

DESENVOLVIMENTO DA CULTURA E PRESENÇA DE *E. COLI* NA SALSA IRRIGADA COM ÁGUA RESIDUÁRIA TRATADA POR RADIAÇÃO SOLAR

MARIANA ALEXANDRE DE LIMA SALES¹ E RODRIGO MÁXIMO SÁNCHEZ ROMÁN²

¹ Doutora em Agronomia: Irrigação e Drenagem. Rua Heleni de Souza Costa, 41 – Jardim Ypê, 18.608-710, Botucatu-SP, Brasil. mal_sales@hotmail.com

² Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista (UNESP) Campus de Botucatu. Fazenda Experimental Lageado, Avenida Universitária, nº 3780, Altos do Paraíso, CEP: 18610-034, Botucatu – SP. Brasil. rodrigo.roman@unesp.br

1 RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da água residuária doméstica tratada por radiação solar (ARD-TRS) no desenvolvimento da salsa (graúda portuguesa), além de verificar e quantificar a presença de *Escherichia coli* na cultura. O experimento foi realizado na FCA/UNESP no município de Botucatu - São Paulo, o qual consistiu na aplicação de diferentes porcentagens (0, 25, 50, 75 e 100%) de ARD-TRS na lâmina total de irrigação. Os resultados obtidos foram satisfatórios, visto que no geral houve um aumento nos valores de altura da planta, número de talos, diâmetro do maior talo, diâmetro da touceira e massa da matéria fresca e seca, observando-se diferenças significativas em função da porcentagem de ARD-TRS na lâmina total de irrigação. Assim conclui-se que, a utilização de diferentes porcentagens de ARD-TRS na lâmina total de irrigação influenciou positivamente no desenvolvimento da cultura estudada, apresentando uma população de *E. coli* na água de irrigação < 100 NMP 100 mL⁻¹ e nas culturas ≤ 1.000 NMP 100 mL⁻¹.

Palavras-chave: reuso da água, SODIS, *Petroselinum Crispum*, coliformes, produtividade.

SALES, M. A. L.; SÁNCHEZ-ROMÁN, R. M.

DEVELOPMENT AND PRESENCE OF *E. COLI* IN PARSLEY IRRIGATED WITH DOMESTIC WASTE WATER TREATED WITH SOLAR RADIATION

2 ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the influence of solar-treated domestic wastewater (ARD-TRS) on the development of parsley (Portuguese coarse), and to verify and quantify the presence of *Escherichia coli* in the crop. The experiment, carried out at FCA / UNESP, in Botucatu - São Paulo, consisted of the application of different percentages (0, 25, 50, 75 and 100%) of ARD-TRS in the total irrigation depth. The results obtained were satisfactory, since in general there was an increase in values of plant height, number of stalks, diameter of the largest stalk, clump diameter and mass of fresh and dry matter, and significant differences were observed as function of the percent of ARD-TRS in the total irrigation depth. Thus, it was concluded that the use of different percentages of ARD-TRS in the total irrigation depth had a

positive influence on the development of the studied culture, presenting a population of *E. coli* in irrigation water <100 NMP 100 mL^{-1} and in cultures $\leq 1,000$ NMP 100 mL^{-1} .

Keywords: water reuse, SODIS, *Petroselinum crispum*, coliforms, productivity.

3 INTRODUÇÃO

Salsa ou salsinha (*Petroselinum crispum*) é uma espécie da família Apiaceae, nativa de regiões do Mediterrâneo. Suas folhas são compostas por três folíolos, sendo uma excelente fonte de vitamina A, C, niacina, riboflavina, cálcio, ferro e fósforo (BERTATTI, BRAZ & RIZZO, 2003). De acordo com Escobar et al. (2010), há poucos cultivares de salsa, sendo que a comum e a graúda portuguesa se destacam.

Bertatti (2002 apud FACTOR et al., 2008) relata que a salsa é essencial na composição de temperos para o preparo de vários pratos frios ou quentes. É uma das espécies de hortaliças de grande importância, não pelo seu volume ou valor de comercialização, mas sim pela utilização comercial como condimento (HEREDIA ZÁRATE et al., 2003). Talvez por esse motivo, não existam muitos estudos sobre o desenvolvimento da cultura. Associada à cebolinha, é comercializada no varejo como “cheiro-verde”, enquanto que no atacado é geralmente na forma de maços (CAVARIANNI et al., 2003).

De acordo com Trani et al. (1997), a saturação por bases para essa cultura deve ser de 80%. O pH ideal do solo para a cultura de salsa deve estar entre 5,8 e 6,8, sendo que a cultura se adapta a vários tipos de solo, porém se desenvolve melhor em solos de textura areno-argilosa. A primeira colheita deve acontecer quando a planta tiver de 10 a 15 cm de altura (HEREDIA ZÁRATE et al., 2003). De acordo com Makishima (1984 apud ESCOBAR et al., 2010), o cultivar graúda portuguesa é o mais vigoroso, podendo atingir até 40 cm de altura.

A irrigação é uma técnica na qual se aplica água ao solo visando aumentar a qualidade e quantidade da produção agrícola de uma área, suprimindo as necessidades hídricas das plantas. Dentre os métodos de irrigação, os autores Bernardo, Soares & Mantovani (2006) relatam que o sistema de irrigação localizada apresenta várias vantagens, tais como: economia de mão-de-obra, maior eficiência do uso da água, baixo consumo de energia elétrica, entre outros. Como desvantagens, apresentam-se o elevado custo de investimento, o desenvolvimento radicular limitado e a tendência a entupimentos dos emissores.

Utilizando-se do método de irrigação localizada, tem-se uma redução do volume total de água utilizado para a produção de determinada cultura, pois este método é o mais eficiente na aplicação da água dentre os demais. Esse método aplica água na zona radicular da cultura, diminuindo a possibilidade de contato da água com o irrigante e o produto vegetal, seja folhosa ou fruto, sendo ideal para ser utilizado com água residuária.

