

Fontes de silício na indução de resistência a insetos-praga e no desenvolvimento de plantas de batata inglesa

Sources of silicon in the induction of resistance for pest insects and in the development of potato enhancement

SILVA, Valkíria Fabiana da 1, MORAES, Jair Campos 2, MELO, Bruno Almeida 3

¹Departamento de Entomologia-Universidade Federal de Lavras/ UFLA, Lavras/MG, Brasil, valufv@yahoo.com.br; ² Departamento de Entomologia-Universidade Federal de Lavras/UFLA, Lavras/MG, Brasil, jcmoraes@ufla.br; ³ Departamento de Entomologia-Universidade Federal de Lavras/UFLA, Lavras/MG, Brasil, brunoagros@yahoo.com.br.

RESUMO

O controle de insetos-praga exclusivamente com inseticidas sintéticos ocasiona diversos efeitos colaterais. A indução de resistência de plantas é uma estratégia em potencial para prevenir danos de insetos na cultura. Os objetivos deste trabalho foram avaliar os efeitos de fontes de silício na indução de resistência aos principais insetos-praga, no desenvolvimento e produtividade da cultura de batata inglesa em cultivo orgânico. As plantas foram submetidas aos seguintes tratamentos: 1- adubação via solo com agrosilício na dosagem correspondente a 8 t/ha; 2- adubação foliar com solução de ácido silícico a 0,8%; 3- adubação foliar com solução de cinza de eucalipto a 5% e 4- testemunha. As avaliações dos insetos-praga foram realizadas aos 20, 40 e 60 dias após a emergência das plantas, contando-se o número de pulgões, injúrias foliares provocadas por *Diabrotica* spp. e folíolos minados por *Liriomyza* spp. Foi determinado a altura, o diâmetro e a produtividade, bem como os teores de tanino e lignina das plantas. O ácido silícico atuou como indutor da síntese de tanino na planta e a cinza e o agrosilício agiram como promotores do desenvolvimento vegetativo das plantas.

PALAVRAS-CHAVE: insetos-praga, agricultura orgânica, *Solanum tuberosum*, adubação silicatada agricultura familiar.

ABSTRACT

The exclusive use of synthetic insecticides for insect pest control causes several side effects. The plant resistance induction is a potential strategy to prevent the insect damage in the culture. The objectives of this work, was to evaluate the effects of silicon sources in the induction of resistance to the main pest insects and in the development and productivity of organic potato crops. Four treatments were tried: 1 fertilization with agro-silicon corresponding to 8 t/ha; 2 - fertilization applied by spray with solution of silicic acid at 0,8%; 3 fertilization applied by spray with solution of eucalyptus ash at 5% and 4 - Control. The incidence of pest insects was monitored 20, 40 and 60 days after the emergency of plants, being counted the number of aphid, leaves injuries caused by *Diabrotica* spp. and the number of mined leaves by *Liriomyza* spp. The diameter, height and the productivity was determined, as the content of tannins and lignin present in the plants. The silicic acid acted as inductor of the tannin synthesis in the plant and the treatments ash and agro-silicon acted as promoter of the vegetative development of the plants.

KEY WORDS: insect pests, organic agriculture, *Solanum tuberosum*, silicate fertilization

Correspondências para: valufv@yahoo.com.br

Aceito para publicação em 30/07/2010

Introdução

A batata inglesa, *Solanum tuberosum* L., é um dos produtos alimentares mais difundidos em todo o mundo. As regiões Sul e Sudeste do Brasil são responsáveis por 86% da produção nacional. Minas Gerais é o maior Estado produtor, sendo responsável por cerca de 1/3 da produção nacional, seguido por São Paulo que produz cerca de 751 mil toneladas (AGRIANUAL, 2008).

Contudo, o cultivo de batata nos trópicos é um dos que mais sofre com problemas fitossanitários decorrentes de ataques de pragas e doenças, onerando o custo de produção (LARA et al., 2004). No Brasil, a manutenção da sanidade do batatal é fundamental, pois se cultiva batata o ano todo (DANIELS & PEREIRA, 2004) cujo controle químico requer gastos elevados que giram em torno de 19% do custo de produção (CURZIO, 1993).

Diversas espécies de insetos provocam injúrias às plantas de batata, sendo que os pulgões, principalmente *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae), são considerados pragas-chave da batateira, causando danos diretos pela sucção de seiva e indiretos devido à transmissão de vírus, entre eles o PLRV (*Potato leafroll virus*) e o PVY (*Potato virus Y*) (PETITT & SMILOWITZ, 1982).

