

MUELLER S; SUZUKI A; WAMSER AF; VALMORBIDA J; FELTRIM AL; BECKER WF. 2015. Modos de aplicação de fósforo para duas cultivares de tomate. *Horticultura Brasileira* 33: 356-361. DOI - <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620150000300013>

## Modos de aplicação de fósforo para duas cultivares de tomate

Siegfried Mueller; Atsuo Suzuki; Anderson F Wamser; Janice Valmorbida; Anderson L Feltrim; Walter F Becker

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Epagri-EECaçador, Caçador-SC, Brasil; simueller02@gmail.com; atsuosuzuki17@gmail.com; afwamser@epagri.sc.gov.br; janicevalmorbida@epagri.sc.gov.br; andersonfeltrim@epagri.sc.gov.br; wbecker@epagri.sc.gov.br

### RESUMO

Dois experimentos foram realizados nas safras 2011/12 e 2012/13 na Epagri, Estação Experimental de Caçador, com o objetivo de avaliar três modos de adubação fosfatada, em solos com níveis baixos de fósforo, em duas cultivares de tomate. Em ambos os experimentos usou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, no esquema fatorial 3x2, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram na combinação de três modos de aplicação de fósforo (M1= aplicação de 100% da dose recomendada no sulco em pré-plantio; M2= aplicação de 50% da dose recomendada no sulco em pré-plantio e aplicação de 50% da dose recomendada em cobertura via irrigação por gotejamento; e M3= aplicação de 50% da dose recomendada, a lanço, junto à sementeira da aveia, cinco meses antes do plantio do tomate, e 50% no sulco em pré-plantio) com duas cultivares de tomate (Paronset e Alambra). A dose recomendada de fósforo foi de 800 kg/ha. Concluiu-se que os modos de aplicação de fósforo estudados afetam a produção do tomateiro, sendo os modos M2 e M3 de aplicação parcelada do fósforo os que proporcionaram as maiores produtividades. Recomenda-se a aplicação de fósforo utilizando o modo M3, pois proporciona maior produtividade e é o mais vantajoso economicamente. As cultivares não diferiram em relação à produtividade de frutos comerciais, mas a 'Paronset' se destacou da 'Alambra' por apresentar maior produtividade de frutos do tipo extra AA.

**Palavras-chave:** *Solanum lycopersicum*, adubação fosfatada, fertirrigação, nutrição de plantas.

### ABSTRACT

#### Application modes of phosphorus fertilization for two tomato cultivars

Two experiments were carried out at Epagri, Experimental Station of Caçador, Santa Catarina State, Brazil, in the years 2011/12 and 2012/13 in order to evaluate three modes of phosphorus fertilization in soils with low phosphorus levels in two tomato cultivars. The experimental design was randomized blocks in factorial 3x2, with four replications. The treatments consisted of three modes of phosphorus application (M1= application of 100% of the recommended dose in the plant furrow before planting; M2= application of 50% of the recommended dose in the plant furrow before planting and 50%, side dressing through the drip irrigation; M3= broadcast application of 50% of the recommended dose simultaneously to the sowing of oats, five months before tomato planting, and 50% in the furrow before planting, with two tomato cultivars 'Paronset' and 'Alambra'). The recommended dose of phosphorus was 800 kg/ha. The two split modes of application of phosphorus, were advantageous to tomato yield compared to the mode with only a single application at pre-planting. Phosphorus application methods studied affect tomato, and the M2 and M3 modes presented the best performance. The cultivars did not differ in relation to productivity, but 'Paronset' stood out in comparison to 'Alambra' due to its higher productivity of fruits classes "extra AA".

**Keywords:** *Solanum lycopersicum*, phosphate fertilization, drip fertigation, plant nutrition.

(Recebido para publicação em 29 de novembro de 2013; aceito em 20 de janeiro de 2015)

(Received on November 29, 2013; accepted on January 20, 2015)

Brasil é o oitavo produtor de tomate (*Solanum lycopersicum*), e o maior da América do Sul, com o cultivo de cerca de 70 mil hectares, participando com 2,8% da produção global (Síntese ..., 2013). O estado de Santa Catarina é o sexto produtor nacional de tomate com 178,9 mil toneladas ao ano. Neste estado, a região de Caçador é a principal produtora, com cerca de 1.000 hectares plantados na safra 2010/2011, equivalendo a 57% da safra estadual e com produtividade de 76,6 toneladas por

hectare (Síntese ..., 2013).

