

## Características produtivas e morfológicas de frutos de tomateiro cultivado com bioproduto de batata

Alessandro D Lúcio; Diogo V Schwertner; Daniel Santos; Fernando M Haesbaert; Rélia R Brunet; Auri Brackmann

UFSM-CCR, Depto. Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, Camobi, 97105-900 Santa Maria-RS; adlucio@ufsm.br; vs.diogo@gmail.com; danielsantosagro@gmail.com; fhaesbaert@gmail.com; relia.brunes@hotmail.com; auribruckman@gmail.com

### RESUMO

Enquanto a adubação mineral onera os custos de produção e contribui para o esgotamento dos recursos naturais não renováveis, a aplicação de subprodutos industriais pode constituir uma alternativa adequada para a fertilização das culturas. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de bioproduto de batata sobre caracteres produtivos, morfológicos e de qualidade de frutos de tomateiro cultivado em túnel plástico e a campo nos períodos de primavera-verão e de outono-inverno. Dois experimentos foram conduzidos, um em túnel plástico e outro a campo, ambos no delineamento de blocos ao acaso com três repetições em um bifatorial com dois intervalos de aplicação de bioproduto de batata (após todas as colheitas e em colheitas alternadas) e quatro doses de aplicação (1, 2, 3 ou 4 L ha<sup>-1</sup>). Também foram utilizadas quatro testemunhas adicionais: (T<sub>1</sub>) adubação mineral em cobertura; (T<sub>2</sub>) adubação mineral em cobertura mais 50 L ha<sup>-1</sup> de bioproduto de batata aplicados aos 30 e 60 dias após o transplante; (T<sub>3</sub>) 100 L ha<sup>-1</sup> de bioproduto de batata aplicados a cada 15 dias e; (T<sub>4</sub>) adubação mineral em cobertura mais 0,5 L ha<sup>-1</sup> de bioproduto de batata aplicados após todas as colheitas. Foram avaliadas a massa, o número, o comprimento e a largura de frutos, o número de frutos deformados, com lóculo aberto, podridão apical e rachadura radial. Na primavera-verão, o bioproduto de batata não alterou a massa, o número, o comprimento e a largura de frutos de tomateiro, enquanto, no outono-inverno, reduziu a massa, o comprimento e a largura dos frutos. Na primavera-verão e no outono-inverno, o bioproduto de batata não alterou o número de frutos deformados, com lóculo aberto, podridão apical e rachadura radial. Dessa forma, a aplicação de bioproduto de batata nas doses e formas preconizadas nesse trabalho não é recomendável para a cultura do tomateiro.

**Palavras-chave:** *Solanum lycopersicum*, nutrição, adubação mineral.

### ABSTRACT

#### Productive and morphological characteristics of tomato fruits cultivated with potato bioproduct

While mineral fertilization enhances production costs and contributes to the depletion of nonrenewable natural resources, the application of industrial byproducts can be a suitable alternative for crop fertilization. In this sense, the aim of this work was to evaluate the effect of the application of potato bioproduct over productive, morphological and quality characteristics of tomato fruits cultivated in plastic tunnel and in field during spring-summer and autumn-winter seasons. Two experiments were carried out in plastic tunnel and one in field, both in a randomized block design with three replications in a factorial with two intervals of application of potato bioproduct (after all harvests and in alternate harvests) and four levels (1, 2, 3 or 4 L ha<sup>-1</sup>). In addition, were used four additional controls: (T<sub>1</sub>) mineral fertilization in coverage; (T<sub>2</sub>) mineral fertilization in coverage plus 50 L ha<sup>-1</sup> of potato bioproduct applied at 30 and 60 days after transplant; (T<sub>3</sub>) 100 L ha<sup>-1</sup> of potato bioproduct applied at every 15 days and; (T<sub>4</sub>) mineral fertilization in coverage plus 0.5 L ha<sup>-1</sup> of potato bioproduct applied after every harvest. We measured mass, number, length and width of fruits, the number of deformed fruits, with open locule, blossom-end rot and radial crack. In the spring-summer, the potato bioproduct does not alter the mass, the number, the length and width of fruits of tomato, while, in the autumn-winter, it reduces the mass, the length and the width of fruits. In the spring-summer and autumn-winter, the potato bioproduct does not alter the number of deformed fruits, with open locule, blossom-end rot and radial crack. Thereby, the application of potato bioproduct in the levels and forms proposed in this study is not recommended for tomato crop.