A necessidade da utilização de água residuária na agricultura está no fato de que, segundo a FAO (2011), cerca de 70% da água utilizada no mundo é empregada na agricultura, podendo, nos países subdesenvolvidos, chegar a 90%. Sendo assim, existe a necessidade de incorporar tecnologias para reduzir os desperdícios e incluir o reuso de água nessa atividade (TUNDISI, 2008). Além do que, nas áreas rurais, a disposição final do esgoto para ser tratado é muito baixa, provocando contaminação dos corpos hídricos (ANA, 2017).

No entanto, antes da sua reutilização, as águas devem receber tratamento para minimizar a descarga de sólidos em suspensão, organismos patogênicos, matéria orgânica e nutrientes nos corpos receptores. Dentre as tecnologias disponíveis para o tratamento da água, encontra-se a tecnologia por radiação solar. De acordo com Queluz (2013), esse é um sistema de desinfecção eficaz, com baixo custo de instalação, infraestrutura acessível e que não precisa de energia elétrica, tornando-se acessível a todos.

Alves (2015), avaliando a eficiência de um sistema de desinfecção solar de águas residuárias domésticas com adição de diferentes doses de peróxido de hidrogênio (H_2O_2), obteve valores respectivos para mínimo, máximo e médio de 52, 1.030 e 331 número mais provável (NMP) 100 mL^{-1} de *Escherichia coli* (*E. coli*) na ARD-TRS. Observa-se que o valor máximo relatado pela autora está dentro do recomendado pela World Health Organization (WHO, 1989) para irrigar culturas que serão consumidas cruas, pois de acordo com a organização, essas águas devem conter menos que 1.000 NMP 100 mL^{-1} de coliformes termotolerantes.

Posto isso, o objetivo deste trabalho foi verificar o desenvolvimento da cultura de salsa graúda portuguesa sob diferentes porcentagens de água residuária doméstica tratada por radiação solar na lâmina total de irrigação, além de verificar e quantificar a presença de *E. coli* nas amostras da cultura estudada, para assim comparar se estão de acordo com a legislação em vigor.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local

A pesquisa foi desenvolvida em campo aberto no Departamento de Engenharia Rural na Fazenda Experimental

Lageado, pertencente à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA), Botucatu - São Paulo, nas coordenadas geográficas $22^\circ 51' 12''$ sul e $48^\circ 25' 45''$ oeste e altitude de 763 metros acima do nível do mar. Cunha e Martins (2009), realizando a classificação climática para o município de Botucatu, segundo a metodologia de Köppen, o caracterizaram como Cfa, clima temperado quente (mesotérmico) úmido. A precipitação e a evapotranspiração média anual são de 1.428 mm e 945,15 mm, respectivamente.

4.2 Tratamento de água residuária doméstica

Para tratar a água residuária doméstica (ARD), seguiu-se as recomendações propostas nos trabalhos de Queluz & Sánchez-Román (2014) e Alves (2015); utilizando-se de tanque séptico e de reatores com formato de tronco cônico invertido, à base de concreto, pintados de preto e com a borda no nível do solo, implicando em um ângulo de $21,8^\circ$ na parede da estrutura, além de utilizar-se de uma lâmina de ARD nos reatores de 10 cm, sendo diluído, neste momento, 125 mg L^{-1} de H_2O_2 35 PA (para análise). Esta mistura permaneceu exposta à radiação solar por cerca de 8 h.

A ARD utilizada para o tratamento foi disponibilizada pela Estação de Tratamento de Esgoto da Sabesp, estação instalada dentro do perímetro da FCA, cuja água já havia passado por tratamento prévio. Logo, passou por tanque séptico com tempo de residência de aproximadamente 16 horas.

Após o tratamento da água residuária por radiação solar com adição de 125 mg L^{-1} de H_2O_2 , foi realizada a quantificação de *E. coli* presente na água residuária doméstica tratada por radiação solar (ARD-TRS), utilizando os métodos recomendados pelo Standard Methods,

1060B, 1060C e 9223B (APHA, 2012), respectivamente para coleta, preservação e quantificação de amostras.

4.3 Qualidade da água de irrigação

Duas amostras, uma amostra de água de abastecimento da FCA (AAF) e uma amostra de ARD-TR, foram enviadas para o Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, para verificar as concentrações de nutrientes presentes na água (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química da água de abastecimento da FCA e da água residuária doméstica tratada por radiação solar.

Parâmetro	Unidade	AAF	ARD-TRS
Nitrogênio		8,00	13,00
Fósforo		0,00	22,00
Potássio		12,00	25,00
Cálcio		1,00	31,00
Magnésio		5,00	4,00
Enxofre	mg L ⁻¹	3,70	16,00
Sódio		3,00	68,00
Boro		0,00	0,12
Cobre		0,00	0,00
Ferro		0,00	0,04
Manganês		0,00	0,07
Zinco		0,02	0,00
pH		6,95	7,12
Condutividade elétrica	mS cm ⁻¹	0,064	0,57
RAS	(mmol _c L ⁻¹) ^{1/2}	0,27	3,05

AAF – água de abastecimento da FCA; ARD-TRS – água residuária doméstica tratada por radiação solar.

4.4 Sistema de irrigação e seu manejo

Para irrigar a área de plantio, foi utilizado um kit de irrigação para agricultura familiar desenvolvido pela empresa NaanDanJain. Este foi modificado, pois houve a necessidade da troca do filtro de tela por um filtro de disco, com diâmetro de abertura de 120 mesh (125 microns), para evitar a obstrução dos emissores pela qualidade da ARD a ser utilizada. A linha gotejadora é composta de tubos gotejadores JTA 1,6 L h⁻¹, com 16 mm de diâmetro e emissores espaçados a cada 0,3 m. A evapotranspiração diária foi calculada utilizando a equação proposta por Penman-Monteith, método padrão internacional, de acordo com o Boletim FAO 56 (ALLEN et al., 1998). Para isso, foram utilizados os dados coletados pela estação

agrometeorológica automática instalada na FCA, a aproximadamente 200 metros da área experimental. Foi aproveitado o desnível topográfico do local para obter a altura necessária para a irrigação, 2,76 m de altura.