A maioria dos solos brasileiros caracteriza-se por apresentar alta taxa de intemperização e, no geral, contém baixa disponibilidade de fósforo. Isto se deve à alta capacidade de retenção desse nutriente pelo solo, ficando parte indisponível para as plantas (Novais & Smyth, 2007), o que reduz a eficiência da adubação fosfatada (Faquin, 2002). Estima-se que cerca de 80% do P aplicado é adsorvido pelos colóides do solo, resultando numa eficiência agrônômica

inferior a 20% (Rajj, 2004; Siqueira *et al.*, 2004; Ramos *et al.*, 2009). Em razão disso, há necessidade de aplicar elevadas doses de fertilizantes fosfatados para manter os níveis de produtividade das plantas cultivadas.

O fósforo disponível às plantas é encontrado em baixas concentrações na solução de solos com baixo pH, elevados teores de argila e, conforme a mineralogia, sendo mais fixado em solos com predominância de óxidos de Fe e Al, como é o caso em solos de origem

basáltica, predominantes na região Sul do Brasil (Raij, 1991). Apesar da maioria das culturas apresentarem baixos teores de fósforo, em seu tecido quando comparado aos demais macronutrientes primários, esse nutriente é aplicado em grandes quantidades, elevando o custo de produção de culturas agrícolas (Alvarez *et al.*, 2002). Contudo se ressalta que as respostas à adubação fosfatada são mais evidentes quando os cultivos são realizados em solos com baixos teores de P (Carmo, 2014).

A eficiência do P nas culturas pode estar relacionada ao modo de aplicação. A adubação fosfatada na cultura do tomate pode ser realizada a lanço ou no sulco de plantio, com incorporação do adubo ao solo no sistema convencional (no pré-plantio e na amontoa), ou ainda aplicado na superfície, quando em plantio direto (Marcolan, 2013). As aplicações a lanço e as localizadas no sulco de semeadura ou de plantio são as mais utilizadas e se discute amplamente a eficiência desses manejos.

A adubação a lanço permite que todo o P aplicado entre em contato com o solo de toda área adubada, o que resulta em alta adsorção do P no solo. Por outro lado, na adubação localizada ou aplicada no sulco de plantio, a adsorção de P é reduzida, proporcionando maior disponibilidade de P na solução do solo. O sistema radicular das plantas em contato com o fósforo proveniente do adubo também favorece o melhor aproveitamento desse pela cultura (Yost *et al.*, 1979). No entanto, a aplicação no sulco propicia alta concentração de P somente em um pequeno volume de solo, limitando a exploração plena das raízes.

A aplicação antecipada do adubo fosfatado é uma possibilidade a ser considerada. Avaliações em áreas com a sucessão aveia-soja demonstraram que a soja não teve sua produtividade reduzida pela aplicação de P exclusivamente na cultura da aveia, planta de cobertura, havendo ainda o benefício adicional do aumento da produção de matéria seca da aveia em decorrência do aproveitamento da adubação fosfatada na soja (Trentin *et al.*, 2004).

Conforme Faria & Pereira (1993), o parcelamento de P em duas épocas de aplicação, no tomateiro, é mais eficiente

do que quando em aplicação única em pré-plantio. Por outro lado, a aplicação desse nutriente, via gotejamento, não tem sido recomendada devido à baixa mobilidade do P no solo, ao alto custo das fontes solúveis de P e ao alto risco potencial de precipitação e de entupimento dos gotejadores (Silva *et al.*, 2003). Deste modo, a eficiência dos modos de aplicação de P necessita de estudos específicos para a cultura de tomate.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar três modos de aplicação de P e duas cultivares de tomate sobre a produtividade de frutos e de seus componentes.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados em condições de campo durante as safras 2011/12 e 2012/13, na Epagri, em Caçador-SC, região do Alto Vale do Rio do Peixe (26°46'32"S, 51°00'50"O, altitude de 950 m). O clima é do tipo Cfb, ou seja, temperado, constantemente úmido (Pandolfo *et al.*, 2002). Os solos nos locais dos experimentos foram classificados como Latossolo Bruno distrófico típico (Embrapa, 2006) e apresentaram os seguintes atributos: pH (água)= 6,0 e 5,9; Índice SMP= 6,0 e 6,4; P= 2,6 e 3,8 mg/dm<sup>3</sup>; K= 108,4 e 186,2 mg/dm<sup>3</sup>; MO= 3,6 e 3,1 mg/g e argila 680 g/kg e 640 g/kg, para as safras 2011/12 e 2012/13, respectivamente.

As mudas foram transplantadas em 25 de outubro e 14 de novembro de 2011 e 2012, respectivamente, e as plantas foram conduzidas com duas hastes por planta no método de tutoramento vertical com fitilhos.

