

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA–UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**ADUBAÇÃO FOSFATADA E POTÁSSICA PARA BRÓCOLIS
E COUVE-FLOR EM LATOSSOLO COM ALTO TEOR
DESSES NUTRIENTES**

André Luiz Pereira da Silva
Engenheiro Agrônomo

2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA–UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**ADUBAÇÃO FOSFATADA E POTÁSSICA PARA BRÓCOLIS
E COUVE-FLOR EM LATOSSOLO COM ALTO TEOR
DESSES NUTRIENTES**

André Luiz Pereira da Silva

Orientador: Prof. Dr. Arthur Bernardes Cecílio Filho

Tese apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias –
Unesp, Campus de Jaboticabal, como
parte das exigências para a obtenção
do título de Doutor em Agronomia
(Ciência do Solo)

2013

M499a André Luiz Pereira da Silva
Adubação fosfatada e potássica para brócolis e couve-flor em Latossolo com alto teor desses nutrientes. / André Luiz Pereira da Silva. -- Jaboticabal, 2013
xix, 32 f. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013

Orientador: Arthur Bernardes Cecílio Filho

Banca examinadora: Arthur Bernardes Cecílio Filho, Manoel Evaristo Ferreira, Joaquim Gonçalves de Pádua, Luis Felipe Villane Purqueiro, Pablo Forlan Vargas.

Bibliografia

1. *Brassica oleracea* var. *botrytis*. 2 *Brassica oleracea* var. *italica*. 3 fósforo. 4 potássio. 5 excesso de nutriente I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 619:616.728.3:636.92

Dados curriculares do autor

André Luiz Pereira da Silva – Nascido em 06 de junho de 1982, em Manaus – AM. Em 1997 iniciou sua atividade acadêmica na antiga Escola Agrotécnica Federal de Castanhal – PA, onde obteve o título de Técnico em Agropecuária; Graduiu-se em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, 2006, onde foi bolsista iniciação científica na área de microbiologia do solo junto ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq. Em março de 2007, iniciou o curso de Mestrado, obtendo o título de Mestre em Manejo do Solo e Água pela Universidade Federal da Paraíba – UFPB, na área de Fertilidade de Solo. Em agosto de 2009 iniciou o curso de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Ciência do Solo). Atualmente trabalha na Seção de Meio Ambiente do Exército Brasileiro, onde desenvolve e fiscaliza trabalhos na área de Plano de Controle Ambiental – PCA e Plano de Recuperação de Área Degradada – PRAD, além de prestar assessorias às Organizações Militares do Brasil.

A Deus

dou Graças

***Ao meu primo Carlos Rodrigo de Brito Neves e
minha tia Tereza Maria dos Santos Seabra (in memoriam)***

Aos pais: Normando das Neves Silva e Diana Pereira da Silva;

As irmãs: Lyssya Suelen da Silva e Bruna Monique da Silva

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária – FCAV/UNESP – Campus de Jaboticabal – SP, pelo apoio e infraestrutura necessária para realização deste trabalho.

Ao Professor Dr. Arthur Bernardes Cecílio Filho, pelo apoio, confiança, ensinamentos e sugestões, orientações e, principalmente, pela sua paciência, fica a minha eterna gratidão.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes pelo auxílio com a bolsa.

A professora Mara Cristina Pessoa da Cruz e Técnicos do Laboratório de Fertilidade do solo pelo auxílio nas análises de solo.

Aos funcionários do Setor de Olericultura da UNESP, Campus Jaboticabal: João Mota da Silva, Claudio Oian, Inauro Santana de Lima e Tiago Fieno por todo auxílio prestado no período experimental.

Aos colegas da Pós-Graduação em Agronomia (Ciência do Solo) pelo convívio e companheirismo e funcionários do Departamento de Produção Vegetal.

Aos amigos e professores da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Joaquim Alves de Lima Junior e Ronilson Santos da Universidade Federal do Pará – UFPA, pelos conselhos e amizades.

A toda equipe da biblioteca da FCAV/UNESP pela qualidade do atendimento e dicas para auxílio nas pesquisas.

Ao Exército Brasileiro, Diretoria Patrimônio Imobiliário e Meio Ambiente vinculada ao Departamento de Engenharia e Construção – DEC. Ao General de Divisão Lauro, Coronel Risse, Marrafão, Tenente Coronel Moraes e Sandro; aos Tenentes: Lopes, João, Liane e ao servidor civil Eng. Agrônomo Felipe Camargo de Paula Cardoso pela liberação e incentivos.

A todos aqueles que de maneira direta ou indireta contribuíram para que esse projeto se tornasse realidade.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
3. MATERIAL E MÉTODOS	5
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
4.1. Efeito de doses de potássio na couve-flor e no brócolis.....	9
4.2. Efeito de doses de fósforo na couve-flor e no brócolis.....	14
5. CONCLUSÕES.....	20
6. REFERÊNCIAS	21

ADUBAÇÃO FOSFATADA E POTÁSSICA PARA BRÓCOLIS E COUVE-FLORES EM LATOSSOLO COM ALTO TEOR DESSES NUTRIENTES

RESUMO: Couve-flor e brócolis são duas importantes hortaliças, porém há carência de informações sobre a resposta das culturas a aplicação de fósforo e potássio quando o teor do nutriente é alto no solo. Na UNESP, Campus de Jaboticabal – SP, no período de 1-2 a 20-05-2010, quatro experimentos foram realizados com o objetivo de avaliar o efeito das doses 0, 80, 160, 240 e 320 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de superfosfato triplo e 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de cloreto de potássio, nas produtividades da couve-flor ‘Verona’ e do brócolis ‘BRO 68’, cultivados em Latossolo Vermelho Eutroférico, com alto teor de P e K. Cada experimento foi instalado em delineamento de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições. Para as duas brássicas avaliadas, foram constatados efeitos significativos das doses de P e K no teor de P e K no solo, diâmetro e massa da inflorescência e produtividade, com aumentos dos valores destas características mediante aplicação de P e K em relação à dose zero. Máximas produtividades de couve-flor (35.970 t ha⁻¹) e de brócolis (11.425 t ha⁻¹) foram obtidas com 245 e 320 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente e 12.476 kg ha⁻¹ (Brócolis) com 160 kg ha⁻¹ de K₂O, e efeito linear para couve-flor com elevação das doses de potássio. Conclui-se que o brócolis e a couve-flor respondem ao fornecimento de fósforo e potássio mesmo em Latossolo com alto teor de P e K, e que as duas brássicas demandam quantidades diferentes de fósforo e potássio na adubação de plantio, a fim de maximizarem o diâmetro e a massa das inflorescências e suas produtividades.

Palavras-chave: *Brassica oleracea* var. *botrytis*, *Brassica oleracea* var. *italica*, fósforo, potássio, excesso de nutriente

PHOSPHORUS FERTILIZATION AND POTASSIUM FOR BROCCOLI AND CAULIFLOWER IN SOIL WITH HIGH LEVELS THESE NUTRIENTS

SUMMARY:

Cauliflower and broccoli are two important vegetables, but there is little information about crop response to phosphorus and potassium fertilization when these nutrients are high in the soil. At UNESP, Jaboticabal - SP, Brazil, in the period of 2-15-2010, four experiments were carried out to evaluate the effect of doses 0, 80, 160, 240 and 320 kg ha⁻¹ of P₂O₅ in the form of triple superphosphate and 0, 50, 100, 150 and 200 kg ha⁻¹ of K₂O in the form of potassium chloride, the yield of cauliflower 'Verona' and broccoli 'BRO 68', grown in dystrophic Eutrudox, with high levels of P and K. Each experiment was conducted in a randomized block design, with five treatments and four replications. For both species evaluated, were found significant effects of doses of P and K in P and K in the soil mass and diameter of the inflorescence and productivity, with increased values of these characteristics by applying P and K in relation to the zero dose. Maximum yield of cauliflower (35,970 t ha⁻¹) and broccoli (11,425 t ha⁻¹) were obtained with 245 and 320 kg ha⁻¹ P₂O₅, respectively, and 12,476 kg ha⁻¹ (broccoli) with 160 kg ha⁻¹ of K₂O, and linear effect for cauliflower with increasing levels of potassium. Therefore, broccoli and cauliflower respond to the supply of phosphorus and potassium in soil with high levels of P and K, and that the two species require different amounts of phosphorus and potassium fertilization on planting in order to maximize diameter and mass of the flowers and their productivity.

