



Exportação de fósforo e potássio pela beterraba cultivada em Cambissolo na Região do Alto Vale do Itajaí

Robinson Jardel Pires de Oliveira⁽¹⁾; Luciano Colpo Gatiboni⁽²⁾; Romano Roberto Valicheski⁽¹⁾; David José Miquelluti⁽²⁾; Gustavo Brunetto⁽³⁾; Eduardo Zago⁽²⁾

⁽¹⁾ Professor; Instituto Federal Catarinense . Campus Rio do Sul, Doutorado em Manejo do Solo; Centro Ciências Agroveterinárias; Universidade do Estado de Santa Catarina, Estrada do Redentor, 5665, Rio do Sul, CEP. 89160-000, C.P. 441, robijpo34@hotmail.com; ⁽²⁾ Professor; Centro Ciências Agroveterinárias; Universidade do Estado de Santa Catarina; ⁽²⁾ Professor; Centro Ciências Agroveterinárias; Universidade do Estado de Santa Catarina; ⁽³⁾ Professor, Universidade Federal de Santa Maria, ⁽²⁾ Acadêmico em Agronomia, Universidade do Estado de Santa Catarina.

RESUMO: A beterraba é uma hortaliça exigente em termos nutricionais, requerendo um programa de adubação equilibrado capaz de repor os nutrientes extraídos pela cultura. O objetivo foi avaliar a exportação de P e K pela cultura em diferentes níveis de adubação fosfatada e potássica. O trabalho foi implantado em área experimental do Instituto Federal Catarinense . Campus Rio do Sul, de julho a setembro de 2010, sendo utilizada a cultivar Early Wonder. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, no esquema fatorial 4 x 4, sendo quatro doses de fósforo (0, 200, 400 e 600 kg ha⁻¹) e quatro doses de potássio (0, 150, 300 e 450 kg ha⁻¹), com três repetições. O transplante das mudas foi efetuado em julho de 2010, utilizando espaçamento de 0,25m x 0,08m. Em cada parcela experimental cultivou-se 40 plantas, sendo avaliadas as 4 centrais. Sessenta dias após o transplante, efetuou-se a coleta. As plantas foram separadas em folhas e tubérculos, sendo estes submetidos a secagem em estufa (65-70 °C). Em seguida o material foi triturado e após digestão sulfúrica, os teores totais de P e K foram determinados. O máximo de P acumulado em tecidos foi de 21,30 kg.ha⁻¹ obtido com a aplicação de 379 kg.ha⁻¹ de P₂O₅. Já para potássio, a dosagem 418 kg.ha⁻¹ de K₂O, foi onde se obteve o maior acúmulo, (172,27 kg.ha⁻¹ de K).

Termos de indexação: calibração, adubação e hortaliça.

INTRODUÇÃO

A beterraba é uma hortaliça exigente em termos nutricionais, requerendo um programa de adubação equilibrado, capaz de repor os nutrientes extraídos pela cultura, evitando assim o esgotamento do solo (Marques et al., 2010). A ferramenta mais utilizada para determinar a quantidade necessária de fertilizantes para as

culturas é a análise do solo, desde que apoiada em um programa de calibração dos valores obtidos pelo método analítico com o rendimento e extração de nutrientes pelas culturas (Schlindwein, 2003).

Com a calibração, busca-se chegar a um valor, o qual indicará o grau de suficiência de um determinado nutriente no solo. Isso possibilitará prever a resposta da cultura à adubação, à calagem e a quantidade de nutriente ou de corretivo a ser aplicada (SBCS, 2004).

A grande maioria dos solos brasileiros é de reação ácida e de baixa fertilidade e elevada capacidade de retenção de fósforo, o que leva à necessidade de aplicação de elevadas doses deste nutriente (Moura et al., 2001). A importância do fósforo ocorre devido este elemento estar pouco disponível no solo, em função da sua adsorção aos colóides, formando compostos de baixa solubilidade (Araujo & Machado, 2006). Como consequência, nas adubações, é o fósforo que entra em maiores proporções (Coutinho et al., 1993).

O fósforo é o nutriente de menor acúmulo pela beterraba, sendo que a cultura não é uma hortaliça considerada exigente neste elemento, uma vez que as quantidades retiradas do solo são geralmente baixas, principalmente quando comparadas com o nitrogênio e o potássio (Grangeiro et al., 2007). Entretanto, apesar dessa aparente baixa exigência, os teores desse nutriente na solução do solo, bem como a velocidade do seu restabelecimento na mesma, não são suficientes para atender às necessidades das culturas. Trabalhos de pesquisa tem revelado resposta das hortaliças à adubação fosfatada, com aumento de produção (Lana et al., 2004; Oliveira et al., 2006).