Em ambos experimentos o delineamento experimental foi de blocos casualizados, no esquema fatorial 3x2, com quatro repetições. O primeiro fator representou o modo de aplicação de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, onde o M1 = aplicação de 100% da dose de P recomendada no sulco em pré-plantio, realizado três semanas antes do plantio de tomate; M2 = aplicação de 50% da dose de P recomendada no sulco em pré-plantio, três semanas antes do plantio, e aplicação dos 50% restante da dose de P recomendada em cobertura via

fertirrigação por gotejamento, descrito a seguir; M3 = aplicação de 50% da dose recomendada a lanço na parcela, junto à semeadura da aveia, cinco meses antes do plantio do tomate, e os 50% restantes de P no sulco em pré-plantio, três semanas antes do plantio. O segundo fator consistiu em duas cultivares de tomate, Paronset e Alambra.

A dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> usada foi de 800 kg/ha em ambas as safras, pois trabalhos experimentais de calibração de P, para tomate, mostraram maior produtividade em doses mais elevadas (Mueller *et al.*, 2008a) do que a recomendada pela Sociedade... (2004).

Para a adubação de P na base em pré-plantio, foi usado como fonte o superfosfato triplo; e para a adubação em cobertura, referente a 50% da dose total no modo de aplicação M2, via fertirrigação por gotejamento, foi usado o monofosfato de amônio purificado (MAP) em oito aplicações semanais a partir dos 21 dias após o transplantio (DAT), sendo as três primeiras aplicadas nas porcentagens de 14, 16, 20% e nas demais utilizou-se 10% da dose recomendada em cada aplicação.

Aplicou-se também 600 kg/ha de N, fonte nitrato de amônio, em ambas as safras, sendo 10% na adubação de base e 90% em cobertura via fertirrigação por gotejamento. A adubação potássica foi realizada aplicando as doses de 400 e 500 kg/ha de K<sub>2</sub>O, nas safras 2011/12 e 2012/13 respectivamente, utilizando nitrato de potássio, sendo 5% na base e 95% em cobertura via fertirrigação. Salienta-se que o N contido no nitrato de potássio foi acrescentado ao N do nitrato de amônio, totalizando os 600 kg/ha de N aplicados. A adubação de cobertura com N e K foi realizada por meio de uma aplicação por semana, durante o período de 14 semanas, a partir dos 21 dias após o transplante (DAT), conforme curva de absorção pré-estabelecida.

Todos os tratamentos, nas duas safras, receberam 3,3 kg/ha de B aplicado no solo, na forma de bórax, por ocasião da adubação de pré-plantio. Utilizou-se o sistema de plantio direto na palhada da aveia preta, sem aplicação de herbicida. As demais práticas culturais foram realizadas de acordo com as indicações técnicas para o tomateiro tutorado na

região do Alto Vale do Rio do Peixe (Mueller *et al.*, 2008b).

Avaliaram-se as produtividades total, comercial, extra AA, extra A e descartados (n°/ha e t/ha); massa média de frutos comerciais, extra AA e extra A (g/fruto); número de frutos miúdos, com lóculo aberto e com podridão apical (n°/ha); produtividade comercial em relação à total, e produtividade extra AA em relação à comercial (%). Foram considerados 'extra AA' os frutos com massa média superior a 150 g, 'extra A' aqueles com média entre 100 e 150 g, e como descarte os frutos miúdos, com massa média inferior a 100 g, além dos frutos com lóculo aberto, com podridão apical, com doenças e com danos de insetos.

As variáveis estudadas foram submetidas à análise de variância (teste F) em análise conjunta das duas safras. Os valores médios referentes ao efeito do fator modo de aplicação de P foram comparados pelo teste de Tukey ao nível de 5%. O fator cultivar foi analisado com base na significância do teste F, tendo em vista que foram apenas dois níveis (cultivares). Para as análises estatísticas foi utilizado o pacote estatístico SISVAR 5.0 (Ferreira, 2008).

Foi possível agrupar os experimen-

tos realizados nas duas safras, 2011/12 e 2012/13, para proceder à análise conjunta, pois a grandeza dos quadrados médios residuais das análises individuais apresentou baixa relação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação entre os modos de adubação e as cultivares estudadas para todas as variáveis analisadas. Desta forma foram considerados somente os efeitos simples desses fatores.

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados da análise conjunta, safras 2011/12 e 2012/13, das variáveis de produtividade total, comercial, extra AA, extra A e descarte. Não houve diferença significativa entre as cultivares para as variáveis de produtividade total e comercial, obtendo-se produtividades médias de 93,47 e 81,20 t/ha, respectivamente. A 'Paronset' foi superior à 'Alambra' para produtividade extra AA em 17,8%; no entanto, a cv. Alambra foi superior para as produtividades extra A e Descarte em 40,6 e 53,9%, respectivamente.