**Keywords:** *Solanum lycopersicum*, nutrition, mineral fertilization.

(Recebido para publicação em 18 de junho de 2012; aceito em 14 de junho de 2013)

(Received on June 18, 2012; accepted on June 14, 2013)

No ano de 2011, o tomate (*Solanum lycopersicum*) foi a hortaliça com maior volume de produção no Brasil (4.146.466 milhões de toneladas), ocupando 66.221 mil hectares da área cultivada e obtendo produtividade média de 62,6 toneladas por hectare. Na safra 2012 o tomateiro manteve-se na liderança da produção nacional de hortaliças, com 55.592 ha de área cultivada, produção de 3.647.977 toneladas de frutos e rendimento médio de 65.621

kg ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2013).

A máxima absorção de nutrientes pelo tomateiro ocorre a partir do início da frutificação devido ao aumento da atividade metabólica, hormonal, divisão e crescimento celular, o que indica a necessidade de adubações mais frequentes em cobertura (Fayad *et al.*, 2002). A exigência de nutrientes pelo tomateiro é diferenciada entre o cultivo em ambiente protegido, a campo (Fayad *et al.*, 2002) e em sistema hidropônico

(Prado *et al.*, 2011), indicando a necessidade de estudos com fertilizantes simultaneamente nesses ambientes, sendo os três nutrientes mais requeridos pela cultura em todos os ambientes: K, N e Ca (Fayad *et al.*, 2002; Prado *et al.*, 2011). O acúmulo de nutrientes na parte aérea do tomateiro em cultivo protegido decresceu na seguinte ordem: K, N, Ca, S, Mg, P, Mn, Fe, Cu e Zn, alcançando os valores máximos de 264; 211; 195; 49; 40; 30 kg ha<sup>-1</sup>, 3.200; 2.100; 1.600

e 700 g ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Fayad *et al.*, 2002).

A fertilização mineral aumenta os custos de produção da cultura do tomateiro, além de contribuir para o esgotamento dos recursos naturais não renováveis. A aplicação de resíduos e dejetos líquidos no solo é uma alternativa econômica para a fertilização das culturas (Oliveira *et al.*, 2009b) pois consiste no aproveitamento de subprodutos agroindustriais como a vinhaça da cana-de-açúcar (Schultz *et al.*, 2010; Zolin *et al.*, 2011), dejetos de suínos (Assmanni *et al.*, 2009) e esgotos domésticos (Augusto *et al.*, 2007) como fonte de nutrientes para as culturas, e também numa alternativa de descarte desses resíduos. Em hortaliças, a aplicação de subprodutos líquidos como fertilizantes possui grande potencial, já que pode ser veiculado pela água de irrigação.

Nessa linha, no ano de 2011 foi registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) o bioproduto de batata. Trata-se de um subproduto agroindustrial proveniente da fermentação alcoólica da batata (*Solanum tuberosum*), sendo um resíduo líquido obtido durante o processo de destilação do mosto para a produção de derivados alcoólicos. Esse bioproduto pode constituir uma alternativa adequada para a nutrição do tomateiro por sua composição organomineral similar a da vinhaça da cana-de-açúcar, como: acidez, potássio como nutriente em maior concentração, elevado teor de matéria orgânica e, presença de outros macro e micronutrientes (Oliveira *et al.*, 2009a; Zolin *et al.*, 2011).

Embora agricultores estejam aplicando o bioproduto de batata em adubação foliar e no tratamento de sementes em diferentes espécies vegetais como: soja, milho, feijão e trigo e o produto tenha obtido registro no MAPA para essas culturas e formas de aplicação em doses variando de 1 a 5 L ha<sup>-1</sup>, não existem na literatura informações de seus efeitos nas culturas mencionadas e em hortaliças. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de bioproduto de batata em doses sugeridas pelo fabricante sobre características produtivas, morfológicas e de qualidade

de frutos de tomateiro cultivado em túnel plástico e a campo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos três experimentos, com tomate tipo salada, híbrido Grandeur, na Universidade Federal de Santa Maria (29°43'S, 53°43'O, altitude 95 m), no município de Santa Maria-RS. O clima da região, segundo a classificação de Köppen é do tipo Cfa (subtropical úmido sem estação seca definida e com verões quentes) e o solo classificado como Argissolo Vermelho Distrófico arênico (Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, 2006).

Dois experimentos foram realizados na primavera-verão (P-V) de 16/08/2010 a 27/01/2011 (164 dias), e o terceiro no outono-inverno (O-I) de 03/03 a 30/07/2011 (149 dias). Na P-V, um experimento foi em túnel plástico e outro em campo, enquanto que no O-I, o experimento foi em túnel. O túnel possui 3,5 m de altura na parte central, 25 m de comprimento por 4 m de largura, com dimensão útil de 19,2 m de comprimento e 3,6 m de largura, coberto com filme de polietileno de baixa densidade de 100 micras, com aditivo anti-UV, e orientação Norte-Sul.