Keywords: *Brassica oleracea* var. *botrytis*, *Brassica oleracea* var. *italica*, phosphorus, potassium, nutrient excess

1. INTRODUÇÃO

De modo geral, o ciclo curto da maioria das espécies olerícolas, o uso intensivo do solo, com sucessão de cultivos na mesma área e frequentes fertilizações, aliado a não realização de análise química do solo periodicamente, podem ocasionar o acúmulo de nutrientes no solo. Na olericultura, é comum deparar-se com solos contendo altos teores de nutrientes, especialmente de fósforo e de potássio.

Dentre as principais hortaliças de importância econômica, no Brasil, encontram-se a couve-flor e o brócolis, que pertencem à família Brassicaceae. Para essas culturas, quando o solo possui altos teores de fósforo e/ou potássio, as recomendações oficiais de adubação são divergentes. Por exemplo, citam-se as recomendações de Trani et al. (1997), para o Estado de São Paulo, e de Fontes (1999a,b), para Minas Gerais. Possivelmente, a divergência se deve a escassez de estudos sobre desempenho da couve-flor e do brócolis à esses nutrientes e aos raríssimos estudos realizados sobre desempenho dessas brássicas à fertilização fosfatada e potássica. A necessidade de pesquisa é incrementada devido a novas cultivares no mercado, que, talvez, até pela natureza do processo de melhoramento genético, mostram-se responsivas à fertilização, inclusive a doses muito altas de nutrientes.

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi avaliar doses de fósforo e de potássio no estado nutricional e na produtividade das culturas de couve-flor e brócolis, cultivadas em Latossolo com alto teor desses nutrientes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fósforo e potássio para couve-flor e brócolis

2.1.1 Fósforo

O fósforo (P) desempenha função-chave no metabolismo celular, sendo absorvido e utilizado na forma oxidada, não sendo reduzido na planta (Prado, 2008). Na célula, o P permanece como fósforo inorgânico ou é esterificado em compostos carbonados (açúcar-fosfato) ou em outros fosfatos importantes no metabolismo energético da célula (Malavolta, 2006).

Em geral, nos solos brasileiros, o P encontra-se em concentração muito baixa na solução do solo (Novais et al., 2007). Contudo, em áreas de cultivo intensivo, principalmente envolvendo as hortaliças, essa condição não é a mais comum. Devido a fertilizações constantes e ao manejo inadequado da fertilidade do solo, são comuns áreas com altos teores de P.

O P proveniente da fertilização é adsorvido pelos colóides e passam a constituir o fósforo lábil, ou seja, o reservatório desse elemento no solo. Estabelece-se um equilíbrio entre o fósforo da solução do solo e o fósforo lábil, que é disponível para as plantas. Com o tempo, o P lábil vai se transformando em P não-lábil, que não é mais disponível às plantas e que constitui o P imobilizado (Gatiboni, 2003). Cerca de 75 e 90% do P aplicado no solo encontra-se na forma não disponível, segundo Moreira e Siqueira (2006) e Novais et al. (2007). A magnitude e a velocidade de transformação do P lábil em não-lábil dependem das propriedades químicas e físicas do solo, ocorrendo de forma lenta, dependendo do tempo e temperatura, bem como do manejo da fertilização do solo (Novais et al., 2007).

Na couve-flor e no brócolis, o P aparece como o quinto macronutriente mais acumulado, superando apenas o enxofre (Alves et al., 2011); no entanto, é o nutriente aplicado em maior quantidade (Trani et al., 1997). O motivo de altas doses está na baixa eficiência da planta no aproveitamento do nutriente aplicado. Entre os principais motivos dessa ineficiência está a forte interação do nutriente com alguns colóides do solo. Em solos com reação ácida a moderadamente ácida, os óxidos de ferro e alumínio apresentam-se com cargas positivas, sendo assim capazes de reter

em sua superfície vários tipos de ânions com predomínio de íons fosfatos (Valladares, Pereira e Anjos, 2003).

O uso de altas doses de fertilizantes fosfatados, na tentativa de driblar a ineficiência da fertilização, pode comprometer a nutrição da planta e o ambiente. Pelo lado da planta, pode causar desequilíbrio no uso de micronutrientes (Malavolta et al., 1997) e quanto ao ambiente, a erosão laminar do solo pode carrear grandes quantidades de P para mananciais de água causando a eutrofização dos mesmos (Sharpley et al. 2003). Diante de tanta complexidade na absorção do P pelas plantas, essas parecem ter desenvolvido alta eficiência na utilização do P.

O teor adequado de P foliar para a couve-flor é de 4 a 8 g kg⁻¹ e para o brócolis, a faixa é de 3 a 8 g kg⁻¹ (Trani e Raij, 1997).

No Estado de São Paulo, para solo com teor alto de P (> 60 mg dm⁻³) recomenda-se aplicar 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no plantio de couve-flor e brócolis (Trani et al., 1997). Para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, Tedesco et al. (2004) recomendam para solo com teor muito alto de P, aplicar 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Porém, Fontes (1999a,b), para o Estado de Minas Gerais, não recomendam aplicação de fósforo para solo com alto teor do nutriente.

2.1.2 Potássio

O K está presente no citosol e no vacúolo como íon livre K⁺, em altas concentrações (Epstein e Bloom, 2006), e desempenha, nas plantas, a função de ativador enzimático, participa ativamente no estabelecimento do turgor celular e a manutenção da eletroneutralidade celular, além de estar envolvido na fotossíntese, no transporte de carboidratos, na síntese de proteínas, na expansão celular e no movimento estomático (Marschner, 1995).

Por outro lado, o excesso de K pode desequilibrar a nutrição da planta, dificultando a absorção de Ca e Mg (Malavolta et al. 1997; Prado, 2008), causando a desordem fisiológica necrose das bordas da folha, reduzindo os teores de clorofila e das atividades enzimáticas. Além disso, doses acima da necessária para o desenvolvimento das plantas podem reduzir a produção, elevar os custos e causar impactos ambientais prejudiciais (Reis Junior; Monnerat, 2001). Raij (1991) relata

que a causa dos efeitos negativos do K são várias, mas a principal é o efeito salino (índice salino de KCl é 116,3).

Segundo Raij et al. (1997), solo com teor de K maior que $3 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ é considerado alto e, nesse caso, Trani et al. (1997) recomendam aplicar, no plantio de brássicas, 120 kg ha^{-1} de K_2O , e em cobertura entre 60 e 120 kg ha^{-1} de K_2O . Já Fontes (1999a,b), tanto para a couve-flor quanto para o brócolis, recomenda não aplicar K no plantio. Em cobertura, o autor recomenda aplicar 80 kg ha^{-1} de K_2O . Para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina Tedesco et al. (2004) recomendam aplicar 220 kg ha^{-1} de K_2O para solo com teor alto de K.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para cada brássica, couve-flor e brócolis, dois experimentos, um para avaliar doses de fósforo (P) e outro para doses de potássio (K), foram conduzidos no Setor de Olericultura e Plantas Aromático-Medicinais, do Departamento de Produção Vegetal, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Câmpus de Jaboticabal, Estado de São Paulo.

A área dos experimentos situa-se a 615 m de altitude, 21°14'05''S e 48°17'09''W. A precipitação pluvial acumulada no período experimental foi de 439 mm, com média das temperaturas máximas de 29,5°C, média das mínimas de 18,5°C e média de 23,1°C. A umidade relativa do ar variou de 46 a 91%. Os dados meteorológicos foram extraídos de um conjunto de dados pertencentes ao acervo da área de Agrometeorologia do Departamento de Ciências Exatas, da Unesp, Câmpus de Jaboticabal. O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico (EMBRAPA, 2006), muito argiloso (areia = 253 g kg⁻¹, silte = 132 g kg⁻¹ e argila = 615 g kg⁻¹). De acordo com as análises químicas realizadas previamente à instalação dos experimentos, na camada de 0 a 0,2 m, o solo apresentava pH(CaCl₂) = 5,4; matéria orgânica = 20 g kg⁻¹; P_(resina) = 103 mg dm⁻³; K = 3,6 mmol_c dm⁻³; Ca = 25 mmol_c dm⁻³; Mg = 7 mmol_c dm⁻³; Al + H = 28 mmol_c dm⁻³; CTC = 64 mmol_c dm⁻³ e V = 56%. De acordo com Raij et al. (1997), os teores de P e de K, no solo, são considerados teores altos.