De posse do resultado da evapotranspiração e da precipitação, foi aplicada a lâmina de ARD-TRS e de AAF em cada tratamento. As porcentagens de água aplicada foram realizadas por tempo de irrigação, aplicando primeiramente a ARD-TRS e logo após a AAF.

4.5 Solo

Realizou-se a caracterização química e física do solo utilizando amostras coletadas na profundidade de 0-20 cm em dez pontos aleatórios, de forma que fosse

representativa da área de estudo (Tabelas 2, 3 e 4). Para a realização das adubações de plantio e cobertura da cultura de salsa,

seguiram-se as recomendações do Boletim 100 do Instituto Agrônômico de Campinas (TRANI et al., 1997).

Tabela 2. Análise química de macronutrientes no solo na profundidade de 0 - 20 cm, antes do início da irrigação com ARD-TRS.

pH	M.O.	Presina	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	S
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³			mmolc dm ⁻³						mg dm ⁻³
5,3	25,0	25,0	0,0	29,0	0,3	12,0	7,0	19,0	48,0	79,0	37,0

Tabela 3. Análise química de micronutrientes no solo na profundidade de 0 – 20, cm antes do início da irrigação com ARD-TRS.

Tratamento	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco	CE
			mg dm ⁻³			mS cm ⁻¹
SC	0,34	4,5	28,0	13,3	1,0	0,37

Tabela 4. Análise física do solo na profundidade de 0 - 20 cm.

Areia	Argila	Silte	Textura
	g kg ⁻¹		-
426	447	127	Argilosa

4.6 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o casualizado, sendo escolhidas cinco plantas ao acaso por tratamento. Cada tratamento consistiu de cinco linhas de irrigação, com 10 metros de comprimento cada, com espaçamento de 0,8 m entre linhas, sendo 0,30 metros de espaçamento entre emissores. Foram ministrados cinco níveis de porcentagem de ARD-TRS na lâmina total de irrigação, T1, T2, T3, T4 e T5, respectivamente os tratamentos com 0, 25, 50, 75 e 100% da lâmina de irrigação determinada utilizando ARD-TRS, o restante da lâmina total estimada para cada tratamento foi completada com AAF.

4.7 Cultura

Foram utilizadas mudas de salsa graúda portuguesa adquiridas em casa de produtos agropecuários da cidade. As mudas foram transplantadas no dia 27/04/2016 e colhidas no dia 30/06/2016.

Após o transplantio das mudas, estas receberam AAF às 8h e às 17h, sendo

aplicados aproximadamente 5 mm por dia, num período de 10 dias, para que assim as mudas se adaptassem ao ambiente.

4.8 Análises realizadas na salsa graúda portuguesa

As análises realizadas foram:

- Altura da planta: medindo-se a distância entre a base do colo da planta até a extremidade da maior folha, com o auxílio de uma régua de 50 cm;
- Número de talos: contagem direta;
- Diâmetro do maior talo: medido com paquímetro digital com capacidade de 150 mm e 0,01 mm de precisão;
- Diâmetro da touceira: medido com paquímetro digital com capacidade de 150 mm e 0,01 mm de precisão;
- Massa de matéria fresca (MMF) e de matéria seca (MMS): foi utilizada balança com precisão de 0,0001

grama e estufa de circulação forçada de ar com temperatura de 65°C, por 72 horas;

- *E. coli*: quantificado através do método de Enzyme Substrate Test, SM9223B (APHA, 2012), utilizando o substrato Colilert (IDEXX).

Para quantificar *E. coli*, foram utilizados produtos *in natura*, seguindo os métodos descritos por Silva, Junqueira & Silveira (2001) para realizar a coleta, transporte, lavagem e análise microbiológica.

As análises de desenvolvimento da cultura foram realizadas com o software Statgraphics Centurion, versão 17.2.02. Quando houve diferença significativa ($p < 0,05$ ou $0,01$), foi feita a análise de médias pelo Teste de LSD (least significant difference – teste da diferença mínima significativa) de Fisher, verificando o comportamento das diferentes lâminas de ARD-TRS para cada variável.

5

RESULTADOS E DISCUSSÃO

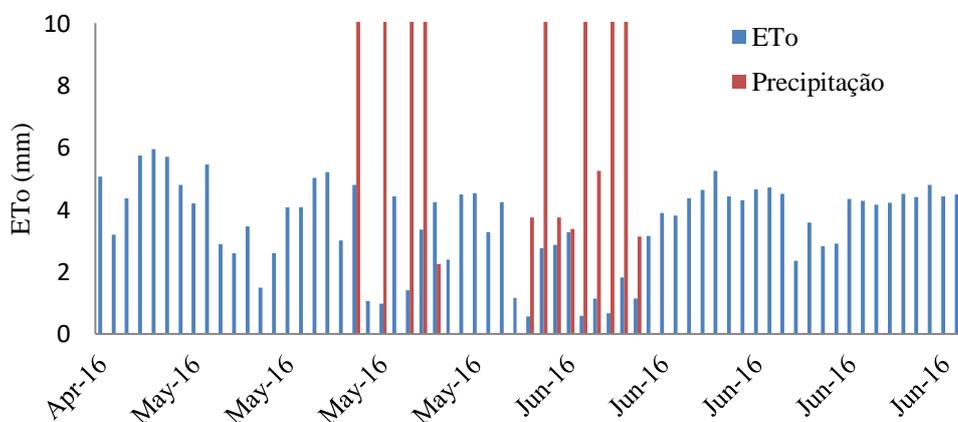
A cultura da salsa graúda portuguesa apresentou um ciclo total de 94 dias, estando 64 dias em campo. Ciclos totais de 91, 87 e 86 dias são relatados, respectivamente, nos trabalhos de Braga et

al. (2014), Nohama et al. (2017) e Cavarianni et al. (2003) - valores menores aos encontrados no presente trabalho.

