

# Parcelamento de adubação fosfatada no plantio e em cobertura do tomateiro

Siegfried Mueller<sup>1</sup>, Atsuo Suzuki<sup>2</sup>, Anderson Fernando Wamser<sup>3</sup>, Janice Valmorbida<sup>3</sup>,

Anderson Luiz Feltrim<sup>3</sup> e Walter Ferreira Becker<sup>3</sup>

**Resumo** – O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do parcelamento do adubo fosfatado aplicado no plantio e em cobertura sobre a produtividade do tomateiro ‘Alambra’. O trabalho foi realizado a campo na Epagri, Estação Experimental de Caçador-SC, nas safras 2011/12 e 2012/13. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos de seis percentagens de  $P_2O_5$  aplicadas no plantio e em cobertura, respectivamente, em relação à dose total deste nutriente ( $800 \text{ kg ha}^{-1}$ ): 0 e 100; 20 e 80; 40 e 60; 60 e 40; 80 e 20; 100 e 0%. Como fontes de P foram utilizados o superfosfato triplo para as aplicações no plantio e o fosfato monoamônico purificado para as aplicações em cobertura. O P em cobertura foi aplicado via fertirrigação, em oito aplicações a partir dos 21 dias até aos 77 dias após o plantio. Há acréscimo de produtividades ‘total’, ‘comercial’ e classe ‘extra AA’ de frutos de tomateiro na medida que se aumenta a porcentagem de P incorporada no plantio, em relação a aplicação em cobertura via fertirrigação, com a maior produtividade obtida com 100% do P aplicado no plantio.

**Termos para indexação:** *Solanum lycopersicum* L.; fósforo; fertirrigação.

## Partitioning of phosphate fertilization at planting and cover of tomato

**Abstract** – The objective of this work was to evaluate the effect of the phosphate fertilizer applied in the planting and in the sidedressing on the yield of ‘Alambra’ tomato. The experiments were carried out in the field at Epagri, Experimental Station of Caçador-SC, in the 2011/12 and 2012/13 harvests period. The experimental design was a randomized block design, with five replications. The treatments were composed of six percentages of  $P_2O_5$  applied to planting and covering, respectively, in relation to the total dose of this nutrient ( $800 \text{ kg ha}^{-1}$ ): 0 and 100; 20 and 80; 40 and 60; 60 and 40; 80 and 20; 100 and 0%. As P sources, triple superphosphate was used for planting applications and purified monoammonium phosphate for fertigation applications. The P in fertigation was applied in the amount corresponding to the percentage predicted for each treatment, via fertigation, in eight applications from 21 days to 77 days after planting. There is an increase in ‘total’, ‘marketable’ and ‘extra AA’ yields of tomato fruits as the percentage of P incorporated in the planting is increased, compared to the application in sidedressing via fertirrigation, with the highest productivity obtained with 100 % of P applied at planting.

**Index terms:** *Solanum lycopersicum* L.; phosphorus; fertigation.

## Introdução

O Brasil é o maior produtor de tomate da América do Sul com o cultivo de cerca de 70 mil hectares, participando com 1,4% da área plantada e 2,5% da produção global, o que o torna o oitavo maior produtor mundial (ANATER, 2015). O estado de Santa Catarina é o sétimo produtor de tomate brasileiro com 188,5 mil toneladas, numa área plantada de 2.500 hectares. Neste Estado se destaca a microrregião de Joaçaba, com atenção para Caçador, im-

portante polo produtor catarinense, com 1.122 hectares plantados na safra 2012/2013 e com produtividade de 79,6 toneladas por hectare (ANATER, 2015)

O fósforo (P) é o macronutriente cuja deficiência natural e a baixa disponibilidade no solo frequentemente limitam a produtividade das plantas. Isto porque o P tem função importante na fotossíntese, na respiração, no armazenamento e na transferência de energia, na divisão e crescimento celular, na transferência de energia como parte do trifosfato de adenosina (ATP). É, ainda, o componen-

te de muitas proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos e substratos metabólicos. O P promove rápida formação e crescimento de raízes, melhora a qualidade dos frutos, sendo vital na formação de sementes, bem como está envolvido na transmissão de características hereditárias (DECHEN & NACHTIGALL, 2007).