O delineamento experimental para cada experimento foi o de blocos ao acaso, com cinco doses e quatro repetições. Nos experimentos em resposta a fósforo, foram avaliadas as doses: 0, 80, 160, 240 e 320 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Nos experimentos com o potássio, foram avaliadas as doses: 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de K₂O. As doses de P e de K foram propostas com base em Trani et al. (1997), que recomendam as doses de 200 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O para couve-flor e brócolis, quando os teores de P e K no solo são altos. A unidade experimental foi composta por duas linhas de oito plantas e a bordadura correspondeu às primeiras e últimas plantas de cada linha de plantio (Figura 1).

O solo foi preparado com aração e gradagens. Foi realizada a calagem, em área total, para elevar a saturação por bases do solo a 80%, utilizando-se calcário

calcinado, de PRNT = 124% e teores de 48% e 16% de CaO e MgO, respectivamente. Na sequência, canteiros foram preparados com roptoencanteiradora.

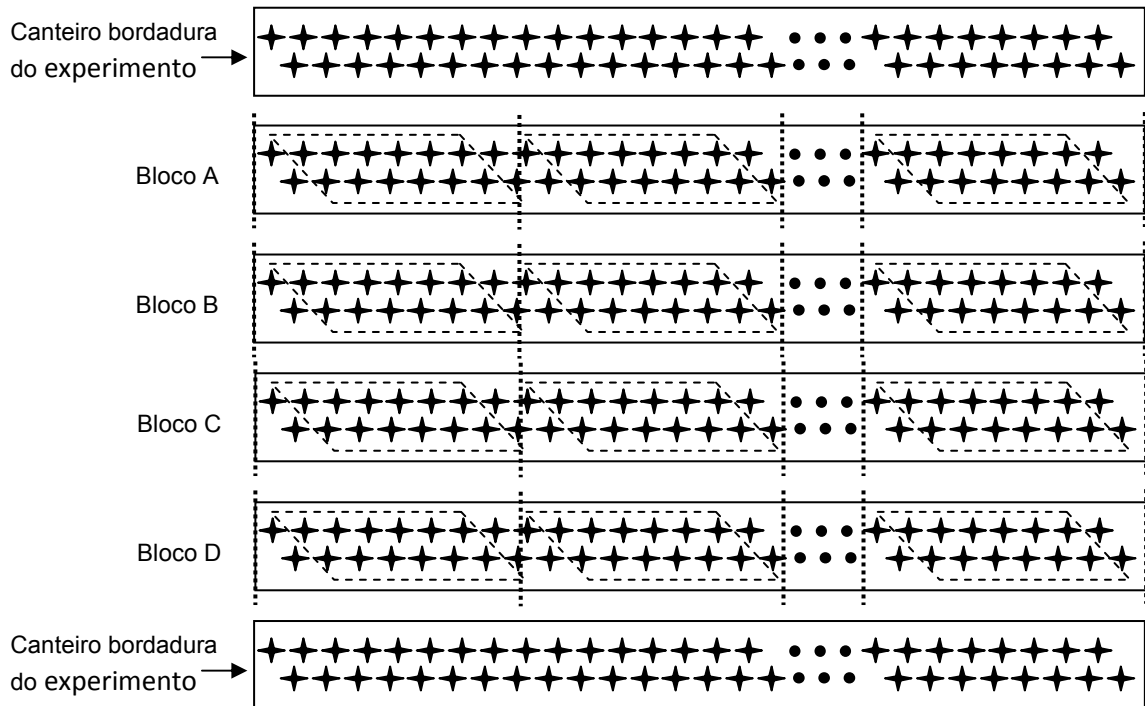


Figura 1. Croqui do experimento, no qual se observam dois canteiros nas laterais da área experimental, correspondendo à bordadura experimental; quatro canteiros centrais correspondentes às quatro repetições (blocos) dos tratamentos (doses de P ou de K); unidades experimentais com duas linhas de oito plantas, delimitadas por linha pontilhada, e área útil delimitada pela linha tracejada contendo 12 plantas.

As adubações de plantio foram realizadas no canteiro, momentos antes do transplante, incorporados à camada de 0 a 20 cm. Exceto para o nutriente em avaliação (P ou K), as doses dos nutrientes atenderam a recomendação de Trani et al. (1997). Em todos os experimentos, a fonte de K foi o cloreto de potássio e N foi a ureia. Nos experimentos com avaliação de P foi utilizado o superfosfato triplo, enquanto nos experimentos com avaliação de K foi empregado o superfosfato simples, como fonte de P. Não foi realizada adubação orgânica.

As cultivares de couve-flor e brócolis foram 'Verona' e 'BRO 68', respectivamente. As mudas foram formadas em bandejas de polipropileno, com capacidade de 200 unidades, utilizando-se de substrato BIOPLANT. O transplante, para os canteiros, foi realizado em 1-2-2010, quando as plantas apresentavam quatro folhas, além das cotiledonares, e adotou-se fileira dupla de plantas, com espaçamento de 0,70 x 0,50 m para a couve-flor e 0,70 x 0,35 m para o brócolis. O espaçamento entre os canteiros foi de, aproximadamente, 0,5 m.

Na adubação de cobertura, em todos os experimentos foram aplicados 175 kg ha⁻¹ de N, correspondente ao valor médio do intervalo proposto por Trani et al. (1997). No experimento com avaliação do K, da dose do nutriente de cada tratamento, 40% foi aplicado no plantio e o restante, em cobertura, parcelado em quantidades iguais em três épocas, 15, 30 e 45 dias após o transplante (DAT), diferentemente do que recomendam Trani et al. (1997). Para experimento de P, a dose de K foi de 90 kg ha⁻¹, correspondente ao valor médio do intervalo proposto por Trani et al. (1997).

Realizou-se irrigação durante todo o ciclo da cultura, via sistema por aspersão convencional, com aspersores ZE-30D da Asbrasil, com bocais de 4,5 x 5,5 mm de diâmetro, espaçados de 12 x 12 m e lâmina d'água variável de acordo com a necessidade da cultura. Foram realizadas pulverizações, semanalmente e com rodízio de produtos, para controle de traça (*Plutella xylostella*), vaquinha (*Diabrotica speciosa*), pulgão (*Brevicoryne brassicae*) e mosca-branca (*Bemisia argentifoli*), e para o controle da doença alternariose (*Alternaria* spp.). Foram feitas capinas manuais para eliminar as plantas daninhas.

As colheitas de couve-flor nos experimentos com P e K iniciaram-se em 20-4 e 14-4, respectivamente, e terminaram em 22-5 e 20-5-2010. Nos experimentos de P e K em brócolis, os períodos foram de 2-4 a 15-4-2010 e 2-4 a 13-4-2010, respectivamente.

Foram avaliados:

a) Teor foliar de P e K: para cada experimento, foi realizada a amostragem de folhas de diagnose do estado nutricional da brássica, conforme proposta de Trani e Raj (1997). As folhas, coletadas quando a inflorescência tinha cerca de 3 a 5 cm, foram lavadas em água corrente, água desionizada, postas a secar em estufa com

circulação forçada de ar, a 65°C até atingir massa constante. Posteriormente, as folhas foram moídas em moinho tipo Wiley e preparadas as digestões, conforme Bataglia et al. (1983), para leitura dos teores de P e de K nas folhas das brássicas dos experimentos com doses de P e K, respectivamente. Expresso em g kg^{-1} .

b) Teores de P e K no solo: após o término dos experimentos, foram feitas amostragens do solo, na camada de 0 a 20 cm, para avaliação dos teores de P e K nos experimentos de P e K, respectivamente. Em cada parcela foram coletadas 10 amostras simples para compor uma amostra composta. Os teores de P e K foram determinados conforme metodologia proposta por Raij et al. (2001) e expressos em mg dm^{-3} e $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$, respectivamente.

c) Massa da inflorescência: todas as inflorescências da área útil de cada parcela foram pesadas e obtida a média. Expresso em grama.

d) Diâmetro da inflorescência: de todas as inflorescências, foram medidos o maior diâmetro e o diâmetro perpendicular à este e calculado o diâmetro médio. Expresso em centímetro.

e) Produtividade: as inflorescências foram pesadas e somadas, obtendo-se a produção por parcela, e a partir da qual foi calculada a produtividade (kg ha^{-1}).