As espécies do gênero *Diabrotica* (Coleoptera: Chrysomelidae) danificam as folhas da batateira na fase adulta, enquanto que as larvas causam injúrias severas aos tubérculos, com prejuízos na produção e na qualidade do produto (FRANÇA & BARBOSA, 1987).

Outro grupo de insetos que vêm causando problemas no cultivo da batateira é a mosca-minadora, *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) (SALLES, 2002). O dano é causado principalmente pela larva que se alimenta logo após a eclosão dos ovos até a fase de pupa, quando abandonam as folhas. As larvas ao se alimentarem do mesófilo foliar, comprometem a capacidade fotossintética das plantas (BUENO et

al., 2007).

O controle de insetos-praga exclusivamente com inseticidas sintéticos ocasiona diversos efeitos tais como os colaterais. Dessa forma, a indução de resistência de plantas é uma estratégia em potencial para prevenir, ou pelo menos retardar as injúrias e danos de insetos na cultura. Embora não seja considerado um elemento nutricional essencial, o silício pode conferir resistência às plantas pela sua deposição, formando uma barreira mecânica à penetração e à alimentação dos insetos (GOUSSAIN et al., 2002), ou estar também relacionado com reações específicas de defesa das plantas (CHÉRIF et al., 1992) e ou pela sua ação como elicitador do processo de resistência induzida (FAWE et al., 2001; GOMES et al., 2005)

O objetivo, do presente trabalho, foi avaliar os efeitos de diferentes fontes de silício na indução de resistência aos principais insetos-praga da batata inglesa em cultivo orgânico, bem como verificar sua ação no desenvolvimento e produtividade das plantas.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em área destinada ao cultivo orgânico do Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras – UFLA, no período de outubro de 2007 a fevereiro de 2008.

O solo foi preparado por meio de duas arações e duas gradagens e sulcado no espaçamento de 0,80 m. A batata-semente, cultivar Éden, foi plantada no espaçamento de 0,20 m entre plantas. A adubação foi realizada com composto orgânico, incorporando no sulco de plantio, na dosagem equivalente a 30 t/ha, sete dias antes do plantio. Adotou-se o delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos e seis repetições. A parcela foi constituída por quatro linhas de 2 m, sendo a área útil as duas linhas

centrais com 1,6 m. As plantas foram submetidas aos seguintes tratamentos: 1- adubação via solo com agrossilício na dosagem correspondente a 8 t/ha; 2- adubação foliar com solução de ácido silícico a 0,8%; 3- adubação foliar com solução de cinza de eucalipto a 5% e 4- testemunha (sem aplicação de produto). Utilizou-se cinza de eucalipto por ser uma fonte de silício, possuindo em torno de 16,9% de SiO₂.

O tratamento via solo, com agrossilício foi aplicado dois dias antes do plantio e incorporado no sulco. Na aplicação foliar, o ácido silícico e a cinza de eucalipto foram diluídos em água e depois pulverizados nas plantas até o escorrimento. Esta operação foi realizada semanalmente, iniciando-se sete dias após a emergência até a fase final da tuberização, no total de dez aplicações.

O monitoramento dos insetos-praga foi realizado aos 20, 40 e 60 dias após a emergência (DAE), em cinco plantas selecionadas ao acaso por parcela. Os pulgões *M. persicae* foram contados em uma folha, escolhida ao acaso no terço inferior da planta (PINTO et al., 2000). As injúrias foliares causadas por *Diabrotica* spp. foram amostradas contando-se as lesões presentes na terceira e quarta folha a partir do ápice. A avaliação das injúrias causadas pela mosca-minadora *Liriomyza* spp. foi realizada contando-se os folíolos minados presentes na planta inteira.

A determinação da altura e do diâmetro das plantas foi feita aos 60 DAE, em cinco plantas por parcela aleatoriamente. Também foram coletadas folhas para a avaliação dos teores de taninos e lignina. As folhas foram identificadas de acordo com os tratamentos levadas ao laboratório de Manejo Integrado de Pragas, Departamento de Entomologia – UFLA, secas em estufa a 60°C por um período de sete dias e moídas.

A quantificação de taninos e de lignina foi realizada pelo Departamento de Ciência dos

Alimentos da UFLA. Para taninos, o extrato foi obtido segundo metodologia de Deshpande et al. (1986) e a determinação foi realizada pelo método colorimétrico de FOLIN-DENIS, conforme AOAC (1990). A determinação do teor de lignina foi realizada pelo método de Van Soest (1967).