As mudas foram transplantadas com quatro folhas e dispostas em três linhas (camalhões sem uso de mulching) com 15 cm de altura e 40 cm de largura. As necessidades hídricas da cultura foram supridas via irrigação por gotejamento. Utilizou-se espaçamento de 0,8 m entre plantas e 1,2 m entre linhas, num total de 24 plantas por linha de cultivo, sendo a parcela experimental constituída por duas plantas no sentido da linha de cultivo. As plantas foram conduzidas em haste única. O controle das pragas traça do tomateiro (*Tuta absoluta*), broca-grande (*Helicoverpa zea*), broca-pequena (*Neoleucinodes elegantalis*), larva-minadora (*Liriomyza spp.*) e mosca branca (*Bemisia argentifolii*) foi realizado com teflubenzurom e abamectina. As doenças foram controladas preventivamente com oxicleto de cobre.

O solo da área experimental foi analisado em cada linha de cultivo e

apresentou os teores médios: pH<sub>(água)</sub> = 5,4; matéria orgânica = 2,25%; P<sub>(Mehlich)</sub> = 35 mg dm<sup>-3</sup>; K = 299 mg dm<sup>-3</sup>; Ca = 8,50 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 2,80 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; S = 38,30 mg dm<sup>-3</sup>; Al = 0,30 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al = 3,40 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Cu = 0,50 mg dm<sup>-3</sup>; Zn = 2,30 mg dm<sup>-3</sup>; B = 0,40 mg dm<sup>-3</sup>; CTC pH7 = 15,43 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V(%) = 77,20% e; argila = 23,83%.

A adubação e a calagem foram realizadas em área total conforme os resultados da análise de solo e recomendações da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2004) para atingir produção de 75 t ha<sup>-1</sup> de frutos. No transplante foram aplicados 65 kg ha<sup>-1</sup> de N, 230 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 65 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

A primeira adubação em cobertura foi realizada 21 dias após o transplante (DAT) em todos os tratamentos com 35 kg ha<sup>-1</sup> de N e 35 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. As demais adubações de cobertura iniciaram 15 dias após a primeira, com 30 kg ha<sup>-1</sup> de N e 30 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, aplicados em intervalos de 15 dias, num total de sete aplicações durante o ciclo da cultura e foram combinadas com as doses de bioproduto de batata conforme a descrição dos tratamentos.

Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso, com três repetições, em esquema bifatorial (2 x 4) com quatro testemunhas adicionais, num total de 12 tratamentos. O esquema bifatorial consistiu no arranjo de: a) dois intervalos de aplicação de bioproduto de batata (aplicações após todas as colheitas e aplicações em colheitas alternadas); b) doses de bioproduto de batata conforme preconizado pelo fabricante do bioproduto (1, 2, 3 ou 4 L ha<sup>-1</sup>) aplicados no solo junto à base da planta. Nesses oito tratamentos também foi aplicada a adubação mineral em cobertura. Foram testadas também quatro testemunhas adicionais: (T<sub>1</sub>) adubação mineral em cobertura (sem bioproduto de batata); (T<sub>2</sub>) adubação mineral em cobertura mais 50 L ha<sup>-1</sup> de bioproduto de batata aplicados aos 30 e 60 dias após o transplante; (T<sub>3</sub>) substituição da adubação mineral em cobertura pela dose de 100 L ha<sup>-1</sup> de bioproduto de batata aplicados a cada 15 dias, totalizando, 900 L ha<sup>-1</sup> na primavera-verão e 800 L ha<sup>-1</sup> no outono-inverno e; (T<sub>4</sub>) adubação mineral em cobertura mais 0,5 L ha<sup>-1</sup>

de bioproduto de batata aplicados após todas as colheitas.

O bioproduto de batata utilizado nos experimentos foi analisado em laboratório da Universidade Federal de Santa Maria e apresentou as características químicas: matéria orgânica = 24,4%; pH= 3,2; N= 324,25 mg L<sup>-1</sup>; P= 71,93 mg L<sup>-1</sup>; K= 465,00 mg L<sup>-1</sup>; Ca= 12,55 mg L<sup>-1</sup>; Mg= 51,65 mg L<sup>-1</sup>; S= 39,81 mg L<sup>-1</sup>; Cu= 1,11 mg L<sup>-1</sup>; Fe= 6,42 mg L<sup>-1</sup>; Mn= 0,42 mg L<sup>-1</sup> e; Zn= 0,97 mg L<sup>-1</sup>.