A maioria dos solos brasileiros possui elevada taxa de intemperização e, no geral, apresenta baixa disponibilidade de fósforo, devido à alta capacidade de retenção desse nutriente em formas pouco disponíveis às plantas (NOVAIS &

Recebido em 23/11/2016. Aceito para publicação em 07/11/2017.

<http://dx.doi.org/10.22491/RAC.2018.v31n2.6>

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Pesquisador Aposentado Epagri/Estação Experimental de Caçador. Rua Henrique Cruz Garcia, 26, apto.501, 89500-169 Caçador, SC e-mail: simueller02@gmail.com.

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Pesquisador Aposentado Epagri/Estação Experimental de Caçador, e-mail: atsuosuzuki@gmail.com.

<sup>3</sup> Engenheiro(a)-agrônomo(a), Dr. e Dra., Epagri/Estação Experimental de Caçador, afwamser@epagri.sc.gov.br, janicevalmorbida@epagri.sc.gov.br, andersonfeltrim@epagri.sc.gov.br, wbecker@epagri.sc.gov.br.

SMYTH, 2007). Estima-se que cerca de 75% do P aplicado seja absorvido pelas partículas de solo (RAIJ, 2004), resultando numa eficiência agrônômica inferior a 20% (RAMOS et al., 2009).

A Sociedade... (2004) recomenda a aplicação da adubação fosfatada do tomate em duas etapas, ou seja, a primeira de 2/3 da dose no plantio e a segunda, aplicação do 1/3 restante, duas a três semanas depois do transplantio das mudas (na amontoa). Ressalta-se que esta recomendação foi formulada para o cultivo convencional de tomate, onde as práticas de aração, gradagem e sulcamento do solo são usuais. Contudo, atualmente são preconizadas práticas que visam à conservação do solo e ao aumento da eficiência da aplicação dos fertilizantes como o uso do plantio direto na palha e a fertirrigação por gotejamento. Nesta situação, a prática da amontoa não é mais realizada e é comum a aplicação de fertilizantes fosfatados via fertirrigação. Assim, faz-se necessário aprofundar a questão do parcelamento do P na cultura do tomate.

Diversos fertilizantes fosfatados podem ser usados para a fertirrigação, mas o superfosfato simples, superfosfato triplo e o monoamônio fosfato (MAP) podem causar entupimentos de emissores e incrustações nas fitas gotejadoras e nas canalizações. A solução desse problema poderia ser a utilização do ácido fosfórico, que também é vantajoso economicamente, ou o MAP purificado, mas este é de custo mais elevado que os anteriores (FORATTO et al., 2007).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de determinar a combinação de parcelamentos da adubação fosfatada aplicada no plantio e em cobertura da cultura do tomateiro tutorado, buscando aumento da produtividade e da qualidade de frutos comerciais de tomateiros.

## Material e métodos

Os experimentos foram realizados em condições de campo durante as safras 2011/12 e 2012/13, na Estação Experimental de Caçador (Epagri/EECd), em Caçador, SC, na região fisiográfica do Alto Vale do Rio do Peixe. O local tem como coordenadas geográficas 26°46'32" de Latitude Sul e 51°00'50" de Longitude Oeste, com altitude média