A cultura foi conduzida até o final do ciclo e após a colheita os tubérculos foram lavados e pesados, sendo a produtividade média de cada tratamento convertida para tonelada por hectare.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott & Knott a 5% de significância. Os dados de contagem de insetos e injúrias foram acumulados (total das três avaliações) e transformados em $(X+0,5)^{1/2}$ antes da análise estatística.

Resultados e discussão

No total das três avaliações, (aos 20, 40 e 60 DAE) não foram observados efeitos da fonte e/ou da aplicação de silício na ocorrência de pulgões, injúrias provocadas por insetos do gênero *Diabrotica* e lesões da mosca-minadora *Liriomyza* spp. nos folíolos da batateira (Tabela 1). A densidade populacional desses insetos-praga na fase vegetativa da cultura foi muito baixa, possivelmente devido à alta precipitação pluviométrica do período, uma vez que o experimento foi conduzido na época das águas (Tabela 2).

De maneira geral, os insetos alados como os pulgões, *Diabrotica* spp. e mosca-minadora podem ser afetados pelo excesso de chuvas. Resultados semelhantes foram observados para pulgões em batateira exposta a um período contínuo de chuvas, que interferiu na sua dinâmica populacional, com conseqüente redução na sua população (PINTO et al., 2000).

Infelizmente, com a baixa densidade dos insetos-praga no batatal, muito aquém de uma população que poderia causar dano econômico,

TABELA 1. Média (\pm erro padrão) do número de pulgões/folha, injúrias de *Diabrotica* spp. na 3ª e 4ª folha e folíolos minados por planta em batateira tratada com diferentes fontes de silício. Lavras, MG, out. 2007/fev. 2008

Tratamento	Número de Pulgões*	Injúrias de <i>Diabrotica</i> spp.*	Folíolos Minados*
Agrossilício	0,8 \pm 0,65	38,0 \pm 2,26	6,8 \pm 0,94
Ácido silícico	0,7 \pm 0,21	35,5 \pm 3,68	8,6 \pm 1,97
Cinza de eucalipto	1,7 \pm 1,08	30,0 \pm 3,81	12,0 \pm 1,59
Testemunha	1,3 \pm 0,66	34,3 \pm 5,46	7,3 \pm 1,86
CV (%)	49,9	14,4	18,8

*Diferenças não significativas pelo teste F ($p \leq 0,05$).

não foi possível avaliar o efeito do silício como indutor de resistência. Entretanto, diversos trabalhos têm demonstrado que a sua aplicação, de diferentes fontes, tem induzido resistência da planta a insetos sugadores e mastigadores. Em trigo, o silicato de cálcio afetou a taxa de crescimento do pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rond.) (GOMES et al., 2005). Já para lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), com hábito alimentar mastigador, como os adultos de *Diabrotica* spp., a aplicação foliar de silicato de sódio em milho provocou o desgaste da região

incisora das mandíbulas das lagartas, com aumento da mortalidade em razão da dificuldade de alimentação (GOUSSAIN et al., 2002). Em crisântemo, o silicato de potássio aumentou a resistência das plantas ao ataque da mosca-minadora *Liriomyza trifolii* (Burgess), diminuindo significativamente a emergência de adultos nas plantas tratadas com silício (PARRELLA & COSTAMAGNA, 2006).

Não foram observados efeitos da fonte e/ou do silício na indução de síntese de lignina na batateira (Tabela 3). Este resultado difere daquele

TABELA 2. Dados meteorológicos: temperatura (média mensal), umidade relativa (média mensal) e precipitação (mensal acumulada) durante a condução do experimento*. Lavras, MG, out./2007 a jan./2008.

Meses	Temperatura (°C)			Umidade relativa (%)	Precipitação (mm)
	Média	Máxima	Mínima		
Outubro	22,7	30,1	16,5	59	130,1
Novembro	21,3	27,8	17,2	77	110,4
Dezembro	23,0	29,4	18,0	73	176,6
Janeiro	21,8	27,7	17,7	78	263,0

*Fonte: Estação meteorológica da UFLA (2008).