Na primavera-verão foram realizadas dez colheitas de frutos (11/11/2010 a 27/01/2011), e no outono-inverno, seis (02/06 a 30/07/2011). Em cada colheita foram avaliados: massa de frutos por planta em balança digital com precisão de 1 g; número de frutos por planta; comprimento e largura média de frutos (mm) com paquímetro com precisão de 1 mm; número de frutos deformados, com lóculo aberto, podridão apical e rachadura radial (CEAGESP, 2003).

Os dados das características produtivas e morfológicas de frutos foram submetidos aos testes dos pressupostos do modelo matemático. Em seguida foi realizada a análise de variância para o delineamento de blocos ao acaso em um bifatorial com testemunhas adicionais (Gomes & Garcia, 2002). O efeito do fator A foi verificado pelo teste de Tukey e o do fator D submetido à análise de regressão.

As testemunhas adicionais (TA) foram comparadas por contrastes ortogonais: X1: TA sem bioproduto de batata (T<sub>1</sub>) vs. TA com bioproduto de batata (T<sub>2</sub>+T<sub>3</sub>+T<sub>4</sub>); X2: TA com bioproduto de batata mais adubação mineral em cobertura (T<sub>2</sub>+T<sub>4</sub>) vs. TA com bioproduto de batata e sem adubação mineral em cobertura (T<sub>3</sub>); X3= TA 50 L ha<sup>-1</sup> de bioproduto de batata, aos 30 e 60 dias após o transplante mais adubação mineral em cobertura (T<sub>2</sub>) vs. TA 0,5 L ha<sup>-1</sup> de bioproduto de batata, em todas as colheitas mais adubação mineral em cobertura (T<sub>4</sub>). O teste de Scheffé balanceado foi utilizado para comparar a testemunha sem aplicação de bioproduto de batata (T<sub>1</sub>) com os tratamentos com aplicação de bioproduto de batata. Utilizou-se o teste de Friedman para comparar os efeitos dos tratamentos no número de frutos deformados, com lóculo aberto, podri-

ção apical e rachadura radial ao invés da transformação dos dados, uma vez que estas variáveis apresentam distribuição binomial (ausência ou presença). Todas as análises estatísticas foram realizadas em nível de 5% de probabilidade de erro com os aplicativos SOC-NTIA (v. 4.2.2) (Embrapa, 1997) e Genes (v. 7.0)

(Cruz, 2006).

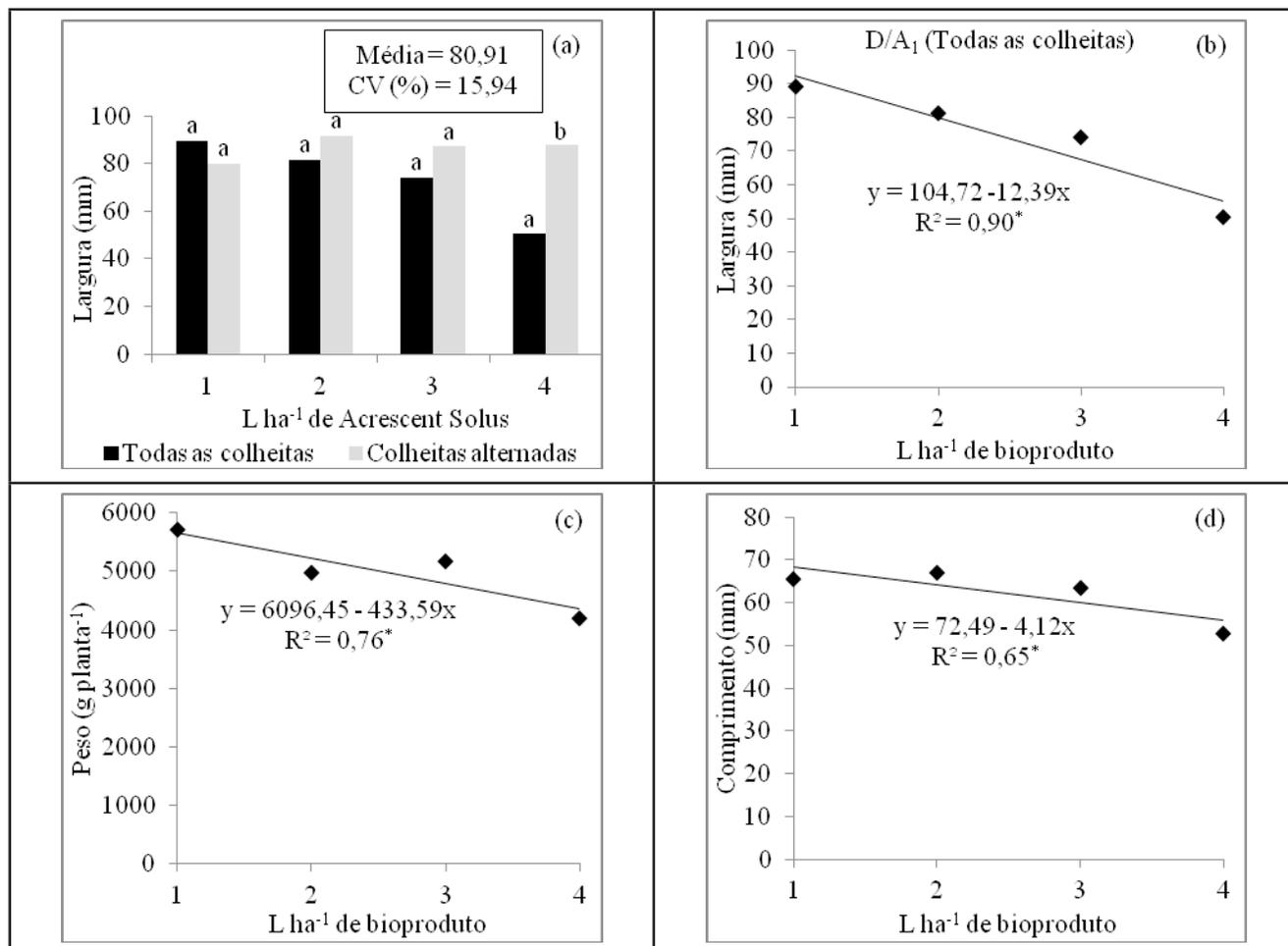
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade média de frutos do experimento em túnel plástico na primavera-verão (P-V) foi de 9,25 kg planta<sup>-1</sup> (Tabela 1), ou, 96 t ha<sup>-1</sup>. Na