de 950m. O clima é do tipo Cfb, temperado, constantemente úmido (PANDOLFO et al., 2002). As temperaturas médias das máximas, das mínimas e a precipitação total foram de 13,7°C, 22,2°C e 648,4mm, na safra 2011/12, e de 15,0°C, 23,7°C e 857,2mm, na safra 2012/13. O solo do local do experimento é Nitossolo Bruno distrófico típico (EMBRAPA, 2006) e apresentou as seguintes características química e granulométrica, na camada de 0 a 20cm de profundidade, respectivamente para as safras 2011/12 e 2012/13: pH (água) = 5,4 e 5,9; pH (SMP) = 5,9 e 6,4;  $P_{(Mehlich-1)}$  = 2,5 e 3,8mg dm<sup>-3</sup>; K = 185,8 e 186,2mg dm<sup>-3</sup>; MO = 3,8 e 3,1m v<sup>-1</sup>; Al = 0,0 e 0,0cmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup>; Ca = 7,9 e 6,6cmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup>; Mg = 3,7 e 2,8cmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup>; CTC<sub>pH 7,0</sub> = 16,98 e 12,12cmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup>, e teor de argila 68 e 64%.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições. Os tratamentos consistiram de seis percentagens de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicados no plantio e em cobertura, em relação proporcional à dose total deste nutriente (800kg ha<sup>-1</sup>): 0 e 100; 20 e 80; 40 e 60; 60 e 40; 80 e 20; 100 e 0 %. Cada parcela foi constituída de uma fileira de dez plantas, sendo oito úteis, espaçadas de 1,5m entre fileiras e 0,5m entre plantas.

A fonte de P usada no plantio foi superfosfato triplo (SFT), aplicada no sulco de plantio. Nos tratamentos com P em cobertura, a fonte de P foi monoamônio fosfato purificado (MAP) aplicado via fertirrigação por gotejamento, com oito aplicações a partir dos 21 dias após transplantio das mudas (DAT), nas percentagens semanais de 14, 16, 20, 10, 10, 10 e 10 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da quantidade prevista para a adubação em cobertura (ALVARENGA et al., 2004).

Em cada safra, foram aplicados 600kg ha<sup>-1</sup> de N e 600kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, nas formas de nitrato de amônio e nitrato de potássio, de acordo com recomendação de Mueller et al. (2008a), distribuídos 10% do N e 5% do K<sub>2</sub>O no sulco de plantio e 90% do N e 90% do K<sub>2</sub>O em cobertura, via fertirrigação. Curvas de absorção de N e K<sub>2</sub>O para o tomateiro foram adotadas para aplicação dos fertilizantes em cobertura, ou seja, em 14 aplicações semanais, a partir dos 21 dias após o transplantio (DAT), nas percentagens de 2, 4, 6, 7, 9, 10, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4 e 3% do N e 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 8,5,

9, 10, 10, 9,5, 9, e 7% do K<sub>2</sub>O.

Todos os tratamentos, nas duas safras, receberam 3,3kg ha<sup>-1</sup> de B, na forma de bórax, por ocasião da adubação no sulco de plantio, para prevenir o aparecimento do distúrbio lóculo aberto nos frutos. O N aplicado pelos tratamentos com MAP em cobertura foram descontados do N aplicado com o nitrato de amônio.

O cultivar utilizado nas duas safras foi o 'Alambra'. Utilizou-se o sistema de plantio direto sobre a palhada de aveia preta, sem dessecante. As mudas foram transplantadas em 25 e 14 de novembro de 2011 e 2012, respectivamente, sendo as plantas conduzidas com duas hastes por planta no método de tutoramento vertical com fitilhos. As demais práticas culturais foram realizadas de acordo com as indicações técnicas (MUELLER et al., 2008b).

Avaliou-se a produtividade total, comercial, extra AA (>150g), extra A (100 a 150g) e frutos descarte (<100g), além dos frutos com lóculo aberto, podridão apical, lesões de doenças ou insetos. Avaliou-se também a massa média de frutos comerciais, extra AA e extra A.

As variáveis estudadas foram submetidas à análise de variância (teste F). Havendo significância estatística (p≤0,05), as médias foram comparadas pela análise de regressão exponencial, para as produtividades de frutos, e polinomial quadrática, para a porcentagem de frutos extra AA em relação ao comercial, utilizando-se o pacote estatístico SISVAR versão 5.0 (FERREIRA, 2011).

## Resultados e discussão

Não houve efeito significativo do fator safra e da interação dos fatores anos com tratamentos nas variáveis analisadas. Por isso, agruparam-se as duas safras e a análise estatística foi feita avaliando apenas o efeito do fator principal dos tratamentos.