TABELA 3. Teores de tanino e de lignina (média ± erro padrão) em folíolos de batateira tratada com diferentes fontes de silício. Lavras, MG, out. 2007/fev. 2008

Tratamento	Tanino (%)	Lignina (%)
Agrossilício	3,2 ± 0,12 b	7,9 ± 0,28 a
Ácido silícico	4,1 ± 0,21 a	7,9 ± 0,31 a
Cinza de eucalipto	3,3 ± 0,04 b	7,7 ± 0,39 a
Testemunha	3,3 ± 0,23 b	8,5 ± 0,19 a
CV (%)	11,2	8,5

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott ($p \leq 0,05$).

observado em plantas de batata cultivada em casa de vegetação (GOMES et al., 2008), possivelmente devido as condições climáticas mais estressante desse local em relação ao cultivo no campo.

Entretanto, no tratamento com ácido silícico via foliar, as plantas apresentaram maior porcentagem de taninos (Tabela 3). GOMES et al. (2005) também observaram que plantas de batata

adubadas com silício apresentaram maior concentração de silício atuando como indutor na síntese deste composto (GOMES et al., 2005). Em casa de vegetação, batateiras tratadas com silício também apresentaram maior concentração de taninos (GOMES et al., 2008), corroborando com os nossos resultados observados a campo. O tanino é um metabólito secundário relacionado com o mecanismo de defesa da planta (YAMADA

TABELA 4. Média (± erro padrão) da altura, diâmetro e produtividade de batateira tratada com diferentes fontes de silício. Lavras, MG, out. 2007/fev. 2008

Tratamento	Altura (cm)	Diâmetro (cm)	Produtividade (t/ha)
Agrossilício	54,6 ± 2,92 b*	1,0 ± 0,02 a	20,7 ± 0,48 a
Ácido silícico	54,2 ± 3,60 b	0,88 ± 0,04 b	19,8 ± 0,38 a
Cinza de eucalipto	58,3 ± 3,35 a	0,97 ± 0,03 a	22,1 ± 0,64 a
Testemunha	53,7 ± 2,78 b	0,93 ± 0,04 b	21,5 ± 0,54 a
CV (%)	5,2	6,1	12,7

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott & Knott ($p \leq 0,05$).

& ABDALLA, 2006) e a síntese e o acúmulo de taninos nos tecidos foliares são muito importantes resistência das plantas a insetos herbívoros. Este composto fenólico reduz significativamente o crescimento e a sobrevivência de muitos herbívoros quando adicionado às suas dietas, agindo como repelente alimentar (STRACK, 1997). Devido à baixa densidade populacional de insetos-pragas durante a realização deste trabalho não foi possível correlacionar a atuação direta deste composto sobre os pulgões, a *Diabrotica* spp. e a mosca-minadora.

A altura das plantas (Tabela 4) tratadas com cinza de eucalipto foi maior em relação às plantas submetidas a outros tratamentos. A cinza proveniente da queima do eucalipto possui aproximadamente 16,9% de SiO₂, 32,6% de CaO e 7,2% de MgO (BORLINI et al., 2005), sendo rica em nutrientes para as plantas, que podem ter contribuído para o melhor desenvolvimentos das plantas. Além disso, a cinza é capaz de neutralizar a acidez do solo, portanto, há efeito fertilizante e corretivo (DAROLT et al., 1996), afetando também a atividade microbiana do solo (SANTOS et al., 1995). Resultados semelhantes com relação ao aumento do crescimento de plantas pela aplicação da cinza também foi encontrado na produção de mudas de goiabeira (PRADO et al., 2003). Assim, a utilização de insumos não convencionais torna-se atraente quando estes têm baixo custo e mostram-se eficientes na melhoria de alguma característica agrônômica da planta (STAPPE & BALLONI, 1998).

Com relação ao diâmetro das hastes da batateira, as plantas tratadas com agrossilício e cinza de eucalipto apresentaram os maiores valores (Tabela 4). O agrossilício que possui em sua composição 23% de SiO₂, 42% de CaO e 12% de MgO (PULZ, 2007), favoreceu a melhor arquitetura das plantas. O silício está relacionado à deposição de sílica na parede celular de células epidérmicas que proporciona mudanças

anatômicas nos tecidos, aumentando a sua espessura (BLAICH & GRUNDÖFER, 1998).

Apesar da produtividade ter sido considerada satisfatória para batateiras em cultivo orgânico, não houve diferença significativa na produção de tubérculos entre os tratamentos (Tabela 4). Estes resultados estão de acordo com os obtidos para a produtividade de tomateiro, planta da mesma família da batateira (PEREIRA et al., 2003). Entretanto, em plantas de arroz tratadas com silício obteve-se aumento significativo na produção e na massa individual dos grãos (PERSHIN et al., 1995).