Os dados de cada experimento foram submetidos à análise de variância (teste F). Se significativa a influência do fator dose ($P < 0,05$), realizou-se o estudo de regressão polinomial, optando-se pela equação de maior ajuste significativo e coeficiente de determinação. Foi utilizado o programa estatístico AGROESTAT¹.

¹ Prof. Dr. José Carlos Barbosa, Departamento de Ciências Exatas, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, da Unesp, Campus de Jaboticabal, SP;

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Efeito de doses de potássio na couve-flor e no brócolis

O teor de K na folha da couve-flor foi influenciado ($P < 0,01$) pelas doses de K. Verificou-se ajuste quadrático dos teores de K às doses do nutriente. Com o aumento na dose de zero para $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$ foram obtidos incrementos no teor foliar, sendo de $29,2 \text{ g kg}^{-1}$, sem fertilização potássica, e de $34,9 \text{ g kg}^{-1}$, na maior dose (Figura 2).

No brócolis, o aumento na dose de K não influenciou o teor do nutriente na folha diagnóstica e o teor médio foi de $34,4 \text{ g kg}^{-1}$.

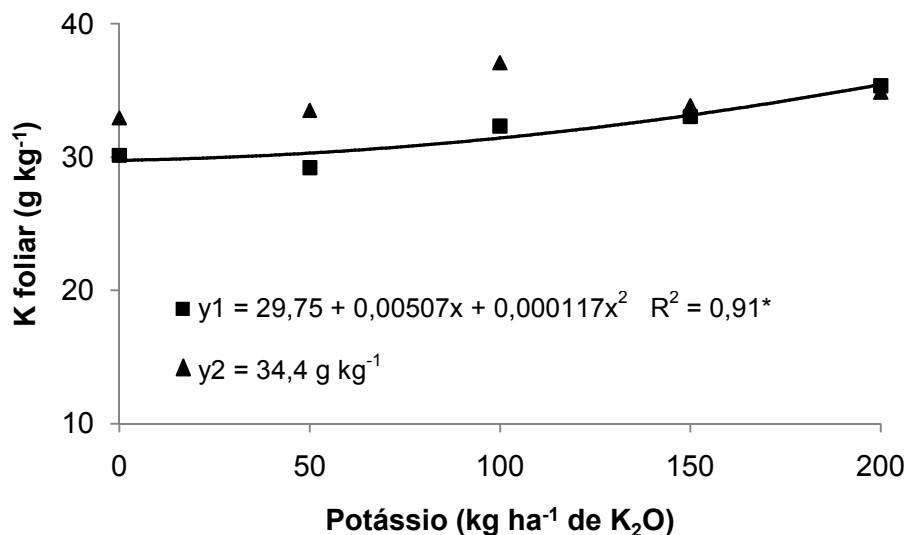


Figura 2. Teor de K na folha de diagnose do estado nutricional da couve-flor 'Verona' (y1) e do Brócolis 'BRO 68' (y2) em função das doses de potássio.

Os teores foliares de K, encontrados para couve-flor e brócolis, situaram-se na faixa de teores considerados adequados ($25 \text{ a } 50 \text{ g kg}^{-1}$), segundo Trani e Raij (1997). A diferença de resposta entre couve-flor e brócolis às doses de K pode ser explicada pela melhor adaptação, da couve-flor 'Verona' em relação ao brócolis 'BRO 68', às condições de altas temperaturas ocorridas durante o experimento. Embora as duas cultivares sejam recomendadas para o verão, resultados de pesquisas têm comprovado que sob forte calor e precipitação pluvial, as cultivares de brócolis, atualmente disponíveis no mercado, não desenvolvem e não produzem

tão bem quanto cultivares desenvolvidas para condições de temperaturas amenas, o que denota a necessidade de avanço no melhoramento genético de cultivares de brócolis. Esse fato pode, pelo menos em parte, explicar porque o aumento na dose de K às plantas de brócolis não aumentou o teor foliar do nutriente. Para couve-flor, há disponibilidade aos produtores de cultivares muito produtivas e definidas para verão, inverno e meia estação.

As respostas das brássicas ao aumento das doses de K no diâmetro da inflorescência, não foram semelhantes. Enquanto para a couve-flor o ajuste polinomial quadrático caracterizou aumento no diâmetro da inflorescência a partir de 50 kg ha⁻¹ de K₂O, e máximo (21,8 cm) obtido com 200 kg ha⁻¹ de K₂O, no brócolis verificaram-se incrementos até 150 kg ha⁻¹ de K₂O, quando obteve-se o maior diâmetro (14,6 cm) e a partir dessa dose houve reduções (Figura 3). O aumento no diâmetro da inflorescência de brócolis foi menos expressivo do que no da couve-flor 'Verona'.

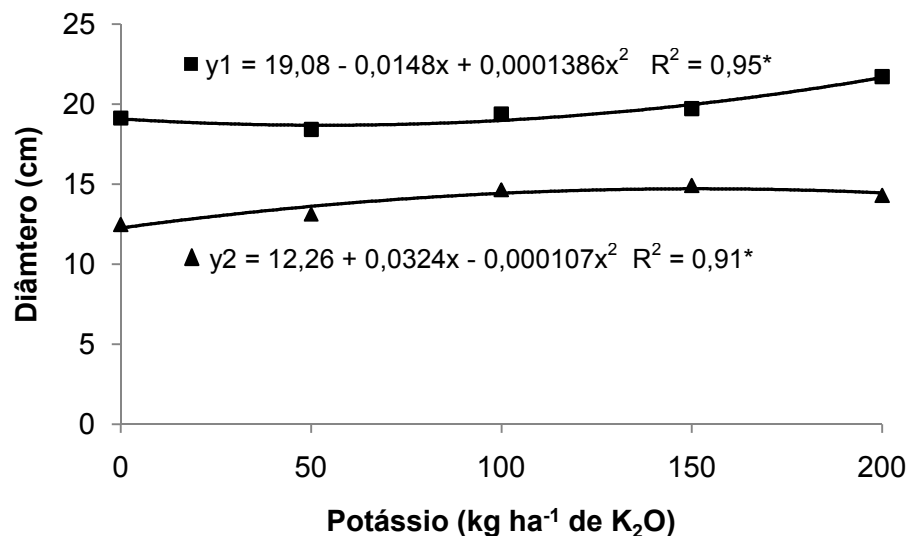


Figura 3. Diâmetro da inflorescência da couve-flor 'Verona' (y1) e do Brócolis 'BRO 68' (y2) em função das doses de potássio.

A massa da inflorescência da couve-flor e do brócolis foram influenciadas ($P < 0,05$) pelas doses de K. A massa da inflorescência aumentou à medida que se elevou as doses de potássio, sendo que o maior valor 1.086,3 g, para a couve-flor

'Verona', e 362,1 g, para o brócolis 'BRO 68', com as doses de 200 e 155 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente (Figura 4).