Vários trabalhos relatam a interferência das estações do ano no desenvolvimento das culturas, dentre eles o de Braga et al. (2014), em que relataram que o frio e os ventos do inverno acabam prolongando o ciclo dessa cultura, motivo este que interferiu no ciclo da cultura do presente trabalho, pois este experimento foi realizado na estação do inverno. Estes autores realizando o trabalho no verão, observaram um ciclo semelhante ao do presente trabalho, com três dias a menos, pois foi relatado que, a alta temperatura nas plantas ocasiona um estresse térmico, causando danos ao crescimento e desenvolvimento das plantas. Bertatti, Braz & Rizzo (2003) relatam um ciclo total de 113 dias após a semeadura, o trabalho foi avaliado na estação do verão, apresentando um ciclo 19 dias mais longo que no presente trabalho.

A evapotranspiração total no período de cultivo foi de 243,16 mm e a precipitação total acumulada em 14 eventos foi de 332,33 mm (Figura 1), porém necessitou-se de irrigação devido ao volume de chuva não coincidir com o volume evapotranspirado pela cultura diariamente.

Figura 1. Evapotranspiração e precipitação durante o ciclo da cultura de salsa graúda portuguesa.



A Tabela 5 mostra que as diferentes concentrações de ARD-TRS influenciaram os parâmetros de desenvolvimento da cultura de salsa graúda portuguesa, pois

houve diferença significativa em nível de 5% de probabilidade, exceto para altura, número de talos e massa da matéria fresca, que foram de 1% de probabilidade.

Tabela 5. Resultado da análise de variância para os parâmetros avaliados na cultura de salsa graúda portuguesa.

Variáveis	Unidade	QM Tratamento	QM Resíduo	F	CV (%)
Altura	cm	14,39	4,27	3,37**	12,79
Número de talos	-	228,16	50,04	4,56**	22,50
Diâmetro do maior talo	mm	0,29	0,12	2,38*	11,96
Diâmetro da touceira	mm	60,14	19,00	3,17*	14,22
Massa da matéria fresca	g	570,76	127,83	4,46**	33,79
Massa da matéria seca	g	5,63	2,69	2,09*	29,52

QM – quadrado médio; F – fator de distribuição estatístico; CV – coeficiente de variação.

* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

5.1 Altura

A altura da planta de salsa graúda portuguesa foi influenciada pela aplicação

de diferentes concentrações de ARD-TRS. Na Tabela 6 estão apresentados os valores médios para este parâmetro em cada tratamento.

Tabela 6. Média da altura da planta de salsa ‘graúda portuguesa’ em relação aos tratamentos estudados.

Tratamento	Altura (cm)
1	17,70 b
2	19,00 ab
3	18,30 ab
4	18,40 ab
5	22,00 a

Médias seguidas por pelo menos uma letra igual, indicam que não diferem entre si pelo teste LSD de Fisher ao nível de 1% de probabilidade.

T5 diferiu unicamente do T1, tratamento sem ARD-TRS. Numericamente, nota-se que a altura no T2 foi superior ao T3 e T4. Comparando o comportamento do T1, tratamento sem adição de ARD-TRS, e o T5, tratamento com maior porcentagem de ARD-TRS na lâmina total de irrigação, observa-se um incremento de 24% na altura da cultura.

Zecca (2008 apud HOEPERS, 2017) relata que a altura pode variar de 20 a cerca de 90 cm, dependendo do cultivar. No presente trabalho, os valores variaram entre

17,7 a 22 cm. Esses valores ultrapassam o recomendado por Heredia Zárate et al. (2003), que relatam que a primeira colheita deve acontecer quando a planta tiver entre 10 a 15 cm de altura, porém enquadram-se no relatado por Makishima (1984 apud HOEPERS, 2017), ao afirmar que o cultivar graúda portuguesa pode atingir até 40 cm de altura.

Bertatti, Braz & Rizzo (2003), avaliando a altura de quatro cultivares de salsa, observaram que a lisa comum apresentou a maior altura, seguida pela

graúda portuguesa, com valores respectivos de 25,58 e 25,36 cm, não diferindo estatisticamente, coincidindo com os resultados relatados por Nohama et al. (2017) que, avaliando a altura de planta de salsa lisa e salsa graúda portuguesa, constataram que a variedade lisa teve uma altura maior que a variedade graúda portuguesa, com valores respectivos de 33,43 e 31,92 cm, também não diferindo estatisticamente.

Escobar et al. (2010) obtiveram 12,51 cm para a altura da salsa graúda portuguesa e 17,77 cm para a salsa lisa. Luz et al. (2012) relatam 16,45 cm como valor máximo para a cultura da salsa crespa. Cavarianni et al. (2003), avaliando os cultivares comum, graúda portuguesa e crespa, observaram que a salsa graúda portuguesa apresentou-se com altura de 25 cm, sendo que a comum e a crespa apresentaram, respectivamente, o maior e o menor valor. Observando assim, a variedade graúda portuguesa apresenta-se com valor intermediário em relação às demais variedades.

Heredia Zárate et al. (2003) realizaram a colheita e obtiveram uma média de 28,41 cm para salsa em cultivo solteiro e de 25,80 cm para o cultivo consorciado com cebolinha - ambos os resultados não diferiram estatisticamente. Os autores informam valores entre 18 e 24 cm para cultivo solteiro e entre 21 e 15 cm em cultivo consorciado com taro, mostrando que a melhor opção para o produtor de salsa é o cultivo solteiro.