**Tabela 1.** Contrastes para massa de frutos (MF, g planta<sup>-1</sup>), número de frutos por planta (NF), comprimento de frutos (COM, mm) e largura de frutos (LAR, mm) de tomateiro cultivado com bioproduto de batata (contrasts for mass of fruit (MF, g plant<sup>-1</sup>), number of fruits per plant (NF), length of fruit (COM, mm) and width of fruit (LAR, mm) of tomato cultivated with potato bioproduct). Santa Maria, UFSM, 2012.

Contrastes	Primavera-verão em túnel			
	MF	NF	COM	LAR
X1	-94,06	-4,28	-3,24	-6,25
X2	1323,08	1,17	-3,55	-2,09
X3	-3493,5*	-10,33	-4,29	-1,03
Adic X Fat	-88,43	-2,79	0,26	0,63
Scheffé	-1553,92	-60,83	-27,12	-120,19
Média	9250,16	42,90	58,53	73,58
CV (%)	21,03	15,60	10,47	9,08
Contrastes	Primavera-verão em campo			
	MF	NF	COM	LAR
X1	-1673,17	-2,89	-4,49	-3,60
X2	537,00	-3,67	1,23	1,22
X3	-1158,67	-7,33	-1,66	-4,58
Adic X Fat	246,13	1,77	-2,95	-4,55
Scheffé	-13089,50	-11,83	-64,00	-68,88
Média	8257,29	35,32	57,00	73,17
CV (%)	16,71	16,42	9,86	10,81
Contrastes	Outono-inverno em túnel			
	MF	NF	COM	LAR
X1	-133,94	0,50	-8,8	-14,50
X2	39,15	0,01	1,86	4,23
X3	-538,69	-4,00	-0,67	1,27
Adic X Fat	766,64	1,85	2,02	2,28
Scheffé	4927,69	19,33	-63,18	-112,24
Média	5268,03	17,56	62,86	80,91
CV (%)	20,27	21,26	15,88	15,94

X1= testemunha adicional (TA) sem bioproduto de batata vs. TA com bioproduto de batata (additional control (TA) without potato bioproduct vs. TA with potato bioproduct); X2= TA com bioproduto de batata mais adubo em cobertura vs. TA com bioproduto de batata e sem adubo em cobertura (TA with potato bioproduct plus fertilization in coverage vs. TA with potato bioproduct and without fertilization in coverage); X3= TA 50 L ha<sup>-1</sup> de bioproduto de batata aos 30 e 60 dias após o transplante vs. TA 0,5 L ha<sup>-1</sup> de bioproduto de batata em todas as colheitas (TA 50 L ha<sup>-1</sup> of potato bioproduct applied at 30 and 60 days after transplant vs. TA 0.5 L ha<sup>-1</sup> of potato bioproduct applied at every crop); Adic x Fat= testemunhas adicionais vs. tratamentos fatoriais (additional controls vs. factorial treatments); Scheffé = sem bioproduto de batata vs. com bioproduto de batata (without potato bioproduct vs. with potato bioproduct); \*significativo a 5% de probabilidade de erro (significant at 5% of probability error).