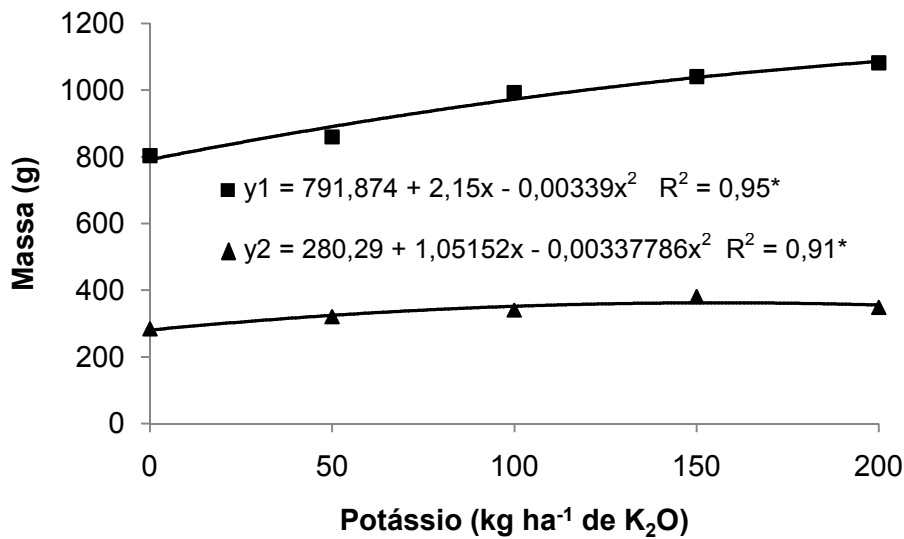


Figura 4. Massa da inflorescência da couve-flor 'Verona' (y1) e do Brócolis 'BRO 68' (y2) em função das doses de potássio.

Os efeitos do K com ajustes quadráticos para o diâmetro e para a massa da inflorescência de brócolis também foram observados por Islam et al. (2010), que avaliaram doses de zero a 360 kg ha⁻¹ de K₂O no brócolis. Os autores verificaram que máximos diâmetro e massa da inflorescência ocorreram com 240 kg ha⁻¹ de K₂O, e reduções dos valores foram sendo observadas à medida que a dose aumentou para 360 kg ha⁻¹ de K₂O.

As produtividades tanto da couve-flor quanto do brócolis foram influenciados significativamente pela adubação de K.

Na couve-flor, foi observado aumento da produtividade com ajuste quadrático às doses de K, sendo de 38.285 kg ha⁻¹ com o fornecimento de 200 kg ha⁻¹ de K₂O. Esta dose é superior à recomendada por Fontes (1999a, b), 100 kg ha⁻¹ de K₂O, e aproxima-se à máxima dose proposta por Trani et al. (1997), 240 kg ha⁻¹ de K₂O. Sem aplicação de K, foram obtidos 30.351 kg ha⁻¹ de inflorescências (Figura 5). Essa produtividade é elevada, frente à produtividade média brasileira, que é de 20.000 kg ha⁻¹. Avaliando populações de plantas de couve-flor, Monteiro, Charlo e Bras, (2010), em cultivo no verão, verificaram produtividades de 14.556 a 22.430 kg ha⁻¹. Pôrto et al. (2012), com a mesma cv. Verona, também no verão de Jaboticabal,

verificaram produtividades entre 11.381 a 23.035 kg ha⁻¹, conforme o espaçamento utilizado.

A explicação para a alta produtividade obtida, neste experimento, sem aplicação de K foi devida à alta fertilidade do solo, inclusive apresentando alto teor do K. Contudo, uma vez fertilizada com potássio, a couve-flor mostrou-se responsiva, e observou-se incremento de 40 kg ha⁻¹ de inflorescência para cada aumento de 1 kg ha⁻¹ de K₂O. Com a maior dose avaliada, 200 kg ha⁻¹ de K₂O, a produtividade foi de 38.285 kg ha⁻¹, correspondendo a um acréscimo de 26% em relação à produtividade obtida sem fertilização potássica.

Os resultados observados para diâmetro, massa da inflorescência e produtividade podem sugerir que a couve-flor não foi afetada negativamente o aumento do teor de K no solo, que atingiu, na maior dose, 4,5 mmol_c dm⁻³ ao final do ciclo.

A produtividade do brócolis em função da dose de K ajustou-se a equação quadrática, e atingiu seu máximo (12.476 kg ha⁻¹) com 160 kg ha⁻¹ de K₂O (Figura 5).

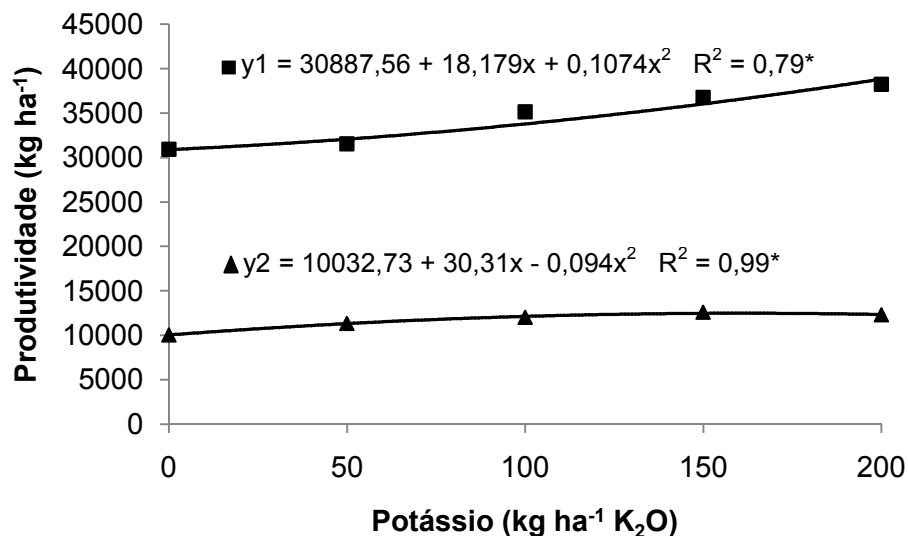


Figura 5. Produtividade de inflorescências de couve-flor 'Verona' (y1) e de brócolis 'BRO 68' (y2) em função das doses de potássio.

Essa dose encontra-se um pouco acima daquela recomendada por Fontes (1999 a,b) e próximo àquela proposta por Trani et al. (1997), se considerada a menor quantidade a ser aplicada em cobertura, que foi de 60 kg ha⁻¹ de K₂O, somada à dose de 120 kg ha⁻¹ de K₂O, no plantio. A produtividade obtida, por sua

vez, é inferior à obtida por Cecílio Filho, Schiavon Junior e Cortez, (2012), que avaliando espaçamento entre plantas e doses de N e K, verificaram que a produtividade do brócolis 'Mônaco' foi de 22.082 kg ha⁻¹ no melhor tratamento, que constou da dose de 315 kg de N e de K₂O e 0,20 m entre plantas. Entretanto, o cultivo foi realizado no outono-inverno, época que possibilita maior produtividade, e com maior população de plantas, visto que os autores não cultivaram o brócolis em canteiro. Islam et al (2010) verificaram maior produtividade de brócolis com 240 kg ha⁻¹ de K₂O, quando avaliou doses de zero a 360 kg ha⁻¹ de K₂O.

De acordo com as produtividades de couve-flor e brócolis (Figura 5), o brócolis 'BRO68' mostrou-se mais eficiente agronomicamente do que a couve-flor, pois até a dose de 70 kg ha⁻¹ de K₂O foi obtida maior produção de inflorescências por quilograma de K₂O. A partir de então, maiores doses de K reduzem a eficiência agrônômica do brócolis em produzir inflorescência, obtendo-se proporções de 20,9; 16,2 e 11,5 kg de inflorescência por quilograma de K₂O, quando se forneceu 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de K₂O. Por outro lado, a couve-flor se mostrou responsiva à fertilização potássica, pois foram obtidas proporções de 28,9; 34,3 e 39,7 kg de inflorescência por quilograma de K₂O, quando se forneceu 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de K₂O. Com as doses de 200 e 160 kg ha⁻¹ de K₂O, que maximizaram as produtividades de couve-flor e brócolis, respectivamente, as eficiências agrônômicas foram de 39,7 e 15,1 kg de inflorescência por quilograma de K₂O adicionado.

Houve efeito significativo ($P < 0,01$) da dose de K no teor de K no solo. Sem aplicação de K, o teor de K no solo foi de 1,8 e 2,5 mmol_c dm⁻³ nos experimentos de couve-flor e brócolis, respectivamente, e aumentaram linearmente com o fornecimento de K até 200 kg ha⁻¹ de K₂O, quando atingiram 4,0 e 4,5 mmol_c dm⁻³ (Figura 6).