Nohama et al. (2017) relatam valor mínimo e máximo de 25,53 e 35,79 cm, respectivamente, para cultivo em campo aberto e com tela de sombreamento de 40%, concluindo que as plantas cultivadas no ambiente campo aberto obtiveram a menor

média. Similarmente, Braga et al. (2014) também avaliaram os cultivares lisa e graúda portuguesa, não obtendo diferença estatística entre elas, com valores respectivos de 41,79 e 40,26 cm; quando estes autores observaram o comportamento em campo e com tela de sombreamento e termo-refletora, constataram que a cultura em campo apresentou o pior resultado, 38,55 cm; e o melhor tratamento foi com tela de sombreamento 30%, 42,76 cm. Estes resultados expõem que a cultura responde melhor para este parâmetro quando não está em campo aberto. Isto ocorre porque em campo aberto as plantas se encontram mais suscetíveis aos eventos climáticos, e conforme mencionado por Braga et al. (2014), estes eventos acabam interferindo no desenvolvimento da cultura.

Nascimento et al. (2017), observando a altura da cultura em função da adubação nitrogenada, reportam valores entre 16,40 e 19,52 cm, sendo o menor e maior valor respectivamente nos tratamentos com 0 e 80 kg ha⁻¹ de N, porém o maior valor não foi constatado no tratamento com maior dose de N, 160 kg ha⁻¹. Quando estes mesmos autores observaram o comportamento na primeira e na segunda rebrota, notaram que houve uma diminuição na altura da cultura, mostrando que no primeiro ciclo a cultura apresenta sua maior altura e que diferentes doses de nitrogênio não interferem na altura da cultura.

5.2 Número de talos

Houve diferença significativa a nível de 1% de probabilidade para o número de talos da planta de salsa graúda portuguesa (Tabela 7).

Tabela 7. Média de talos por planta de salsa graúda portuguesa em relação aos tratamentos estudados.

Tratamento	Número de talos
1	37,00 b
2	33,80 b
3	40,40 ab
4	36,20 b
5	51,00 a

Médias seguidas por pelo menos uma letra igual, indicam que não diferem entre si pelo teste LSD de Fisher ao nível de 1% de probabilidade.

O menor e o maior valor encontram-se, respectivamente, em T2 e em T5. Comparando a testemunha (T1) com T5, observa-se um incremento de 37%, aumento correspondente a 14 talos por planta.

Na literatura não se encontra discussões sobre o número de talos, mas sobre o número de folhas. Escobar et al. (2010) obtiveram 4,64 folhas para salsa graúda portuguesa e 8,48 para a salsa lisa. Luz et al. (2012) relatam valores entre 18,3 e 21,1 para folhas da salsa graúda portuguesa.

Nohama et al. (2017) relatam valores médios de número de folhas de mínimo e máximo iguais a 15,70 e 20,37, respectivamente, para cultivo com nível de

sombreamento de 50% e em campo aberto, para a variedade graúda portuguesa. Quando comparada, no mesmo trabalho, com a variedade lisa, esta última se apresentou com valores superiores, mostrando diferença significativa em todos os tratamentos com telas de sombreamento e em campo aberto. Braga et al. (2014) obtiveram valores de 6,43 e 8,07, respectivamente, para tela sombreada 30% e em campo aberto.

5.3 Diâmetro de talo

O maior diâmetro médio de talo também apresentou diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 8).

Tabela 8. Média do maior diâmetro de talo da planta de salsa graúda portuguesa em relação aos tratamentos estudados.

Tratamento	Diâmetro dos talos (mm)
1	2,84 b
2	3,26 ab
3	3,34 a
4	3,40 a
5	3,44 a

Médias seguidas por pelo menos uma letra igual, indicam que não diferem entre si pelo teste LSD de Fisher ao nível de 5% de probabilidade.

Observa-se um incremento de 21% entre o mínimo e máximo, embora, numericamente, seja um aumento de apenas 0,6 mm. Nascimento et al. (2017) relatam valores mínimo e máximo de 1,75 e 2,27 mm, respectivamente, nos tratamentos com 0 e 120 kg ha⁻¹, e no tratamento com maior

dose de N, 160 kg ha⁻¹ foi observado diâmetro de 2,18 mm; observando-se que os valores são inferiores aos relatados no presente trabalho. Nesse mesmo trabalho, os autores observaram, na primeira rebrota os diâmetros apresentaram valores mínimo

e máximo de 6,65 e 8,58 e, na segunda rebrota, de 6,70 e 8,26 mm.

5.4 Diâmetro da touceira

Na Tabela 9, observam-se os valores médios obtidos para o diâmetro da touceira de salsa graúda portuguesa. Verifica-se que houve diferença a nível de 5% de probabilidade, enquadrando-os em três grupos.

Tabela 9. Média do diâmetro da touceira da planta de salsa graúda portuguesa em relação aos tratamentos estudados.

Tratamento	Diâmetro da touceira (mm)
1	31,20 c
2	33,8 bc
3	36,40 abc
4	37,00 ab
5	40,40 a

Médias seguidas por pelo menos uma letra igual, indicam que não diferem entre si pelo teste LSD de Fisher ao nível de 5% de probabilidade.

T5 é estatisticamente igual a T3 e T4, enquanto que T1 é estatisticamente igual a T2 e T3. Houve um incremento de 9,2 mm do T1 ao T5, correspondente a aproximadamente 30%. Os valores encontrados no presente trabalho são superiores aos relatados por Heredia Zárte et al. (2003), que relatam o valor de 29,88 mm de incremento no diâmetro da touceira na cultura da salsa.

5.5 Massa da matéria fresca

A ARD-TRS influenciou na massa da matéria fresca da cultura de salsa graúda portuguesa (Tabela 10). Entre os valores de T1 e T5, verifica-se um aumento de 90% da massa.

