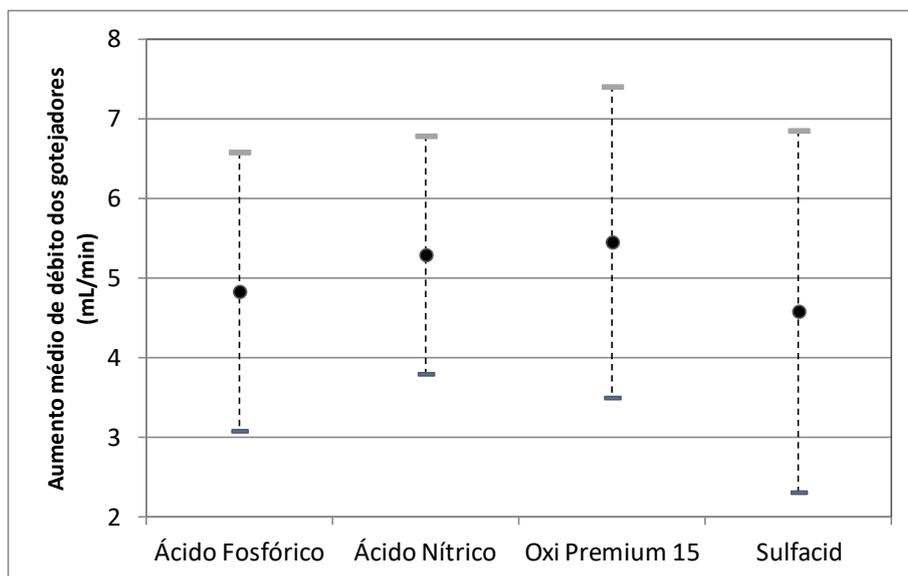


Figura 5. Intervalo de confiança para o aumento médio de débito dos gotejadores depois da aplicação do ácido fosfórico, do ácido nítrico, do "Oxi-Premium 15" e do "Sulfacid".

#### 4. CONCLUSÕES

O entupimento das tubagens e emissores é um problema comum. Este problema pode ser reduzido, mas não completamente eliminado, melhorando a qualidade da água de rega e aplicando fertilizantes de forma racional.

O ensaio descrito corresponde ao trabalho de estágio do primeiro autor. Foi realizado por sugestão do responsável da exploração pois a limpeza do sistema de rega gota-a-gota faz parte do plano anual de manutenção e havia interesse em estudar o desempenho de produtos introduzidos recentemente no mercado.

Testaram-se quatro produtos na limpeza do sistema de rega, avaliando o débito dos gotejadores e a uniformidade da distribuição de água antes e após aplicação do produto.

Fazendo uma síntese de resultados do efeito dos diferentes produtos no desentupimento do sistema de rega, pode-se supor que o “Oxi Premium 15” é o mais eficaz. Os setores onde foi aplicado o ácido nítrico e o “Oxi Premium 15” são também os que apresentam uma maior uniformidade de distribuição após aplicação do produto de limpeza.

Ao comparar o ácido fosfórico com o “Sulfacid”, com o mesmo número de gotejadores analisados existem indícios de uma maior eficácia do ácido fosfórico no que diz respeito ao desentupimento dos gotejadores.

Apesar da análise estatística não mostrar diferenças significativas entre produtos, futuros ensaios com maior número de gotejadores poderão vir a revelar diferenças na eficácia dos produtos no que respeita à remoção das impurezas, aqui avaliada através do débito dos gotejadores.

## AGRADECIMENTOS

Ao Eng<sup>o</sup> João Rodrigo Gomes Mendes por ter sugerido o tema de estágio e pela disponibilidade e orientação durante a realização do ensaio na Quinta da Silva.

## 5. REFERÊNCIAS

- Cordeiro É. (2002). Influência do tratamento de água ferruginosa no desempenho de sistema de irrigação por gotejamento. Tese de mestrado em Engenharia Agrícola Univ. Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 92 pp.
- INE (2017). Inquérito à Estrutura das Explorações agrícolas 2016.
- Lili Z., Yang P., Ren S., Li Y., Liu Y., Xia Y. (2016). Chemical clogging of emitters and evaluation of their suitability for saline water drip irrigation. *Irrig. and Drain.* 65: 439–450.
- Liu G. & McAvoy G. (2018). How to Reduce Clogging Problems in Fertigation. HS1202. Horticultural Sciences Department, UF/IFAS Extension, Florida.
- Liu H. & Huang G. (2009). Laboratory experiment on drip emitter clogging with fresh water and treated sewage effluent. *Agricultural Water Management* 96, 745–756
- Mota Barroso J., Oliveira Peça J., Bento Dias A. & Pinheiro A. (2013). A Evolução Tecnológica da Olivicultura, In: O grande livro da oliveira e do azeite. Portugal oleícola, Eds. Bohm J., Godinho C., Coelho F. Dinalivro.
- Nakayama F.S., Bucks D.A. (1991). Water quality in drip/trickle irrigation: a review. *Irrig. Sci.* 12, 187–192.
- Netafim (2014). Drip irrigation system maintenance handbook.
- Nunes F., Oliveira I. & Fabião M. (2003). Avaliação de sistemas de rega: considerações gerais. COTR Centro Operativo e de Tecnologias de Regadio.
- Oliveira I. (2011). Técnicas de Regadio. 2ª edição. Ed. Isaurindo Oliveira, Beja, 830 pp.
- Pereira L.S. (2004). Necessidades de água e métodos de rega. Ed. Europa-América, Lisboa, 312pp.
- Pizarro F. (1990). Riegos localizados de alta frecuencia. Mundi Prensa Libros S.A., Madrid, 471pp.

Ravina I., Paz E., Sofer Z., Marcu A., Shisha A., Sagi G. (1992). Control of emitter clogging in drip irrigation with reclaimed wastewater. *Irrig. Sci.* 13, 129–139.

### **Documentos electrónicos**

Timacagro -“Productos para la agricultura – Sulfacid,”. accedido em jun. 14, 2018 disponível em: <http://www.timacagro.es>.

Agromatica - “Ácido fosfórico (y cómo usarlo con éxito en tus plantas”, accedido em jun. 14, 2018 disponível em: <http://www.agromatica.es>.

Fertiberia -“Fertirrigação – Ácido nítrico”, accedido em jun. 14, 2018 disponível em <http://www.fertiberia.com>.

Terralia - “Oxi Premium 15”. Accedido em jun. 14, 2018 disponível em <http://www.terralia.com>.

Sercopag - “Oxi Premium 15 acondicionador de suelos y riego”, accedido em jun. 14, 2018 disponível em <http://www.tienda.sercopag.com>.