Para o fator modo de aplicação de P, houve diferenças significativas para

produtividade total, comercial e extra AA, com maiores valores, nessas três variáveis, sendo obtidos para os modos de aplicação M3 e M2, apesar do M2 não diferir significativamente do M1. Não houve diferenças para produtividade extra A e descarte, obtendo-se médias de 21,83 e 12,28 t/ha (Tabela 1).

Esses resultados mostram que a aplicação parcelada do P para a cultura de tomate, como nos modos M2 e M3, proporcionou maiores produtividades do que quando a dose total de P foi aplicada toda em pré-plantio (M1). Esses resultados são concordantes com os de Faria & Pereira (1993), os quais também verificaram que o parcelamento de P para tomate, em duas épocas de aplicação, foi mais eficiente que a aplicação única em pré-plantio. Por outro lado, Carrijo & Hochmuth (2000) observaram que a adubação fosfatada via fertirrigação, em tomate, resulta em maior eficiência do que a aplicação convencional em pré-plantio incorporada ao sulco de plantio.

Salienta-se, no entanto, que apesar de não diferir estatisticamente do modo de aplicação M2, o modo M3 é mais viável economicamente, porque no M2 são preconizadas oito aplicações de P em cobertura via fertirrigação, utilizan-

**Tabela 1.** Produtividade total, comercial, extra AA, extra A, descarte e índice de produtividades de frutos de tomate em função dos fatores 'cultivar' e 'modos de aplicação de fósforo ao solo'. Resultados médios das safras 2011/12 e 2012/13 (productivity of total, marketable, extra AA, extra A, unmarketable and productivity rates of tomato fruits due to the factors 'cultivar' and 'modes of application of phosphorus to the soil.' Average results of the 2011/12 and 2012/13 crops). Caçador, Epagri, 2014.

Níveis dos fatores	Produtividade (t/ha)					Relação de produtividade (%)	
	Total	Comercial	Extra AA	Extra A	Descarte	Comercial/total	Extra AA/comercial
<b>Cultivar</b>							
Alambra	94,91 <sup>ns</sup>	80,03 <sup>ns</sup>	54,52 <sup>**</sup>	25,51 <sup>**</sup>	14,88 <sup>**</sup>	83,86 <sup>**</sup>	67,99 <sup>**</sup>
Paronset	92,04	82,38	64,24	18,15	9,67	89,10	77,97
<b>Modo de aplicação de fósforo</b>							
M1	90,01 <sup>b</sup>	77,45 <sup>b</sup>	55,69 <sup>b</sup>	21,75 <sup>ns</sup>	12,58 <sup>ns</sup>	85,37 <sup>ns</sup>	71,59 <sup>ns</sup>
M2	92,88 <sup>ab</sup>	81,70 <sup>ab</sup>	59,89 <sup>ab</sup>	21,80	11,16	87,59	73,42
M3	97,54 <sup>a</sup>	84,47 <sup>a</sup>	62,55 <sup>a</sup>	21,93	13,09	86,47	73,93
Média	93,48	81,21	59,38	21,83	12,28	86,48	72,98
CV (%)	7,22	8,09	11,72	17,80	24,36	3,95	7,16

<sup>\*\*</sup>Efeito significativo, entre os níveis dos fatores, pelo teste F ( $p \leq 0,01$ ); <sup>ns</sup>efeito não significativo entre os níveis dos fatores pelo teste F ( $p > 0,05$ ); médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ) {significant effect by F test ( $p \leq 0,01$ ); <sup>ns</sup>not significant by F test; means followed by the same letter did not differ by Tukey test ( $p < 0,05$ )}. Nota M1= aplicação da dose total de P no sulco em pré-plantio; M2= metade da dose de P aplicada no sulco de pré-plantio e a outra metade em cobertura, via fertirrigação; M3= metade da dose de P foi aplicada a lanço em área total, junto com a sementeira da aveia, e a outra metade no sulco em pré-plantio do tomateiro (note M1= application of full dose of P in furrow before planting; M2= half the dose of P in the furrow before planting and the other half in side dressing by drip fertigation; M3= half the dose was broadcasted simultaneously to the sowing of oats, and the other half was applied on pre-planting tomato).



do uma fonte de P mais cara. A melhor distribuição do fósforo no solo da área total, com a aplicação a lanço em área total na semeadura da aveia, além da concentração deste próximo às raízes do tomateiro, com a aplicação no sulco em pré-plantio, proporcionado pelo manejo M3 pode ser o principal fator que proporcionou as maiores produtividades de frutos. Além disso, o M3 é benéfico para a cultura de inverno, no caso aveia, a qual recebe na ocasião da semeadura parte do adubo destinado à cultura de verão (Pavinato & Ceretta, 2004).