Considerando-se que o teor de K no solo era de 3,6 mmol_c dm⁻³ antes da instalação dos experimentos, o teor de K no solo após a colheita das inflorescências manteve-se o mesmo quando os cultivos da couve-flor e do brócolis foram fertilizados com 165 e 110 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente (Figura 6).

Doses maiores do que essas proporcionaram aumentos nos teores de K no solo, elevando em 11 e 25% o teor inicial que já era considerado alto, conforme Raij et al. (1997). A menor recuperação do nutriente aplicado pelo brócolis em relação à

couve-flor, pode retratar diferenças entre as duas variedades botânicas do gênero *Brassica*, muito provavelmente devidas às adaptabilidade ao ambiente de cultivo.

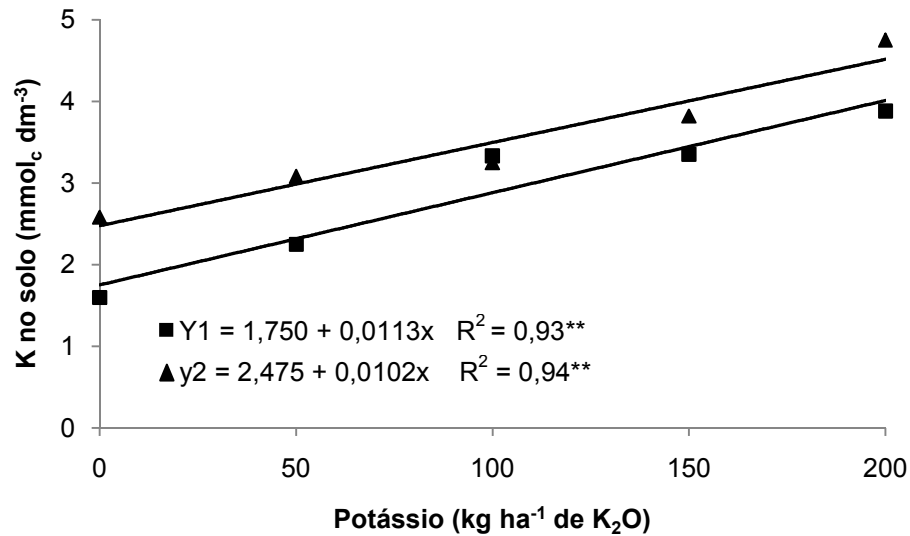


Figura 6. Teor de K no solo em função das doses de potássio, nas culturas da couve-flor 'Verona' (y1) e do brócolis 'BRO 68' (y2).

Quando os cultivos de couve-flor e de brócolis foram realizados com doses inferiores a 165 e 110 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente, verificaram-se reduções nos teores de K no solo. Essas reduções foram tanto maiores quanto menor o fornecimento de K, atingindo 50% e 30% em cultivo da couve-flor e do brócolis, respectivamente, quando não foram fertilizados com K. A maior redução no teor de K no solo em cultivo de couve-flor pode ser atribuído à maior demanda desta pelo nutriente em relação ao brócolis (Braz et al., 2007; Castoldi et al., 2009; Takeishi, Cecílio Filho e Oliveira, 2009).

4.2. Efeito de doses de fósforo na couve-flor e no brócolis.

Houve efeito significativo da dose de P no teor de P na folha ($P < 0,05$; $P < 0,05$) e no solo ($P < 0,05$; $P < 0,05$), no diâmetro ($P < 0,05$; $P < 0,05$) e massa da inflorescência ($P < 0,05$; $P < 0,05$), e na produtividade ($P < 0,05$; $P < 0,05$) da couve-flor e do brócolis.

Para teor de P no solo, foi obtido ajuste significativo linear tanto para a couve-flor quanto para brócolis. Houve aumento na disponibilidade de P no solo à medida

que maior foi a dose de P (Figura 7). De acordo com Raij et al. (1997), os teores de P no solo, para todas as doses de P aplicadas, mantiveram-se na faixa de teores considerados muito altos para as hortaliças, ou seja, acima de 120 mg dm^{-3} .

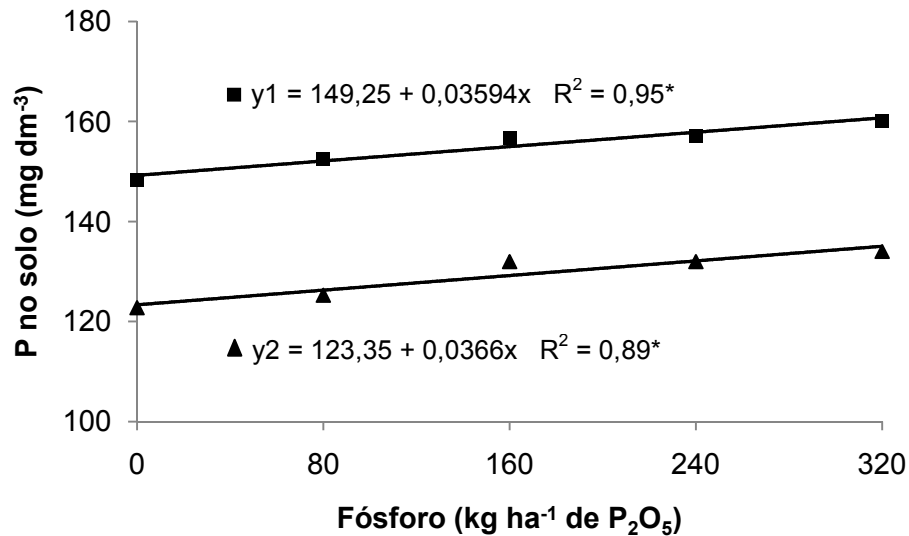


Figura 7. Teor de P no solo em função da dose de fósforo, nas culturas da couve-flor 'Verona' (y1) e do brócolis 'BRO 68' (y2).

Para teor de P foliar, somente para couve-flor foi verificado ajuste do modelo linear em função da dose aplicada, de modo que com o aumento na dose de P de zero para 320 kg ha^{-1} foram observados incrementos proporcionais (Figura 7). Sem fertilização, o teor foliar de P na couve-flor foi de $2,9 \text{ g kg}^{-1}$ e com a maior dose atingiu $3,4 \text{ g kg}^{-1}$. Os teores de P na folha de couve-flor, com ou sem adubação fosfatada mostraram-se aquém dos teores adequados, segundo Trani & Raij (1997), entre 4 e 8 g kg^{-1} . Contudo, não foram observados sintomas visuais de deficiência do nutriente nas plantas. Provavelmente, os baixos teores foram devidos a efeito de diluição do nutriente na matéria seca foliar, uma vez que mesmo sem adubação fosfatada o teor de P no solo era alto (103 mg dm^{-3}). Avalhães et al. (2009) relacionaram o teor de 1 g kg^{-1} de P na matéria seca foliar de couve-flor com o sintoma visual de deficiência do nutriente. Para brócolis, a média do teor foliar de P foi $3,2 \text{ g kg}^{-1}$ (Figura 8), o qual se encontra na faixa de teores adequados para brócolis, 3 a 8 g kg^{-1} , segundo Trani & Raij (1997).

Para o diâmetro da inflorescência, foram observados ajustes significativos de equações de segundo grau tanto para couve-flor quanto para brócolis. De acordo

com as equações, máximos diâmetros da couve-flor (20 cm) e do brócolis (14,7 cm) foram obtidos com 244 e 320 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente (Figura 9). Esses diâmetros superaram os obtidos sem fertilização fosfatada em 12,5 e 30%, respectivamente.