**Figura 1.** Médias da largura de frutos avaliando os tipos de aplicação dentro de cada dose de produto (a), comportamento da largura de frutos (b), massa de frutos (MF) (c) e comprimento de frutos (d) de tomate em função das doses de bioproduto de batata no outono-inverno em túnel (average of width of fruit evaluating the type of application in each dose of product (a), behavior of width of fruit (b), mass of fruit (MF) (c) and length of fruit (d) of tomato according to the doses of potato bioproduct in the autumn-winter in tunnel). Médias representadas por barras com diferentes letras apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (means represented by different letters present significant difference by Tukey test at 5% of probability); \*significativo a 5% de probabilidade (significant at 5% of probability). Santa Maria, UFSM, 2012.

mesma estação de cultivo, porém no experimento a campo, a produtividade média foi de 8,26 kg planta<sup>-1</sup> (Tabela 1), ou, 86 t ha<sup>-1</sup>. Essa produtividade pode ser considerada elevada, haja vista que a produtividade média do tomateiro no Brasil em 2011 foi de 62 t ha<sup>-1</sup>, e no estado do Rio Grande do Sul foi de 44,7 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2012). Na estação outono-inverno (O-I), a produtividade média do experimento em túnel plástico foi de 5,27 kg planta<sup>-1</sup> (Tabela 1), ou, 55 t ha<sup>-1</sup>. A produtividade no O-I na região de Santa Maria é reduzida pela menor disponibilidade de radiação solar, que pode se tornar inferior à necessária para o bom desenvolvimento da cultura nos meses mais frios do ano, principalmente junho e julho (Estefanel

*et al.*, 1998). Ainda, o atendimento às pressuposições do modelo matemático de aditividade dos efeitos do modelo, normalidade dos erros e homogeneidade de variância, associados ao coeficiente de variação de baixa magnitude (Tabela 1), conferem credibilidade às análises e inferências realizadas nesse estudo.

Na P-V os experimentos em túnel plástico e a campo não evidenciaram interação entre os intervalos de aplicação e as doses de bioproduto de batata. Também não houve efeito principal do intervalo de aplicação (fator qualitativo) pela análise de variância, e das doses de bioproduto de batata (fator quantitativo) pela análise de regressão, nem diferença entre as testemunhas adicionais e os tratamentos fatoriais (Tabela 1). O teste de

Scheffé não detectou diferença entre os tratamentos com bioproduto de batata e a testemunha sem bioproduto de batata (Tabela 1).

O experimento na estação O-I evidenciou interação entre os intervalos de aplicação e as doses de bioproduto de batata na variável largura de frutos (LAR). O teste de Tukey demonstrou diferenças entre os intervalos de aplicação de bioproduto de batata apenas na dose de 4 L ha<sup>-1</sup>, onde aplicações em colheitas alternadas proporcionaram maior LAR em relação a aplicações em todas as colheitas (Figura 1a), sinalizando que aplicações frequentes de doses baixas do produto combinadas com a adubação mineral em cobertura causam efeitos adversos ao normal desenvolvi-

mento da cultura no outono-inverno. A LAR apresentou comportamento linear decrescente em função das doses de bioproduto de batata dentro do intervalo de aplicação em todas as colheitas ( $D/A_1$ ) (Figura 1b) com redução de 12,39 mm a cada  $L\ ha^{-1}$  de bioproduto de batata.

O comprimento de frutos (COM) apresentou comportamento linear decrescente, a taxa de 4,12 mm a cada  $L\ ha^{-1}$  de bioproduto de batata (Figura 1d). A combinação de frutos mais curtos e estreitos resultou também na redução da massa de frutos por planta em 433,59 g a cada  $L\ ha^{-1}$  de bioproduto de batata (Figura 1c). Não houve efeito principal do intervalo de aplicação (fator qualitativo) pela análise de variância, e das doses de bioproduto de batata (fator quantitativo) pela análise de regressão para as demais variáveis no O-I. A exemplo do ocorrido na P-V, não houve diferença entre as testemunhas adicionais e os tratamentos fatoriais (Tabela 1), nem entre os tratamentos com bioproduto de batata e a testemunha sem bioproduto de batata pelo teste de Scheffé (Tabela 1).