Ainda, na Tabela 1 são apresentadas as relações da produtividade comercial sobre a produtividade total e a da produtividade de frutos extra AA sobre a produtividade de frutos comerciais. Para ambos os casos houve diferenças significativas entre as cultivares, sendo que a 'Paronset' proporcionou maior percentual de frutos comercializáveis (89,10%), e o maior percentual de frutos do tipo extra AA (77,97%). Não houve efeito dos modos de aplicação de P sobre essas variáveis, obtendo-se entre os modos de aplicação os valores médios de 86,48% para frutos comerciais e 72,98% para frutos do tipo extra AA. Destaca-se que os frutos de classe extra AA são os de maior valor comercial, os de classe extra A de menor valor, e os 'descarte' sem valor comercial. Logo, a 'Paronset' apresenta maior produtividade de frutos com maior valor comercial do que a 'Alambra'.

Na Tabela 2, verifica-se que, para o fator modos de aplicação de P, houve somente diferenças significativas para os números de frutos comercial e extra AA (frutos/ha). Verifica-se que houve diferenças significativas para o fator "cultivar" para todas variáveis exceto para o número de frutos comerciais. A 'Paronset' foi superior à 'Alambra' em 15,4% para produção de frutos extra AA. Por outro lado, a 'Alambra' foi superior à 'Paronset' em 42,9% para número de frutos do extra A.

Em relação ao fator modo de aplicação, o M3 proporcionou as maiores médias no número de frutos comercial e extra AA. O M2 apresentou média de números de frutos comercial e extra AA que não diferiu do M1 nem do M3.

Na Tabela 3 estão apresentados os

**Tabela 2.** Número de frutos comerciais, extra AA e extra A de tomate, em função dos fatores 'cultivar' e 'modos de aplicação de fósforo ao solo'. Resultados médios das safras 2011/12 e 2012/13 (number of marketable fruits, extra AA and extra A depending on factors 'cultivar' and 'modes of application of phosphorus to the soil'; average results of the 2011/12 and 2012/13 crops). Caçador, Epagri, 2014.

Níveis dos fatores	Número de frutos/ha		
	Comercial	Extra AA	Extra A
<b>Cultivar</b>			
Alambra	491.144 <sup>ns</sup>	286.119**	205.025**
Paronset	473.062	330.098	143.503
<b>Modo de aplicação de fósforo</b>			
M1	462.744 <sup>b</sup>	290.503 <sup>b</sup>	172.242 <sup>ns</sup>
M2	483.532 <sup>ab</sup>	310.378 <sup>ab</sup>	173.154
M3	550.843 <sup>a</sup>	323.445 <sup>a</sup>	177.397
Média	482.373	308.109	174.264
CV (%)	7,04	11,07	16,16

\*\*Efeito significativo, entre os níveis dos fatores, pelo teste F ( $p \leq 0,01$ ) {significant effect among the factor's levels, by F test ( $p \leq 0,01$ )}; <sup>ns</sup>efeito do fator não significativo, entre os níveis dos fatores, pelo teste F ( $p > 0,05$ ) {not significant effect among the factor's levels, by F test ( $p \leq 0,01$ )}; médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ) {average values followed by same letters in the column do not differ significantly, F test, ( $p \leq 0,01$ )}; M1= aplicação da dose total de P no sulco em pré-plantio (application of full dose of P in furrow before planting); M2= metade da dose de P aplicada no sulco de pré-plantio e a outra metade em cobertura, via fertirrigação (half the dosis of P in the furrow before planting and the other half in side dressing by drip fertigation); M3= metade da dose de P aplicada a lanço em área total, junto com a semeadura da aveia, e a outra metade no sulco em pré-plantio do tomateiro (half the dose was broadcasted simultaneously to the sowing of oats, and the other half was applied at pre-planting tomato).

resultados obtidos para massa média de frutos das classes comercial, extra AA, extra A. Nota-se que, para o fator cultivar, houve diferenças significativas para as três variáveis, sendo que a 'Paronset' apresentou as maiores médias em todas elas em comparação à 'Alambra'. Matos *et al.* (2012), ao testarem cultivares de tomate frente a sistemas de condução, também verificaram essa superioridade de massa média dos frutos da 'Paronset' em relação à 'Alambra'.

Não houve efeito significativo para o fator modos de aplicação de P sobre a massa média de frutos, obtendo-se, de acordo com os tipos de classificação, valores médios de 168,62; 192,29 e 126,45 g/fruto, para os tipos comercial, extra AA e extra A, respectivamente (Tabela 3).