Tabela 10. Média da matéria de massa fresca da planta de salsa 'graúda portuguesa' em relação aos tratamentos estudados.

Tratamento	Massa da matéria fresca (g planta ⁻¹)
1	31,54 b
2	39,23 b
3	40,62 ab
4	38,69 b
5	60,07 a

Médias seguidas por pelo menos uma letra igual, indicam que não diferem entre si pelo teste LSD de Fisher ao nível de 1% de probabilidade.

Os valores apresentados na Tabela 10 são superiores aos relatados por Luz et al. (2012), entre 19,16 e 11,78 g planta⁻¹. Braga et al. (2014), avaliando os cultivares de salsa lisa e graúda portuguesa, observaram que não houve diferença estatística entre eles, com valores respectivos de 18,96 e 18,51 g planta⁻¹.

Quando esses autores observaram o comportamento em campo e com tela de sombreamento e termo-refletores, encontraram valores de 15,89 e 19,17 g planta⁻¹, respectivamente para tela termos-refletores de 30 e 50%; em campo, encontraram o valor de 17,97 g planta⁻¹, não apresentando diferença estatística.

Nascimento et al. (2017) obtiveram o maior valor (34,41 g planta⁻¹) de massa fresca da parte aérea após a segunda rebrota e no tratamento com 80 kg ha⁻¹ de N, enquanto que o tratamento sem N apresentou valor de 28,77 g planta⁻¹. Observa-se que o valor mínimo encontrado no presente trabalho é próximo ao máximo relatado pelos autores.

Nohama et al. (2017) relatam valores médios mínimo e máximo de massa fresca de salsa graúda portuguesa na ordem de 1.455,05 e 1.853,44 g m⁻², obtidos nos tratamentos com telas de sombreamento. O tratamento em campo aberto não diferiu estatisticamente do tratamento com tela de sombreamento 50%, mas apresentou melhor resultado. Para a variedade lisa, os valores foram de 1.291,21 e 2.057,97 g m⁻², respectivamente para cultivo em campo e com tela de sombreamento de 40%. Considerando uma densidade de plantio de 200.000 plantas ha⁻¹, os autores relatam uma produtividade mínima e máxima, respectivamente para cultivo com tela de sombreamento de 40% e 50%, para a variedade graúda portuguesa, variando entre 10,91 e 13,90 t ha⁻¹, sendo a produtividade em campo aberto de 11,77 t ha⁻¹. Esses valores são superiores aos deste trabalho, pois considerando a mesma densidade de plantio, obteve-se como produtividade mínima e máxima de 630,80 e 1.201,40 g m⁻², correspondente a 6,31 e 12,01 t ha⁻¹, respectivamente. Vale ressaltar que esta não é a densidade usual para a cultura; geralmente é utilizada uma população de 400.000 plantas ha⁻¹ (BRAGA et al., 2014). Utilizando-se desta população de 400.000 plantas ha⁻¹, observa-se uma produtividade mínima e máxima de 12,62 e

24,03 t ha⁻¹. Porém, Heredia Zárata et al. (2003) utilizaram uma população ainda maior, 528.000 plantas ha⁻¹, obtendo uma produtividade menor, 5,80 t ha⁻¹ em cultivo solteiro, apresentando-se com maior valor em relação ao cultivo consorciado.

Cavarianni et al. (2003) obtiveram uma produtividade média para a cultura de salsa graúda portuguesa de 1.840 g m⁻² - maior valor encontrado por eles entre as variedades lisa comum e crespa Paramount, observando que, após a rebrota, os valores foram muito superiores aos observados na primeira colheita, chegando a 2.820 g m⁻² para a variedade graúda portuguesa.

Nascimento et al. (2017) observaram maior produtividade no tratamento com maior concentração de N, 160 kg ha⁻¹, 8,21 t ha⁻¹, não sendo significativo entre os demais tratamentos em que as doses variaram entre 0 a 160 kg ha⁻¹ de N; a menor produtividade obtida por esses autores foi no tratamento com 40 kg ha⁻¹ de N, 5,83 t ha⁻¹.

O presente resultado coincide com o exposto por Oliveira (2016), que relata que, entre os insumos, a adubação é uma das responsáveis pela maximização da produtividade. Pode-se dizer que a aplicação de ARD-TRS é uma adubação a mais, pois está sendo aplicada água com uma quantidade maior de nutrientes que a água de abastecimento, conforme observa-se na Tabela 1.

5.6 Massa da matéria seca

A ARD-TRS influenciou os valores de massa de matéria (Tabela 11). Houve um incremento de aproximadamente 59% do T1 ao T5, sendo estatisticamente diferentes.

Tabela 11. Média da matéria de massa seca da planta de salsa graúda portuguesa em relação aos tratamentos estudados.

Tratamento	Massa da matéria seca (g planta ⁻¹)
1	4,91 b
2	5,89 ab
3	5,90 ab
4	5,70 ab
5	7,79 a

Médias seguidas por pelo menos uma letra igual, indicam que não diferem entre si pelo teste LSD de Fisher ao nível de 5% de probabilidade.

Observa-se que o T1 difere apenas do T5. Os resultados confirmam o explanado por Sandri, Matsura & Testezlaf (2007): “o uso da água residuária interferiu principalmente na massa fresca, interferindo consequentemente na massa seca”. Luz et al. (2012) relatam valores entre 0,86 e 1,16 g planta⁻¹, bem inferiores aos apresentados no presente trabalho.

Braga et al. (2014) relatam valores de 2,01 e 1,99 g planta⁻¹ de matéria seca, para os cultivares lisa e graúda portuguesa, respectivamente, observando que não houve diferença estatística entre eles. Quando esses autores foram observar o comportamento em campo e com tela de sombreamento e termo-refletores, obtiveram massa seca no valor de 2,05 g planta⁻¹, sendo o maior valor encontrado no tratamento em campo aberto, mas são resultados inferiores aos encontrados neste trabalho.