A produtividade de frutos de tomate "Alambra", classificados em total, comercial (extra AA mais A) diferiu em função do parcelamento da adubação fosfatada, no plantio e em cobertura (Figura 1). Pelas curvas de resposta relativa a essas produtividades se observa que o tratamento em que não foi aplicado P no plantio, apresentou as meno-

res produtividades, o que mostra que a não aplicação de P no plantio, ou seja, aplicação total do P em cobertura do tomate, resulta em perdas consideráveis de produtividades de frutos. O aumento da porcentagem de P no plantio aumentou as produtividades de frutos, considerando que a partir de 40% de P no plantio os acréscimos de produtividade foram mínimos.

O parcelamento de P pode diminuir a disponibilidade de fósforo solúvel no solo no início do crescimento das plantas (KATYAL, 1978), fase crítica na absorção de P, uma vez que as raízes de plantas mais novas absorvem o nutriente mais rapidamente (BARBER, 1977). Por outro lado, Marouelli et al. (2015), num solo também argiloso (56% de argila) e com teor inicial de P de  $5\text{mg dm}^{-3}$ , verificaram que a maior produtividade de tomateiros foi obtida quando 49% do P total foi aplicado em pré-plantio e os restantes 51% via fertirrigação ao longo do ciclo das plantas de tomate. Salienta-se que nesse último estudo o tomateiro era rasteiro para indústria, cujo manejo de plantas e colheita são distintos do tomate tutorado para mesa, o que pode ter contribuído para as diferenças nas respostas encontradas.

Embora, no presente trabalho, não se tenha estudado aspectos econômicos referentes aos dois tipos de aplicação de P, deve-se considerar que o MAP purificado, usado em cobertura nesses ensaios e o mais utilizado como fonte de P em fertirrigação por gotejamento, é de maior custo que os fertilizantes superfosfato simples, superfosfato triplo, usados no plantio (FORATTO et al., 2007). Considerando que houve acréscimos na produtividade de frutos com o aumento da porcentagem de P no plantio, e que a partir de 40% de P no plantio, houve poucas mudanças na produtividade, a aplicação de 100% de P no plantio, utilizando fontes mais baratas, é a mais recomendada para a produção de tomate nas presentes condições deste estudo.

O percentual da produção de frutos extra AA/produção comercial, em relação às porcentagens de P aplicados no plantio do tomate e complementação ou não em cobertura do tomateiro, apresentou ajuste quadrático da equação de resposta (Figura 2). O maior percentual de frutos extra AA em relação ao comercial (64,7%) foi obtido com

72% de P aplicado em plantio e 28% em cobertura. Ressalta-se, entretanto, que com a aplicação de 100% do P no plantio foram obtidos 62,8% de frutos extra AA em relação ao comercial. Ou seja, somente 2,9% menor que a maior porcentagem de frutos extra AA obtida com 72% de P aplicado no plantio (64,7%). Assim, essa diferença não justifica o parcelamento do P aplicando uma porcentagem via fertirrigação em virtude da utilização de fontes de adubos mais caras que as fontes comumente utiliza-

das no plantio. Apesar do efeito significativo das porcentagens de P aplicadas no plantio e em cobertura do tomateiro para a relação da produção extra A/produção comercial, não houve equação de ajuste pela análise de regressão polinomial (Tabela 1).

Em relação às massas médias dos frutos 'extra AA', 'extra A' e 'comercial' (Tabela 2), houve somente efeito das porcentagens de P aplicadas no plantio para a massa média dos frutos extra A. No entanto, também não houve ajuste