Os resultados fatoriais permitem inferir que o aumento na dose de bioproduto de batata, combinada com a adubação mineral em cobertura, não influenciou a expressão da massa, número, comprimento e largura de frutos de tomateiro na primavera-verão, ao passo que, no outono-inverno, provocou redução da massa de frutos, devido às reduções no COM e LAR, sem alterar o número de frutos produzidos. Esse resultado sugere efeito antagônico entre o bioproduto de batata e a adubação mineral em cobertura no O-I, resultado contrário ao obtido por Schultz *et al.* (2010) e por Oliveira *et al.* (2009b) na produtividade de cana-de-açúcar, que observaram efeito sinérgico entre a aplicação de vinhaça e a adubação nitrogenada em cobertura. Já Ramos *et al.* (2008) verificaram efeito negativo da aplicação de vinhaça no solo sobre a emergência e desenvolvimento inicial de plantas de amendoim e de girassol, o que atribuíram à possível presença de solutos tóxicos na vinhaça.

Na primavera-verão, as baixas doses de bioproduto de batata preconizadas pelo fabricante e que não consideram as necessidades minerais do tomateiro,

associadas aos altos teores de nutrientes no solo, foram responsáveis pela falta de resposta da cultura à aplicação do produto. Silva *et al.* (2007) relatam que após a aplicação de vinhaça, o pH do solo sofre redução, devido a elevada carga de matéria orgânica constituída principalmente por ácidos orgânicos. Essa matéria orgânica deve ser colonizada por fungos, que atuam neutralizando a acidez do meio e preparando o caminho para a proliferação bacteriana, que atua nos ciclos biogeoquímicos dos nutrientes. No outono-inverno em Santa Maria, o resfriamento do solo, devido à menor incidência da radiação solar e à imperfeita drenagem do solo, reduz a atividade microbiana, que pode encontrar dificuldade em metabolizar os ácidos orgânicos provenientes do bioproduto de batata, que então se acumulariam no solo e causariam efeitos tóxicos à cultura, reduzindo a disponibilidade de outros nutrientes por prejudicar também a atividade bacteriana do solo, reduzindo assim a produtividade da cultura.

A comparação entre os tratamentos com e sem bioproduto de batata pelo teste de Scheffé revelou não existir ganho adicional nos atributos produtivos e morfológicos de frutos de tomateiro cultivados em solos de boa fertilidade com a aplicação do produto nas doses preconizadas nesse estudo, tornando-se o bioproduto de batata um insumo totalmente dispensável no sistema de produção nessas condições. Novos estudos devem ser formulados utilizando doses mais elevadas do bioproduto de batata, considerando que a concentração de nutrientes no bioproduto é muito baixa.

Não houve diferença nos três experimentos entre as testemunhas adicionais com bioproduto de batata mais adubação mineral em cobertura ( $T_2+T_4$ ) e a testemunha adicional com bioproduto de batata e sem adubação mineral em cobertura ( $T_3$ ) ( $X_2$ , Tabela 1). No entanto, é muito provável que a expressão das variáveis produtivas e morfológicas de frutos de tomateiro tenha sido mantida em função do alto nível de fertilidade do solo, e não devido ao efeito do bioproduto, já que a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2004) preconiza que, quando os teores de nutrientes no solo estão acima do nível crítico, a probabi-

lidade de resposta das culturas à adição de fertilizantes é baixa.

O bioproduto de batata não alterou o número de frutos deformados, com lóculo aberto, podridão apical e rachadura radial nos três experimentos. Assim, não houve melhoria da qualidade dos frutos de tomateiro em resposta à aplicação do produto, quer em complementação ou em substituição à adubação mineral em cobertura. Esse resultado pode ser explicado pelo pequeno aporte de nutrientes pelo bioproduto em relação às exigências da cultura do tomateiro, alta fertilidade do solo e por todos os tratamentos terem recebido a mesma adubação de transplante, que pode ter conferido às plantas um adequado balanço nutricional. Desequilíbrio nutricional, deficiência de cálcio e boro são os principais fatores responsáveis, respectivamente, pela ocorrência de frutos deformados, com podridão apical e lóculo aberto (Embrapa Hortaliças, 2006).

O descarte adequado de subprodutos agroindustriais e a redução da dependência da agricultura por insumos externos não renováveis são um problema atual, principalmente quando se considera o desenvolvimento sustentável e a agricultura orgânica. Assim, sugere-se que novos estudos sejam realizados com o bioproduto de batata enfocando principalmente o emprego de doses mais elevadas e a substituição da adubação mineral nas culturas, avaliando não somente a produtividade, mas também as consequências nas características químicas, físicas e biológicas do solo e sobre os aspectos físicos, químicos e sensoriais dos frutos, a exemplo de estudos realizados com a vinhaça da cana-de-açúcar (Oliveira *et al.*, 2009a; Oliveira *et al.*, 2009b; Zolin *et al.*, 2011).