Bertatti, Braz & Rizzo (2003) relatam valor de 8,01 g planta⁻¹, valor este um pouco maior que o encontrado nesta pesquisa, porém, vale salientar que no trabalho desses autores, o ciclo total da cultura foi 19 dias a mais que no presente trabalho. Esses mesmos autores, observando o comportamento da variedade lisa comum, obtiveram o valor médio de 7,19 g planta⁻¹.

Nohama et al. (2017) relatam valores mínimo e máximo para a cultura de salsa graúda portuguesa variando entre 78,11 e 176,74 g m⁻² de matéria seca, ambos resultados obtidos nos tratamentos com

sombreamento. O valor em campo aberto foi de 173,93 g m⁻² de matéria seca. Os valores encontrados neste trabalho variaram entre 98,20 e 155,80 g m⁻², sendo valores inferiores aos relatados por Nohama et al. (2017).

5.7 Umidade da cultura

A planta apresentou sua menor e maior umidade, respectivamente no T1 e no T5: 85 e 87%, mostrando que conforme aumenta a porcentagem de ARD-TRS, aumenta a umidade da planta, já que ARD-TRS foi o único fator diferencial entre os tratamentos. Os valores apresentados no presente trabalho são inferiores ao informados por Zecca (2008 apud HOEPERS, 2017), que menciona que para produzir 500 g de salsa desidratada, necessita de aproximadamente 6 kg de salsa fresca, apresentando nesse caso uma umidade de 92%.

No trabalho de Nascimento et al. (2017) foi apontado que, conforme aumentam as doses de adubação nitrogenada, diminuem os valores de umidade, sendo de 72 e 67% para as doses de 0 e 160 kg ha⁻¹ de N. Esses autores acima citados concluíram que, as diferentes doses não influenciaram nas características produtivas da salsa.

5.8 *Escherichia coli*

Os resultados para *E. coli* por grama de salsa graúda portuguesa apresentam-se

com valores $< 1 \times 10^3$ NMP g^{-1} de *E. coli* para todas as amostras analisadas, exceto em uma única amostra do T1, em que o valor máximo encontrado foi de 1×10^3 NMP g^{-1} de *E. coli*. Esta foi a única amostra que não estava de acordo com a Legislação ANVISA n. 12, que estabelece valor máximo de 10^2 NMP g^{-1} para hortaliças a serem consumidas cruas.

Devido o experimento ter sido realizado em campo aberto, suscetível a vários agentes contaminantes, cogita-se que houve outra fonte de contaminação dos vegetais, já que a ARD-TRS estava com $< 10^2$ NMP 100 mL^{-1} , e o T1, tratamento sem ARD-TRS, apresentou uma amostra com valor máximo de 1×10^3 NMP g^{-1} . Essa contaminação pode ter ocorrido devido a vários fatores, tais como chuva, tratos culturais, aves e adubações.

Silva et al. (2016), avaliando a produção de alface e coentro em propriedades irrigadas com água de açude ou poços artesianos, encontraram valores altamente elevados de *E. coli*. Os autores encontraram valores entre 500 e ≥ 1.600 NMP g^{-1} , enquanto que a água utilizada no trabalho apresentou valor ≥ 1.600 NMP 100 mL^{-1} , ou seja, de acordo com eles, os valores de coliformes nas culturas estão diretamente ligados aos coliformes presentes na água. Porém, vale ressaltar que o produto pode ser contaminado do plantio ao processamento, ou seja, a contaminação no produto processado pode não estar diretamente vinculada à água de irrigação e ser um problema de pós-colheita.

Silva, Cavalli & Oliveira (2006) avaliaram a presença de coliformes *E. coli* em alimentos, encontrando que das 26 hortaliças estudadas, sete amostras (26,9%) apresentaram-se contaminadas, ou seja, com valores acima do permitido pela legislação ANVISA.

Os resultados presentes acima colaboraram com o exposto por Christovão, Iaria & Candeias (1967), que águas poluídas usadas na irrigação constituirão uma das fontes de poluição e contaminação não só do solo, mas também dos vegetais, pois a capacidade de sobrevivência dos microorganismos patogênicos intestinais em hortaliças é comprovada. Assim quanto melhor seja o tratamento da ARD para ser utilizada na irrigação, maior será a segurança na qualidade microbiológica dos alimentos produzidos com estas águas.

6 CONCLUSÕES

Conforme os resultados apresentados, pôde-se concluir que:

i. A utilização de diferentes porcentagens de água residuária doméstica tratada por radiação solar na lâmina total de irrigação influenciou de forma positiva no desenvolvimento da cultura estudada, pois apresentou um aumento na produtividade;

ii. Os valores de *E. coli* encontrados nas análises do tratamento de ARD com tanque séptico e SODIS, H_2O_2 e lâmina de 10 cm se apresentam como uma alternativa viável. A presença de uma única amostra contaminada com 10^3 NMP 100 mL^{-1} demanda a necessidade de verificar a possível causa, já que esta repetição não foi apresentada no tratametno com maior porcentagem de ARD-TRS.

7 AGRADECIMENTOS

À empresa NaanDanJain, nas pessoas de Egídio Osti Neto e Leandro Renato Juncioni Lance, pela doação do kit de irrigação localizada.