Os resultados das variáveis que caracterizam os pontos depreciativos dos frutos de tomate como número de frutos miúdos; com lesões de insetos; com doenças; com lóculo aberto; com podridão apical; e totais descartados,

estão apresentados na Tabela 4.

Não houve diferença significativa entre as cultivares quanto ao número de frutos com lesões provocadas por insetos e frutos doentes, obtendo-se entre as cultivares valores médios de 9.518 e 11.257 frutos/ha, respectivamente. Para as demais variáveis apresentadas na Tabela 4 ocorreram respostas significativas. A 'Alambra' apresentou valores superiores à 'Paronset' para frutos miúdos, frutos com podridão apical e total de descarte, em aproximadamente 133, 607 e 84%. Por outro lado, a 'Paronset' apresentou valor superior à 'Alambra' com relação ao número de frutos com lóculo aberto, com diferença entre as cultivares de 41,3% (Tabela 4).

Fazendo uma avaliação geral dos frutos descartados, verifica-se que para as duas cultivares a maior proporção de frutos não comerciais (descartáveis) foi do tipo miúdo, com 78,6 e 62,1% para as cultivares 'Alambra' e 'Paronset', respectivamente (Tabela 4).

Ressalta-se que a ocorrência de

**Tabela 3.** Massa média de fruto comercial, extra AA, extra A em função dos fatores ‘cultivar’ e modos de aplicação de fósforo ao solo (average fruit weight of marketable, extra AA, extra A, depending on the factors ‘cultivar’ and ‘modes of application of phosphorus to the soil’); Resultados médios das safras 2011/12 e 2012/13 (average results of the 2011/12 and 2012/13 crops). Caçador, Epagri, 2014.

Níveis dos Fatores	Massa média de fruto (g)		
	Comercial	Extra AA	Extra A
<b>Cultivar</b>			
Alambra	162,78**	189,85*	124,82*
Paronset	174,45	194,73	128,16
<b>Modo de aplicação de fósforo</b>			
M1	167,67 <sup>ns</sup>	192,03 <sup>ns</sup>	126,63 <sup>ns</sup>
M2	169,37	192,31	127,13
M3	168,81	192,53	125,55
Média	168,62	192,29	126,45
CV (%)	3,86	3,37	3,69

\*\*Efeito significativo, entre os níveis dos fatores, pelo teste F ( $p \leq 0,01$ ) {significant effect among the factor's levels, by F test ( $p \leq 0,01$ )}; <sup>ns</sup>efeito do fator não significativo, entre os níveis dos fatores, pelo teste F ( $p > 0,05$ ) {not significant effect among the factor's levels, by F test ( $p \leq 0,01$ )}; médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ) {average values followed by same letters in the column do not differ significantly, F test, ( $p \leq 0,01$ )}; M1= aplicação da dose total de P no sulco em pré-plantio (application of full dose of P in furrow before planting); M2= metade da dose de P aplicada no sulco de pré-plantio e a outra metade em cobertura, via fertirrigação (half the dosis of P in the furrow before planting and the other half in side dressing by drip fertigation); M3= metade da dose de P aplicada a lanço em área total, junto com a semeadura da aveia, e a outra metade no sulco em pré-plantio do tomateiro (half the dose was broadcasted simultaneously to the sowing of oats, and the other half was applied at pre-planting tomato).

**Tabela 4.** Número de frutos descartados (frutos miúdos, com lesões de insetos, doenças, lóculo aberto e podridão apical) em função dos fatores ‘cultivar’ e ‘modos de aplicação de fósforo ao solo’; {number of discarded fruits (with lesions caused by insects, diseases, open locule and blossom end rot) depending on the factors ‘cultivar’ and ‘modes of application of phosphorus to the soil’}; Resultados médios das safras 2011/12 e 2012/13 (average results of the 2011/12 and 2012/13 crops). Caçador, Epagri, 2014.

Níveis dos fatores	Número de frutos/ha					
	Miúdos	Lesões insetos	Doentes	Lóculo aberto	Podridão apical	Total descarte
<b>Cultivar</b>						
Alambra	129.519**	8.094 <sup>ns</sup>	12.092 <sup>ns</sup>	8.229*	6794**	164.728**
Paronset	55.561	10.942	10.421	11.629	961	89.515
<b>Modo de aplicação de fósforo</b>						
M1	92.333 <sup>ns</sup>	10.230 <sup>ns</sup>	14.613 <sup>ns</sup>	8.787 <sup>ns</sup>	2.174 <sup>ns</sup>	128.136 <sup>ns</sup>
M2	88.124	8.854	8.743	8.697	4.192	118.609
M3	97.164	9.471	10.414	12.303	5.267	134.619
Média	92.540	9.518	11.257	9.929	3.877	127.121
CV (%)	35,31	59,62	84,35	54,05	124,45	26,66