Grangeiro et al., (2007), afirma que o potássio é o segundo nutriente mais acumulado pela beterraba, sendo a cultura considerada moderadamente ou bastante exigente em potássio. Entretanto, são poucos os trabalhos



relativos aos efeitos desse nutriente na produção e qualidade dessa hortaliça.

A necessidade da determinação de níveis críticos dos nutrientes para cada espécie vegetal ou grupos de espécies afins, fundamenta-se não apenas em suas exigências nutricionais variáveis, mas também nas suas diferentes eficácias em absorção e/ou utilização dos nutrientes (Abichequer & Bohner, 1998).

O presente trabalho teve como **objetivo avaliar a exportação de P e K pela cultura em diferentes níveis de adubação fosfatada e potássica**, visando estabelecer uma recomendação para Cambissolos, que representam cerca de 70% dos solos da região do Alto Vale do Itajaí-SC.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi implantado em área experimental do Instituto Federal Catarinense. Campus Rio do Sul. Por ser a mais tradicional, utilizou-se a cultivar de beterraba Early Wonder. As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, conduzidas em casa de vegetação até o momento do transplante, 30 dias após a semeadura.

O experimento foi montado em blocos casualizados, no esquema fatorial 4 x 4, sendo quatro doses de fósforo (0, 200, 400 e 600 kg ha⁻¹) e quatro doses de potássio (0, 150, 300 e 450 kg ha⁻¹), com três repetições, totalizando 48 parcelas experimentais.

Os canteiros (com 1,0 m de largura x 6,4 m de comprimento) foram preparados mecanicamente, sendo este, subdivididos em parcelas com 0,80m de comprimento cada, nas quais se implantou os tratamentos, incorporando-se os fertilizantes ao solo.

O transplante das mudas foi efetuado em julho de 2010, utilizando espaçamento de 0,25m entre linhas e de 0,08m entre plantas (Filgueira, 2003). Em cada parcela experimental cultivou-se 40 plantas (4 linhas de 10 plantas), das quais, coletou-se para avaliação 4 plantas localizadas no centro de cada parcela, sendo as demais, consideradas como bordadura. No momento do transplante, aplicou-se em cobertura 20 kg ha⁻¹ de nitrogênio, repetindo-se aos 15, 30 e 45 dias após, porém na dosagem de 30 kg ha⁻¹. Também, aos 15 dias após o transplante, aplicou-se em cobertura 1,0 kg ha⁻¹ de bórax + 2,0 kg ha⁻¹ de zinco.

A coleta das plantas foi feita aos 60 dias após o transplante, sendo separada em folhas e tubérculos, que foram acondicionados em sacos de papel e submetido a secagem em estufa (65-

70°C). Após, este material foi triturado em moinho Tipo Willey.

Após digestão sulfúrica, os teores totais dos macronutrientes foram determinados na massa seca de folha e tubérculos, sendo o P determinado por colorimetria e K por fotometria de chama (Tedesco et al., 1995).

Análise estatística

Após tabulação, todos os dados foram submetidos à análise de variância com aplicação do Teste F a 5,0% de probabilidade de erro, utilizando-se o programa SAS. As diferenças entre os tratamentos foram avaliadas pelos modelos de regressão linear ou polinomial de 2ª ordem conforme cada caso.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Exportação de fósforo pela beterraba em função da dose de P₂O₅ aplicados no solo.

Na Figura 1 esta sendo mostrada a quantidade de P exportada em beterraba. Para este elemento, o modelo de regressão polinomial de segunda ordem foi o que proporcionou melhor ajuste, ocorrendo à máxima absorção de P com a aplicação de 379 Kg ha⁻¹. Considerando uma lavoura com 500.000 plantas.ha⁻¹ (recomendada para a região), o total de fósforo acumulado nos tubérculos foi de 21,30 kg.ha⁻¹.

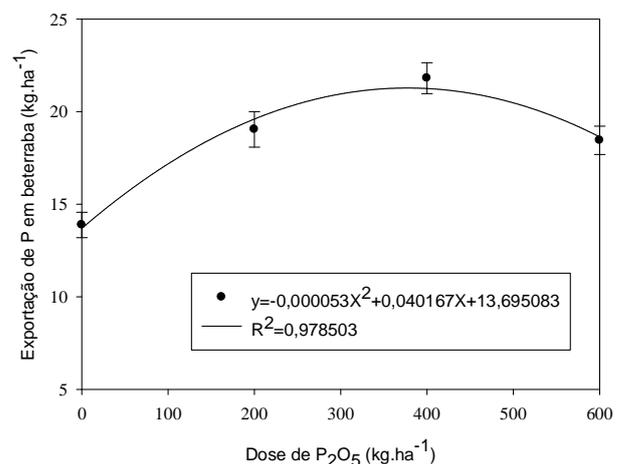


Figura 1. Exportação de fósforo em beterraba, em função das doses de fósforo aplicadas no solo.