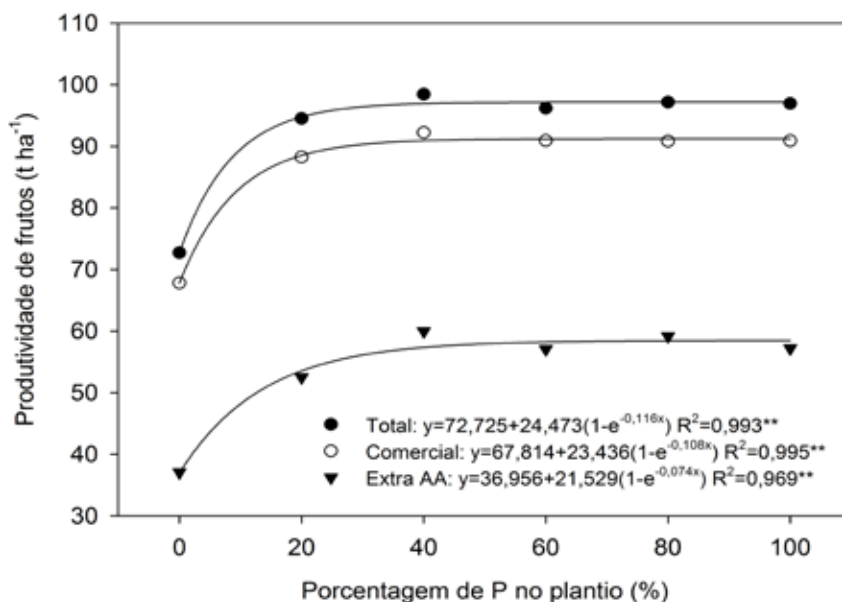


Figura 1. Produtividades total, comercial e extra AA de frutos de tomateiro, em função da porcentagem de P aplicada no plantio – valores médios das duas safras, Caçador (SC), 2011/12 e 2012/13

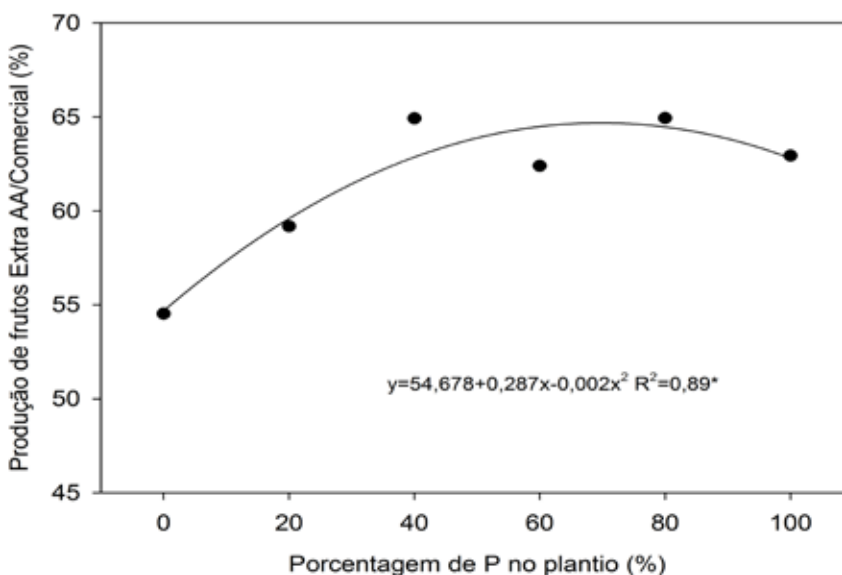


Figura 2. Produção de tomates Extra AA em relação à produção comercial (%), em função da porcentagem de P aplicada no plantio – valores médios das duas safras, Caçador (SC), 2011/12 e 2012/13

pela análise de regressão polinomial para a massa média de frutos extra AA.

## Conclusão

A aplicação de 100% do P no plantio é a mais recomendada para a produção de tomate tutorado nas condições do presente estudo devido às produtividades maiores e à redução de custos de manejo da cultura.

## Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (Fapescc) pelo apoio financeiro.

## Referências

ALVARENGA, M.A.R. de; LIMA, L.A.; FAQUIN, V. *Fertirrigação*. In: ALVARENGA, M.A.R. (Ed). **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 2004. p.122-158.

ANATER, E.U. *Tomate*. In: EPAGRI/CEPA (Eds). **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 2014-2015**. Epagri: Florianópolis (SC). p.63-65, 2015.

BARBER, S.A. Application of phosphate fertilizers: methods, rates and time of application in relation to the phosphorus status of soils. **Phosphorus in Agriculture**, v.13, n.70, p.109-115, 1977.

DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos Requeridos à Nutrição de Plantas. In: NOVAIS R.F.; ALVAREZ VV H; BARROS N.F. de; FONTES R.L.F.; CANTARUTTI R.B.; NEVES JCL. **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.91-132.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2006. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 306p.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FORATTO, L.C.; ZANINI, J.R.; NATALE, W. Teor de fósforo e pH no bulbo molhado, com diferentes frequências de fertirrigação, utilizando ácido fosfórico. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, 436-444, 2007.

KATYAL, J.C. Management of phosphorus in lowland rice. **Phosphorus in agriculture**, v.32, p.21-34, 1978.

Tabela 1. Produtividade comercial e descarte em relação a produtividade total (%) e produtividade de tomates “extra AA” e “extra A” em relação a produtividade comercial (%), em função da porcentagem de P aplicada no plantio, valores médios de duas safras. Caçador (SC), 2011/12 e 2012/13

Porcentagem de aplicação de P		Prod. Comercial/ prod. total	Prod. Extra A/ prod. comercial	Prod. Descarte/ prod. total
Plantio	Cobertura	-----%-----		
00	100	88,93	36,28	11,07
20	80	87,85	33,07	12,15
40	60	90,96	30,96	9,04
60	40	89,94	32,48	10,06
80	20	88,68	30,08	11,32
100	00	89,00	32,46	11,00
Média		89,23 ns	32,56*	10,77 ns
C.V. (%)		3,66	13,27	30,28

ns= não significativo pelo teste F (P>0,05); \* = significativo pelo teste F (P>0,05). C.V.= coeficiente de variação

Tabela 2. Massa média de tomates comerciais, produção de tomates comerciais, média de dois anos, em função da porcentagem de P aplicada no plantio em relação à dose total de fósforo aplicada. Caçador (SC), 2011/12 e 2012/13

Porcentagem de aplicação de P		Massa média dos frutos (g fruto <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>		
Plantio	Cobertura (%)	Extra AA	Extra A	Comercial
00	100	185,32	126,24	157,94
20	80	186,27	125,80	161,66
40	60	186,61	126,68	162,91
60	40	182,76	126,44	160,07
80	20	189,44	129,19	166,27
100	00	191,32	123,35	162,30
Média		186,95 ns	126,28 *	161,86 ns
C.V. (%)		5,72	2,64	4,32

ns = Não significativo pelo teste F (P>0,05); \* = Significativo pelo teste F (P≤0,05). C.V. = Coeficiente de variação.

MARQUELLI, W.A.; GUIMARAES, T.G.; BRAGA, M.B.; SILVA, W.L.C. Frações ótimas da adubação com fósforo no pré-plantio e na fertirrigação por gotejamento de tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.50, n.10, p.949-957, 2015.

MUELLER, S.; SUZUKI, A.; WAMSER, A.F.; BASSO, C.; BECKER, W.F.; SANTOS, J.P.; MARCUZZO, L.L. Adubação do tomate na região do Alto Vale do Rio do Peixe - safra 2007/2008. **7 Reunião Sul-Brasileira de Ciência do Solo**, Santa Maria: UFSM. 2008a.

MUELLER, S.; WAMSER, A.F.; BECKER, W.F.; SANTOS, J.P. **Indicações técnicas para o tomateiro tutorado na Região do Alto Vale do Rio do Peixe**. Florianópolis: Epagri. 78p. 2008b. (Epagri. Sistemas de Produção...).

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa. 399p. 2007.

PANDOLFO, C.; BRAGA, H.J.; SILVA JÚNIOR, V.P. **Atlas climatológico digital do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002. (CD-ROM).

RAIJ, B.VAN. Fósforo no solo e interação com outros elementos. In: YAMADA, T. & ABDALLA, S.R.S. (eds). **Fósforo na Agricultura Brasileira**. Piracicaba, **Potafos**, Piracicaba, 2004. p.106-114.

RAMOS, S.J.; FAQUIN, V.; ROIDRIGUES, C.R.; SILVA, C.A.; BOLDRIN, P.F. Biomass production and phosphorus use of forage grasses fertilized with two phosphorus sources. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 335-343, 2009.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10ed. Porto Alegre: Núcleo regional Sul; Comissão de Química e Fertilidade do Solo RS/SC. 2004. 394p. ■