\*\*Efeito significativo, entre os níveis dos fatores, pelo teste F ( $p \leq 0,01$ ) {significant effect among the factor's levels, by F test ( $p \leq 0,01$ )}; <sup>ns</sup>efeito do fator não significativo, entre os níveis dos fatores, pelo teste F ( $p > 0,05$ ) {not significant effect among the factor's levels, by F test ( $p \leq 0,01$ )}; médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ) {average values followed by same letters in the column do not differ significantly, F test, ( $p \leq 0,01$ )}; M1= aplicação da dose total de P no sulco em pré-plantio (application of full dose of P in furrow before planting); M2= metade da dose de P aplicada no sulco de pré-plantio e a outra metade em cobertura, via fertirrigação (half the dosis of P in the furrow before planting and the other half in side dressing by fertigation); M3= metade da dose de P aplicada a lanço em área total, junto com a semeadura da aveia, e a outra metade no sulco em pré-plantio do tomateiro (half the dose was broadcasted simultaneously to the sowing of oats, and the other half was applied at pre-planting tomato).

maior número de frutos com lóculo aberto na ‘Paronset’ do que na ‘Alambra’ já foi registrada por Matos *et al.* (2012). Esse resultado mostra que a ‘Paronset’ tem maior predisposição genética para este distúrbio fisiológico do que a ‘Alambra’.

Ainda na Tabela 4, observa-se que não houve efeito significativo do fator modos de aplicação de P sobre os tipos de frutos descartados. Considerando o total de frutos do tipo descarte, verifica-se que a maior proporção de frutos foi do tipo miúdo (72,8%), enquanto a menor participação foi do tipo podridão apical (3,0%). Neste contexto, novos estudos devem ser realizados buscando reduzir a incidência de frutos miúdos, o que resultará em maior produção de frutos comerciais.

O aparecimento de lóculos abertos nos frutos de tomate deve-se principalmente à deficiência de B no tomateiro (Silva *et al.*, 2006; Corrêa, 2012), embora também esteja associado à cultivar (Melo *et al.*, 2005). A podridão apical é induzida pela deficiência de cálcio na extremidade distal nos frutos de tomate (Silva *et al.*, 2006). Os frutos miúdos são funções da cultivar utilizada, e do

adensamento de plantas (Heine, 2012), além da adubação desequilibrada.

Concluiu-se que os modos de aplicação de fósforo estudados afetam a produção do tomateiro, sendo os modos M2 e M3 os que proporcionaram as maiores produtividades. Recomenda-se a aplicação de fósforo utilizando o modo M3, pois proporciona maior produtividade e é o mais vantajoso economicamente. As cultivares não diferem em relação à produtividade comercial, mas a 'Paronset' se destaca da 'Alambra' por apresentar maior produtividade de frutos de classe extra AA.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) pelo apoio financeiro. Aos bolsistas do CNPq Bruna Luiza Santin, Marcos de Matos Ender e Erik Pedroso Campos, pela colaboração na realização dos experimentos.