Neste experimento, os valores obtidos para fósforo foram superiores aos encontrados por Grangeiro et al. (2007), onde os mesmos destacam o acúmulo de 15,48 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ nos tubérculos. As quantidades de fósforo



retiradas do solo pelas hortaliças são geralmente baixas, principalmente quando comparadas com o nitrogênio e o potássio. Entretanto, apesar dessa aparente baixa exigência, os teores desse nutriente na solução do solo, bem como a velocidade do seu restabelecimento na mesma, não são suficientes para atender às necessidades das culturas, justificando assim a resposta às doses de P aplicadas.

Neste experimento, as raízes contribuíram com a maior parte (63,29%) em relação à parte aérea (36,71%). Esses dados vêm de encontro com os dados obtidos por Magro (2012), ou seja, as raízes contribuíram com a maior parte (média de 63%) em comparação à parte aérea (média de 37%) ao final do ciclo. Os valores acumulados de fósforo ficaram próximos daquele obtidos por Grangeiro, et al. (2007) e Haag & Minami (1987). Outro ponto que merece destaque, é que o incremento de nutrientes em plantas de beterraba é constante ao longo do ciclo, acompanhado o crescimento da planta.

Com relação à beterraba, são poucas as informações na literatura, mostrando a exigência nutricional desta cultura. Haag & Minami (1987), trabalhando com a cultivar Early Wonder, citam que a extração de nutrientes foi contínua dos 40 dias até a colheita (80 dias), acentuando-se aos 60 dias de idade.

Exportação de potássio pela beterraba em função da dose de K_2O aplicados no solo

Na Figura 2 esta sendo mostrada a extração de potássio pela beterraba em função das doses de K_2O aplicadas ao solo. Conforme o modelo obtido, com a aplicação de $418 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de K_2O , foi onde se obteve o maior acúmulo de potássio no tecido ($172,27 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). As participações da parte aérea e raízes foram respectivamente de 39,8% e 60,20% do total absorvido. Em relação as doses de K_2O testadas, para a aplicação de 200, 400 e $600 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de K_2O , não houve diferença significativa na quantidade de potássio acumulada na parte aérea da beterraba. Esses dados vem ao encontro com os obtidos por (Grangeiro, et al. 2007), os quais estudando o acúmulo e exportação de nutrientes em beterraba, descrevem que o potássio foi o segundo nutriente mais acumulado pela cultivar de beterraba Early Wonder, ($179,3 \text{ kg/ha}$), aos 60 dias. As participações da parte aérea e raízes foram respectivamente de 48% e 52%, diferindo um pouco das proporções obtidas neste trabalho.

Conforme Alves et al. (2008), o elevado acúmulo de potássio na parte aérea e tubérculo da beterraba confirma a importância deste nutriente para plantas armazenadoras de reserva

em órgão subterrâneos, que faz dele o nutriente mais extraído pela planta, para translocação de açúcares e síntese de amido e requerido para a obtenção de produções elevadas.

Embora o potássio seja requerido em altas quantidades, seu uso excessivo na agricultura, com doses acima da necessária para o satisfatório crescimento e desenvolvimento das plantas, pode reduzir a produção de tubérculos, além de elevar os custos de produção e causar impactos ambientais. É interessante ressaltar que altas doses de adubação potássica elevam a condutividade elétrica e a relação $K^+/(Ca^{2+}+Mg^{2+})$ do solo, prejudicando a produção de tubérculos (Reis Jr. et al., 1999).

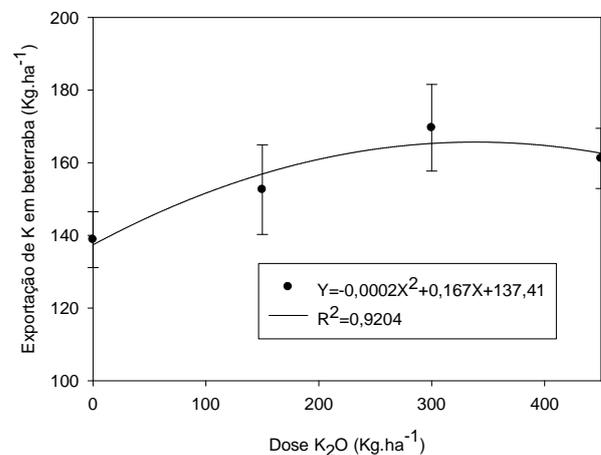


Figura 2. Exportação de potássio em beterraba, em função das doses de potássio aplicadas no solo.