8 REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO – Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ALVES, T. R. **Eficiência De um sistema de desinfecção solar de águas residuárias domésticas com adição de diferentes doses de peroxide de hidrogênio**. 2015. 63f. Dissertação (mestrado)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2015.
- ANA – Agência Nacional de águas (Brasil). **Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas / Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental**. 88 p. Brasília, 2017.
- APHA - American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22 ed. Washington: APHA. 2012.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8. Ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 625 p.
- BERTATTI, R.; BRAZ, L. T.; RIZZO, A. A. N. Desempenho de cultivares de salsa, no verão, com e sem cobertura do solo, em casa de vegetação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, jul. 2003. Suplemento 2.
- BRAGA, A. H.; SEABRA JÚNIOR, S.; PONCE, F. S.; BORGES, L. S.; SILVA, L. B. DA; RIBEIRO, T. C. Desempenho de cultivares de salsa ‘graúda portuguesa’ (*Petroselinum crispum*) sob tels de sombreamento, termo-refletores e campo aberto. **Revista cultivando o saber**, Cascável, v. 7, n. 4, p. 332-342, 2014.
- BRASIL. **Resolução ANVISA n. 12**, de 2 de janeiro de 2001. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprova Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos e seus anexos I e II. Brasília, 2001.
- CAVARIANNI, R.L.; REZENDE, B.L.A.; CECÍLIO FILHO, A.B.; COELHO, R.L.; PURQUERIO, L.F. 2003 **Análise de crescimento de cultivares de salsa, na primavera, em Jaboticabal-SP**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 44. Resumos... Recife: SOB (CD-ROM).
- CHRISTOVÃO, D. A.; IARIA, S. T.; CANDEIAS, J. A. N. Condições sanitárias das águas de irrigação de hortas do município de São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 12-17, 1967.
- CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009.

ESCOBAR, A. C. N.; NASCIMENTO, A. L.; GOMES, J. G.; BORBA, R. B.; ALVES, C. C.; COSTA, C. A. DA. Avaliação da produtividade de três cultivares em função de diferentes substratos. **Revista de Horticultura Brasileira**, Recife, v. 28, n. 2, p. S2671-S2676, 2010.

FACTOR, T. L.; PURQUEIRO, L. F. V.; LIMA, S. L.; TIVELLI, S. W. **Produção de salsa em função do período de cobertura com Agrotêxtil**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 48., Maringá, 2008. Anais... Brasília, v.26, n.2, 2008, CD-ROM.

FAO. **The State of the World's Land and Water Resources: managing systems at risk**. London: Earthscan, 2011.

HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M.C.; HELMICH, M.; CHIQUITO, E. G.; QUEVEDO, L. F.; SOARES, E. M. Produção e renda bruta da cultura de taro em cultivo solteiro e consorciado com as culturas da salsa e do coentro. **Revista Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá. v.29, n. 1, p. 83-89, 2007.

HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M.C.; WEISMANN, M.; LOURENÇÃO, A.L.F. Produção e renda bruta de cebolinha 'todo ano' e de salsa 'graúda portuguesa' em cultivo solteiro e consorciado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 574-577, 2003.

HOEPERS, L. M. L. **Crescimento de cultivares de salsa (*Petroselinum crispum*) em condições de sombreamento e a pleno sol**. 2017. 46p. Dissertação (Mestrado em agronomia), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2017.

LUZ, J. M. Q.; ANDRADE, L. V.; DIAS, F. F.; SILVA, M. A. D.; HABER, L. L.; OLIVEIRA, R. C. DE. Produção hidropônica de coentro e salsa 'graúda portuguesa' crespa sob concentrações de solução nutritiva e posições das plantas nos perfis hidropônicos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 4, p 589-597, 2012.

NASCIMENTO, M. V.; SILVA JÚNIOR, R. L.; FERNANDES, L. R.; XAVIER, R. C.; BENETT, K. S. S.; SELEGUINI, A.; BENETT, C. G. S. Manejo da adubação nitrogenada nas culturas de alface, repolho e salsa. **Revista de Agricultura Neotropical**, Caasilândia, v.4, n. 1, p. 65-71. 2017.

NOHAMA, M. T. R.; SEABRA JÚNIOR, S.; SILVA, M. B. DA; RODRIGUES, L. F. O. S.; OLIVEIRA, R. G. DE; INAGAKI, A. M.; NUNES, M. C. M. Produção de cultivares de salsa 'graúda portuguesa' em diferentes níveis de luminosidade. **Revista cultivando o saber**, Cascável, v. 10, n. 1, p. 82-89, 2017.

OLIVEIRA, C. B. S. **Ensaio de cultivares de salsa (*Petroselinum crispum*) em canteiro sob ambiente protegido**. 2016. 35p. Trabalho de conclusão de curso, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2016.

QUELUZ, J. G. T. **Efeito da eficiência da desinfecção solar de águas residuárias domésticas em reatores de diferentes colorações**. 2013. 78f. Dissertação (mestrado) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.

QUELUZ, J. G. T.; SÁNCHEZ-ROMÁN R. M. Efficiency of domestic wastewater solar disinfection in reactors with different colors. **Water Utility Journal** v.7, p.35-44, 2014.

SANDRI, D; MATSURA, E. E.; TESTEZLAF, R. Desenvolvimento da alface Elisa em diferentes sistemas de irrigação com água residuária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.11, n.1, p.17-29, 2007.

SILVA, A. F. S.; LIMA, C. A.; QUEIROZ, J. J. F.; JÁCOME, P. R. L. A. Análise bacteriológica das águas de irrigação de horticulturas. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v.11, n.2, p. 428-438, 2016.

SILVA, M. P.; CAVALLI, D. R.; OLIVEIRA, T. C. R. M. Avaliação do Padrão Coliformes a 45 °C e Comparação da Eficiência das Técnicas dos Tubos Múltiplos e Petrifilm EC na Detecção de Coliformes Totais e *Escherichia coli* em Alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.2, p.352-359, 2006.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2001.

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; TAVARES, M. AZEVEDO FILHO, J. A. **Beterraba, cenoura, nabo, rabanete e salsa**. RAIJ, B. van, CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A., FURLANI, A.M.C., 1997. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2ª ed. rev.atual. Campinas: Instituto Agrônômico, 285 p. (Boletim Técnico 100).

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Revista Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, 2008.

WHO. World Health Organization. **Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture**. Technical Report Series. 778. Geneva: World Health and Organization, 1989. 74p.