## REFERÊNCIAS

- ALVAREZ VFC; DUETE RRC; MURAOKA T; DUETE WLC; ABREU CH. 2002. Utilização de fósforo do solo e do fertilizante por tomateiro. *Scientia agricola* 59: 167-172.
- CARMO EL. 2014. *Efeitos do teor de fósforo no solo e da adubação fosfatada nas propriedades funcionais de amidos de cultivares de batata*. Botucatu: Unesp. 111p. (Tese doutorado).
- CARRIJO OA; HOCHMUTH G. 2000. Tomato responses to preplant-incorporated or fertigated phosphorus on soils varying in Mehlich-1 extractable phosphorus. *HortScience* 35: 67-72.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. 2004. Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Porto Alegre: SBSC/CQFS-RS/SC. 400p.
- CORRÊA AL. 2012. *Produção de tomate sob manejo orgânico*. In: CORRÊA AL; FERNANDES MCA; AGUIAR LA (org). Niterói: Pesagro-Rio (Programa Rio Rural). 40p.
- EMBRAPA. 2006. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 306p.
- FAQUIN V. 2002. *Diagnose do estado nutricional das plantas*. Lavras: UFLA. 77 p. (Curso de Pós-Graduação "Lato Sensu" à Distância: Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas no Agronegócio).
- FARIA MB; PEREIRA JR. 1993. Movimento de fósforo no solo e seu modo de aplicação no tomateiro rasteiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 28: 1363-1370.
- FERREIRA DF. 2008. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium* 6: 36-41.
- HEINE AJM. 2012. *Produção e qualidade do tomateiro híbrido Lumi sob adensamento e condução de hastes*. Vitória da Conquista: UESB. 82p. (Dissertação mestrado).
- MARCOLAN AL. 2013. *Modo de adubação e absorção de fósforo pelas plantas*. Agronline. com.br. Disponível em: <http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=418>. Acessado em 07 de maio de 2013.
- MATOS ES; SHIRAHIGE FH; MELO PCT. 2012. Desempenho de híbridos de tomate de crescimento indeterminado em função de sistemas de condução de plantas. *Horticultura Brasileira* 30: 240-245.
- MELO PCT; LOPES CA; GIORDANO LB. 2005. Distúrbios fisiológicos. In: LOPES CA; ÁVILA AC. (eds). *Doenças do tomateiro*. Brasília: Embrapa Hortaliças. p. 101-132.
- MUELLER S; SUZUKI A; WAMSER AF; BASSO C; BECKER WF; SANTOS JP; MARCUZZO LL. 2008a. Adubação do tomate na região do Alto Vale do Rio do Peixe - safra 2007/2008. Santa Maria: UFSM (7ª. Reunião Sul-Brasileira de Ciência do Solo).
- MUELLER S; WAMSER AF; BECKER WF; SANTOS JP. 2008b. *Indicações técnicas para o tomateiro tutorado na Região do Alto Vale do Rio do Peixe*. Florianópolis: Epagri. 78p. (Epagri. Sistemas de Produção...).
- NOVAIS RF; SMYTH TJ. 2007. *Fósforo em solo e planta em condições tropicais*. Viçosa: UFV. 399p.
- PANDOLFO C; BRAGA HJ; SILVA JÚNIOR VP. 2002. *Atlas climatológico digital do Estado de Santa Catarina*. Florianópolis: Epagri (CD-ROM).
- PAVINATO PS; CERETTA CA. 2004. Fósforo e potássio na sucessão milho/trigo: épocas e formas de aplicação. *Ciência Rural* 34: 1779-1784.
- RAIJ BV. 1991. *Fertilidade do solo e adubação*. Piracicaba: Ceres/Potafos. 343p.
- RAIJ BV. 2004. Fósforo no solo e interação com outros elementos. In: YAMADA T; ABDALLA SRS (eds). *Fósforo na agricultura brasileira*. Piracicaba: Potafos. p.106- 114.
- RAMOS SJ; FAQUIN V; ROIDRIGUES CR; SILVA CA; BOLDRIN PF. 2009. Biomass production and phosphorus use of forage grasses fertilized with two phosphorus sources. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 33: 335-343.
- SILVA HR; SILVA WLC; MAROUELLI WA; CARRIJO OA. 2003. *Workshop tomate na Unicamp: estratégia de aplicação de fósforo via gotejamento em tomateiro*. Campinas. Disponível em: <http://www.feagri.unicamp.br/tomates/pdfs/wrktom014.pdf>. Acessado em maio, 2013.
- SILVA JBC; GIORDANO LB; FURUMOTO O; BOITEUX LS; FRANÇA FH; VILLAS BÔAS GL; BRANCO MC; MEDEIROS MA; MAROUELLI WA; SILVA WLCS; LOPES CA; ÁVILA AC; NASCIMENTO WM; PEREIRA W. 2006. *Cultivo de Tomate para Industrialização*. Brasília: Embrapa Hortaliças (Sistemas de Produção, 1-2ª ed).
- SÍNTESE ANUAL DA AGRICULTURA DE SANTA CATARINA. 2013. Florianópolis: Epagri/Cepa. 208p. Disponível em: [http://docweb.epagri.sc.gov.br/website\\_cepa/publicacoes/sintese\\_2013.pdf](http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/sintese_2013.pdf). Acessado em 1º ago. 2014.
- SIQUEIRA JO; ANDRADE AT; FAQUIN V. 2004. O papel dos microrganismos na disponibilizarão e aquisição de fósforo pelas plantas. In: YAMADA T; ABDALLA SRS (eds). *Fósforo na agricultura brasileira*. Piracicaba: Potafos. p.117-149.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. 2004. Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Porto Alegre: SBSC/CQFS-RS/SC. 400p.
- TRENTIN EE; CERETTA CA; FUCHINA LF; MOREIRA ICL; GIROTTO E; POCOJESKI E. 2004. Manejo da adubação fosfatada e potássica em plantio direto na sucessão aveia branca/soja. In: FERTBIO. *Resumos*. Lages: UDESC. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/ppgs/congressos/Fertbio2004/Fs137.pdf>. Acessado em mai, 2013.
- YOST RS; KAMPRATH EJ; LOBATO E; NADERMAN G. 1979. Phosphorus response of corn on oxisol as influenced by rates and placement. *Soil Science Society of America Journal* 43: 338-343.