CONCLUSÕES

A exportação máxima de P foi de $21,30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ obtida com a aplicação de $379 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de P_2O_5 . A exportação máxima de K foi de $172,27 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, obtida com a dosagem $418 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de K_2O .

AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao Instituto Federal Catarinense . Campus Rio do Sul, pelo suporte na implantação e condução dos experimentos e aos colegas e alunos pela ajuda, informação e compreensão.

REFERÊNCIAS

ABICHEQUER, A.D.; BOHNER, H. Eficiência de absorção, translocação e utilização de fósforo por variedades de trigo. Revista Brasileira de



XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO

28 de julho a 2 de agosto de 2013 | Costão do Santinho Resort | Florianópolis | SC

Ciência do Solo, Campinas, v.22, n.1, p. 21-26, 1998.

ALVES, A. U.; PRADO, R. de M.; GONDIM, A. R. de O.; FONSECA, I. M.; CECÍLIO FILHO, A. B. Desenvolvimento e estado nutricional da beterraba em função da omissão de nutrientes. *Horticultura Brasileira*, v. 26, n. 2, p. 292-295, 2008.

ARAÚJO, A. P.; MACHADO, C. T. T. Nutrição mineral de plantas. In: FERNANDES, M. S.(Ed.). Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, cap. 10, 2006, p. 432.

COUTINHO, E. L. M.; NATALE, W.; SOUZA, E. C. A. Adubos e corretivos: aspectos particulares na olericultura. In: FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. (Coords.). Nutrição e adubação de hortaliças. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 1993. p. 85-140.

FILGUEIRA, F. A. R.; Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2 edição. Viçosa: UFV, 2003. 402p.

GRANGEIRO, L. C.; NEGREIROS, M. Z. de; SOUZA, B. S.; AZEVEDO, P. E. de; OLIVEIRA, S. L. de; MEDEIROS, M. A. de. Acúmulo e exportação de nutrientes em beterraba. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 31, n. 2, p. 267-273, mar./abr., 2007.

HAAG, H. P.; MINAMI, K. Nutrição mineral de hortaliças: LXIII. requerimento de nutrientes pela cultura da beterraba. *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, Piracicaba, v. 44, p. 401-407, 1987.

LANA, R. M. Q.; ZANÃO JUNIOR, L. A.; LUZ, J. M. Q.; SILVA, J. C. Produção de alface em função do uso de diferentes fontes de fósforo em solos de Cerrado. *Horticultura Brasileira* 22: 525-528. 2004.

MARQUES, L. F.; MEDEIROS, D. C.; COUTINHO, O. L.; MARQUES, L. F.;

MEDEIROS, C. B.; VALE, L. S. Produção e qualidade da beterraba em função da adubação com esterco bovino. *Revista Brasileira de Agroecologia*. Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 24-31, 2010.

MAGRO, F. O. Efeito do composto orgânico e adubação potássica em atributos do solo e da beterraba. Tese (Doutorado), - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 109p. 2012.

MOURA, W. M.; LIMA, P. C.; CASALI, V. W. D.; PEREIRA, P. R. G. Eficiência nutricional para fósforo em linhagens de pimentão. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 19, n. 3, p. 306-312, 2001.

OLIVEIRA, A. P.; SILVA, J. E. L.; PEREIRA, W. E.; BARBOSA, L. J. N.; OLIVEIRA, A. N. P. Características produtivas da batata-doce em função de doses de P₂O₅, de espaçamentos e de sistemas de plantio. *Ciência e Agrotecnologia* 30: 611-617. 2006.

REIS JR, R. A.; FONTES, P.C.R.; NEVES, J.C.L.; SANTOS, N.T. Total soil electrical conductivity and critical soil K⁺ to Ca²⁺ and Mg²⁺ ratio for potato crops. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 56, p. 985-989, 1999.

SCHLINDWEIN, J.A. Calibração de métodos de determinação e estimativa de doses de fósforo e potássio em solos sob sistema plantio direto. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. 169p. (Tese de Doutorado).

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10. ed. Porto Alegre, RS: SBSC/ Núcleo Regional Sul; Comissão de Química e Fertilidade do Solo . RS/SC, 2004, 400p.

TEDESCO, M. J.; Análises de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia - 1995. 174p. (Boletim Técnico de Solos, 5).