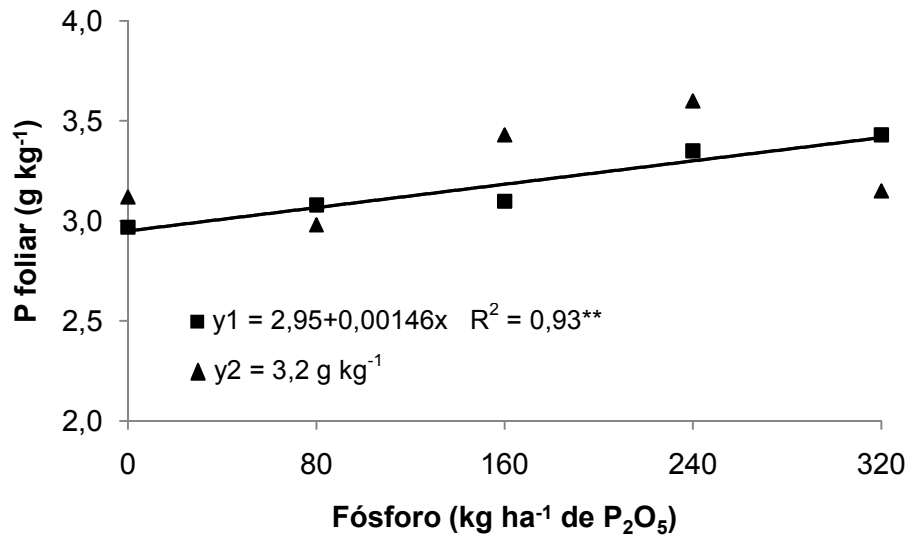


Figura 8. Teor de P na folha de diagnose do estado nutricional da couve-flor 'Verona' (y1) e do brócolis 'BRO 68' (y2) em função da dose de fósforo.

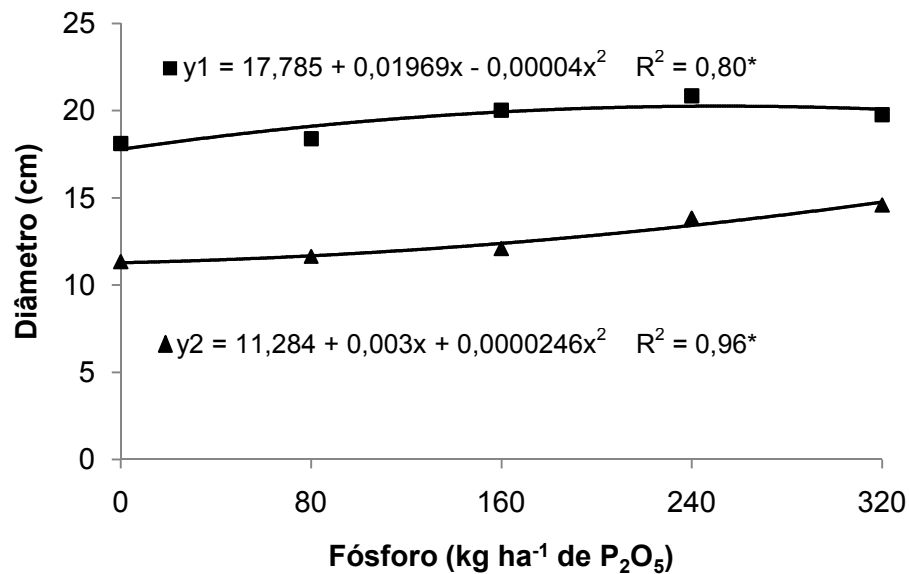


Figura 9. Diâmetro da inflorescência da couve-flor 'Verona' e do brócolis 'BRO 68' em função da dose de fósforo.

O efeito positivo do P no diâmetro da inflorescência concorda com o resultado obtido por Islam et al. (2010), que verificaram aumento no diâmetro de brócolis com incremento na fertilização fosfatada de zero para 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

As massas das inflorescências de couve-flor e do brócolis aumentaram com ajustes polinomiais de segundo grau com o incremento no fornecimento de fósforo (Figura 10). Máximas massas de inflorescências da couve-flor (1.010,7g) e de brócolis (313,0 g) foram obtidas com 257 e 320 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente (Figura 11). Em relação a não fornecer P em solo com alto teor de P, as doses de 257 e 320 kg ha⁻¹ de P₂O₅ proporcionaram incrementos de 31 e 35% nas massas das inflorescências de couve-flor e brócolis. O efeito positivo do P corrobora resultados observados por Demchak e Smith (1990) e Islam et al. (2010) na massa do brócolis com incremento na dose de P.

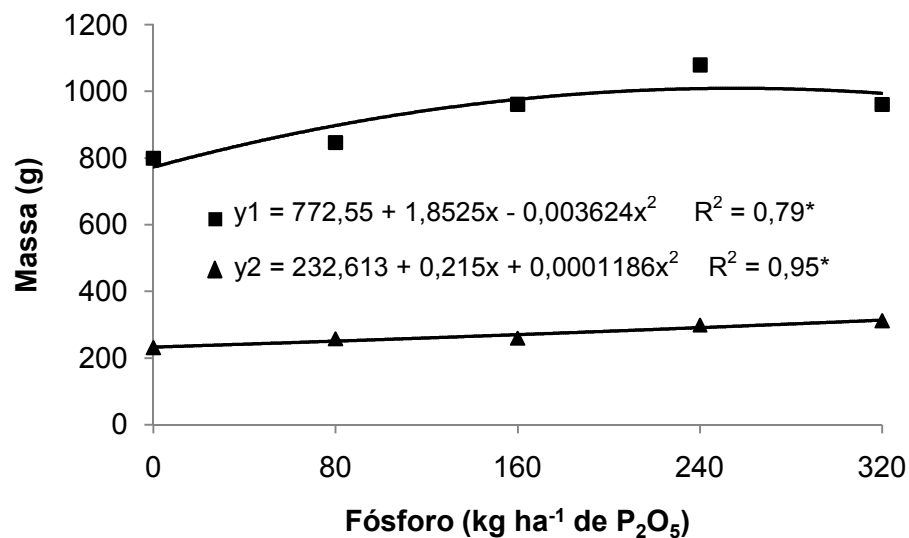


Figura 10. Massa da inflorescência da couve-flor 'Verona' e do brócolis 'BRO 68' em função da dose de fósforo.

As produtividades de couve-flor e de brócolis, assim como verificado para diâmetro e massa, ajustaram-se a equações de segundo grau (Figura 11). Máximas produtividades de couve-flor (35.970 kg ha⁻¹) e de brócolis (11.425 kg ha⁻¹) foram obtidas com 245 e 320 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente (Figura 11). Essas doses são superiores às recomendadas por Trani et al. (1997), 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, e por Fontes (1999a,b), ambos quando o teor de P no solo for alto. Por outro lado, as máximas produtividades de couve-flor e brócolis foram superiores em 42% às

produtividades obtidas sem aplicação de P no plantio, mesmo para o solo com alto teor de P. Esse incremento corresponde ao acréscimo de 10.617 e de 3.412 kg ha⁻¹ de inflorescências de couve-flor e brócolis, respectivamente.

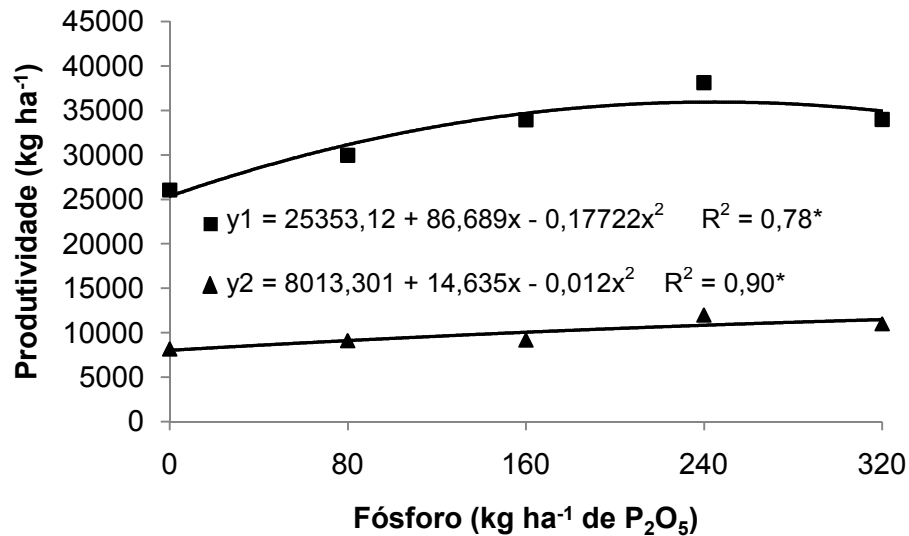


Figura 11. Produtividade de inflorescências de couve-flor 'Verona' (y1) e de brócolis 'BRO 68' (y2), em função da dose de fósforo.