Na primavera-verão, o bioproduto de batata não alterou a massa, o número, o comprimento e a largura de frutos de tomateiro, enquanto, no outono-inverno, reduziu a massa, o comprimento e a largura dos frutos. Na primavera-verão e no outono-inverno, o bioproduto de batata não alterou o número de frutos deformados, com lóculo aberto, podridão apical e rachadura radial. Dessa forma, a aplicação de bioproduto de batata

nas doses e formas preconizadas nesse trabalho não é eficiente para a cultura do tomateiro.

## AGRADECIMENTOS

À CAPES pela concessão de bolsa de mestrado e ao CNPq e FAPERGS pelo auxílio financeiro para a realização do trabalho e pela bolsa de produtividade em pesquisa ao primeiro autor. À Carbom Fertilizantes do Brasil S.A., pelo bioproduto de batata.

## REFERÊNCIAS

- ASSMANNI JM; BRAIDA JA; CASSOL LC; MAGIERO EC; MANTELI C; GRIZ E. 2009. Produção de matéria seca de forragem e acúmulo de nutrientes em pastagem anual de inverno tratada com esterco líquido de suínos. *Ciência Rural* 39: 2408-2416.
- AUGUSTO DCC; GUERRINI IA; ENGEL VL; ROUSSEAU GX. 2007. Utilização de águas residuárias provenientes do tratamento biológico de esgotos domésticos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill. Ex. Maiden. *Revista Árvore* 31: 745-751.
- CEAGESP. *Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura: Normas de Classificação do Tomate*. 2003. Centro de Qualidade em Horticultura. CQH/CEAGESP. 2003. São Paulo (CQH. Documentos, 26).
- CRUZ CD. 2006. *Programa Genes: Biometria*. Viçosa: UFV. 382p.
- EMBRAPA. 1997. *Ambiente de software NTIA, versão 4.2.2: manual do usuário -ferramental estatístico*. Campinas: Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para a Agricultura. 258p.
- EMBRAPA HORTALIÇAS. 2006. *Cultivo de tomate para industrialização*. 2013, 6 de Fevereiro. Disponível em [http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial\\_2ed/](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/)
- ESTEFANEL V; BURIOL GA; ANDRIOLO JL; LIMA CP; LUZZI N. 1998. Disponibilidade de radiação solar nos meses de inverno para o cultivo do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) na região de Santa Maria, RS. *Ciência Rural* 28: 553-559.
- FAYAD JA; FONTES PCR; CARDOSO AA; FINGER FL; FERREIRA FA. 2002. Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. *Horticultura brasileira* 20: 90-94.
- GOMES FP; GARCIA CH. 2002. *Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplo e orientações para uso e aplicativos*. Viçosa: FEALQ. 309p.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2013, 10 de Junho *Levantamento sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil*. Disponível em [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa\\_201304.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201304.pdf)
- OLIVEIRA EL; ANDRADE LAB; FARIA MA; CUSTÓDIO TN. 2009a. Vinhaça de alambique e nitrogênio na cana-de-açúcar, em ambiente irrigado e não irrigado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 13: 694-699.
- OLIVEIRA EL; ANDRADE LAB; FARIA MA; EVANGELISTA AWP; MORAIS AR. 2009b. Uso de vinhaça de alambique e nitrogênio em cana-de-açúcar irrigada e não irrigada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 44: 1398-1403.
- PRADO RM; SANTOS VHG; GONDIM ARO; ALVES AU; FILHO ABC; CORREIA MAR. 2011. Crescimento e marcha de absorção de nutrientes em tomateiro cultivar Raísa cultivado em sistema hidropônico. *Semina: Ciências Agrárias* 32: 19-30.
- RAMOS NP; NOVO MCSS; UNGARO MRG; LAGO AA; MARIN GC. 2008. Efeito da vinhaça no desenvolvimento inicial de girassol, mamona e amendoim em casa de vegetação. *Bragantia* 67: 685-692.
- SCHULTZ N; LIMA E; PEREIRA MG; ZONTA E. 2010. Efeito residual da adubação na cana-planta e da adubação nitrogenada e potássica na cana-soca colhidas com e sem a queima da palhada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 34: 811-820.
- SILVA MAS; GRIEBELER NP; BORGES LC. 2007. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 11: 108-114.
- SISTEMA Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de química e fertilidade do solo. 2004. *Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina*. Porto Alegre: Núcleo Regional Sul - Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 394p.
- ZOLIN CA; PAULINO J; BERTONHA A; FREITAS PSL; FOLEGATTI MV. 2011. Estudo exploratório do uso da vinhaça ao longo do tempo: I. Características do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 15: 22-28.