O aumento de produtividade para brócolis também foi observado por Demchak e Smith (1990), os quais avaliando calcário (calcítico ou dolomítico) e doses de P e K, constaram que o P foi o principal nutriente responsável por incremento da produtividade. Islam et al. (2010) também constataram efeito positivo na produtividade quando aumentaram a dose de zero para 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

De acordo com os resultados obtidos no presente trabalho, a produtividade máxima de brócolis não foi obtida com as doses estudadas, sendo necessários mais de 320 kg ha⁻¹ de P₂O₅, enquanto para couve-flor foram suficientes 245 kg ha⁻¹ de P₂O₅, confirmando a necessidade de considerá-las separadamente na recomendação de adubação fosfatada, mesmo sendo variedades botânicas de uma mesma espécie e com semelhança de ciclo, arquitetura e produto a ser comercializado.

A couve-flor mostrou-se mais eficiente em produzir inflorescência sem fertilização de P. Na menor dose de P, foram obtidos 72,5 e 13,7 kg de inflorescências de couve-flor e de brócolis, respectivamente, para cada quilograma de K₂O. À medida que maiores doses de P foram fornecidas às duas brássicas,

menores foram os valores observados de eficiência agronômica. Para couve-flor, nas doses de 160, 240 e 320 kg ha⁻¹ de P₂O₅, os índices de eficiência agronômica reduziram para 58,3; 44,2 e 30,0 kg de inflorescência por quilograma de P₂O₅. Para o brócolis, com as mesmas doses foram obtidas 12,8; 11,8 e 10,8 kg de inflorescência por quilograma de P₂O₅.

5. CONCLUSÕES

O brócolis 'BRO 68' e a couve-flor 'Verona' respondem a adubação potássica em Latossolo com alto teor de potássio.

Em Latossolo com alto teor de potássio, a máxima produtividade do brócolis 'BRO 68' é alcançada com 160 kg ha^{-1} de K_2O , enquanto a dose que maximiza a produtividade da couve-flor 'Verona' é superior a 200 kg ha^{-1} de K_2O .

Em Latossolo com alto teor de potássio, o brócolis 'BRO 68' é mais eficiente agronomicamente do que a couve-flor 'Verona' até a dose de 70 kg ha^{-1} de K_2O , mas a couve-flor é responsiva ao aumento no fornecimento de potássio às plantas, enquanto o brócolis não.

O brócolis 'BRO 68' e a couve-flor 'Verona' respondem ao fornecimento de fósforo em Latossolo com alto teor de fósforo.

O brócolis 'BRO 68' e a couve-flor 'Verona' demandam quantidades diferentes de fósforo na adubação de plantio, a fim de maximizarem o diâmetro e a massa das inflorescências e suas produtividades.

Em Latossolo com alto teor de fósforo, a couve-flor 'Verona' é mais eficiente agronomicamente do que o brócolis 'BRO 68'.

6. REFERÊNCIAS

- ALVES, A.U., PRADO, R.M.; CORREIA, M.A.R.; GONDIM, A.R. de O.; CECÍLIO FILHO, A.B.; POLITI, L.S. Couve-flor cultivada em substrato: marcha de absorção de macronutrientes e micronutrientes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.1, p. 45-55, 2011.
- AVALHÃES, C.C.; PRADO, R.M.; ROMUALDO, L.M.; ROZANE, D.E.; CORREIA, M.A.R. Omissão de macronutrientes no crescimento e no estado nutricional de plantas de repolho cultivado em solução nutritiva. **Bioscience Journal**, v.25, n.5, p.21-28, Sept./Oct. 2009.
- BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1983. 48 p.
- BRAZ, L. T.; VARGAS, P. F.; CHARLO, H. C. O.; CASTOLDI, R. . Acúmulo de macronutrientes durante o ciclo de couve brócolos 'Legacy'. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 2007, Porto seguro. 47º Congresso Brasileiro de Olericultura. Brasília: Associação Brasileira de Horticultura (ABH), 2007. v. 25. p. 59-59.
- CASTOLDI R; CHARLO H.C.O.; VARGAS P.F.; BRAZ L.T.. Crescimento, acúmulo de nutrientes e produtividade da cultura da couve-flor. **Horticultura Brasileira** 27: 438-446. 2009.
- CECILIO FILHO A.B.; SCHIAVON JUNIOR A.A.; CORTEZ J. W. M. Produtividade e classificação de brócolis para indústria em função da adubação nitrogenada e potássica e dos espaçamentos entre plantas. **Horticultura Brasileira**, v.30, p. 12-17. 2012.
- DEMCHAK, K.T.; SMITH, C.B. Yield responses and nutrient uptake of broccoli as affected by lime and fertilizer. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, v. 115, n. 5, p. 737-740. 1990.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Planta, 2006. 403 p.
- FONTES, P. C. R. Brócolos: In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. **Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG, p. 183, 1999a.

FONTES, P. C. R. Couve-flor: In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. **Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG, p. 187, 1999b.

GATIBONI, L.C. **Disponibilidade de formas de fósforo do solo às plantas**. 2003. 231f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

ISLAM, M.H.; SHAHEB, M.R.; RAHMAN, S.; AHMED, B.; ISLAM, A.T.M.T.; SARKER, P.C. Curd yield and profitability of broccoli as affected by phosphorus and potassium. **Int. J. Sustain. Crop Prod.** 5, p.1-7. 2010.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006, 638 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. rev. atual. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 674 p.

MONTEIRO, B. C. B. A.; CHARLO, H. C. O.; BRAS, L. T. Desempenho de híbridos de couve-flor de verão em Jaboticabal. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 1, p. 115-119, 2010.

MOREIRA, F. M. de S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2006. p.729.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J.; NUNES, F.N. Fósforo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.471-537.

PRADO, R. de M. **Nutrição de Plantas**. 1. ed. São Paulo: Editora UNESP, 2008. 407p.

PORTO, D. R. Q.; CECÍLIOFILHO, A.B.; REZENDE, B.L.A.; BARROS JUNIOR, A.P. Densidade populacional e época de plantio no crescimento e produtividade da couve-flor cv. Verona 284. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p. 92-98, 2012

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Editora Ceres, Potafos.. 1991. 344 p.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Fósforo e potássio. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: IAC-FUNDAG, 1997. p. 9.

- RAIJ, B.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285 p.
- REIS JÚNIOR, R.A.; MONNERAT, P.H. Exportação de nutrientes nos tubérculos de batata em função de doses de sulfato de potássio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 360-364, 2001.
- SHARPLEY, A. N.; DANIEL, T.; SIMS, T.; LEMUNYON, J.; STEVENS, R.; PARRY, R. Agricultural Phosphorus and Eutrophication. 2. Ed. rev. Washington DC: **Agricultural Research Service**, sept 2003. 38 p. Disponível em: <<http://www.ars.usda.gov/is/np/Phos&Eutro2/agphoseutro2ed.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2012.
- TAKEISHI, J.; CECÍLIO FILHO, A. B.; OLIVEIRA, P. R. Crescimento e acúmulo de nutrientes em couve-flor 'Verona'. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 4, p. 1-10, 2009.
- TEDESCO, M.J.; G. C., A. I.; B. C. A., CAMASGO, F. A. O.; W. S. MANUNAL DE RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina / Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. - 10. ed. – Porto Alegre, 2004.
- TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; AZEVEDO, J. A.; TAVARES, M. Brócolos, couve-flor e repolho. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. p. 175.
- TRANI, P. E.; RAIJ, B. van. Hortaliças. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. p. 157-164.
- VALLADARES, G. S.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C. Adsorção de fósforo em solos de argila de atividade baixa. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.1, p.111-118, 2003.