Espera-se que em condições de estresse, tanto hídrico como aqueles provocados pela presença de insetos-praga, seja possível avaliar melhor os benefícios do silício em cultivo orgânico de batata, sendo recomendado, portanto, outros estudos em condições mais críticas para desenvolvimento das plantas

Conclusões

O ácido silícico atuou como indutor da síntese de tanino, composto secundário defensivo da planta que atua como deterrente alimentar. A aplicação de cinza de eucalipto e de agrossilício teve papel importante no desenvolvimento vegetativo das plantas, atuando como promotor de crescimento da batateira.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES e à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais – FAPEMIG.

Referências bibliográficas

- AGRIANUAL 2007 - **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2008. 516 p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, AOAC. **Official methods of**

- analysis**. 15. (Ed) Washington, 1990.
- BLAICH, R.; GRUNDHÖFER, H. Silicate incrusts induced by powdery mildew in cell walls of different plant species. **Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz**, Stuttgart, n.105, p.114-120, 1998.
- BORLINI, M. C. et al. Cinza da lenha para aplicação em cerâmica vermelha-Parte 1: Características da cinza. **Cerâmica**, São Paulo, v.51, n.319, p. 192-196, 2005.
- BUENO, A. F. et al. Mosca-minadora (*Liriomyza trifolii*) na cultura da batata (*Solanum tuberosum*): observações de campo e respostas fotossintéticas da planta à injúria. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.6, p.1510-1517, 2007.
- CHÉRIF, M. et al. Silicon induced resistance in cucumber plants against *Pythium ultimum*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 41, n. 6, p. 411-425, 1992.
- CURZIO, I. Produzindo mais e melhor. **Sinal Verde**, Brasília, v.12, p.2-6, 1993.
- DANIELS, J.; PEREIRA, A. S. Resistência de genótipos de batata ao vírus do enrolamento da folha da batata (PLRV) e ao vírus Y (PVY). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 521-524, 2004.
- DAROLT, M. R. et al. Cinza Vegetal como Fonte de Nutrientes e Corretivos de Solo na Cultura da Alfaca. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 11, n. 1. p. 38-40, 1996.
- DESPANDE, S. S. et al. Tannin analysis of food products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 24, n. 4, p. 401-449, 1986.
- FAWE, A. et al. Silicon and disease resistance in dicotyledons. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. (Ed.). **Silicon in agriculture**. The Netherlands: Elsevier Science, 2001. 403 p.
- FRANÇA, F. H.; BARBOSA, S. O controle de pragas da batata. In: REIFSCHEIDER, F. J. B. (Ed) **Produção de batata**. Brasília, EMBRAPA Hortaliças CNPH, 1987, p. 73-84.
- GOMES, F. B. et al. Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 6, p. 547-551, 2005.
- GOMES, F. B. et al. Uso de silício como indutor de resistência em batata a *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.31, n.2, p. 185-190, 2008.
- GOUSSAIN, M. M. et al. Efeito da aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta do cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 305-310, 2002.
- LARA, F. M. et al. Resistência de genótipos de batata a larvas e adultos de *Diabrotica speciosa*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n. 4, p.761-765, 2004.
- PARRELLA, M. P.; COSTAMAGNA, T. The addition of potassium silicate to the fertilizer mix to suppress *Liriomyza* leafminers attacking chrysanthemums. **Bulletin-OILB/SROP**, Dijon, v. 29, n. 4, p. 159-162, 2006.
- PERSHIN, B. M. et al. Silicon and rice production in the Primorskii region. **Agrokhimiya**, Moscow, v.10, p.68-74, 1995.
- PETITT, F. L.; SMILOWITZ, Z. Green peach aphid feeding damage to potato in various plant growth stages. **Journal of Economic Entomology**, Lanhan, v. 75, n. 3, p. 431-435, 1982.
- PEREIRA, H. S. et al. Comportamento de diferentes fontes de silício no solo e na cultura do tomateiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Piracicaba, n. 1, v. 27, p.1-8, 2003.
- PINTO, R. M. et al. Flutuação populacional de afídeos (Hemiptera: Aphididae) associados à cultura da batata, *Solanum tuberosum* L., no plantio de inverno em Alfenas, Sul de Minas Gerais. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, n.4, v.29, ISSN 0301-8059, 2000.
- PRADO, R. M. et al. Cinza da indústria de cerâmica na produção de mudas de goiabeira-efeito no crescimento e na produção de matéria seca. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.78, n.1, p. 25-35, 2003.
- PULZ, A. L. Estresse hídrico e adubação silicatada em batata (*Solanum tuberosum* L.) cv. Bintje. Botucatu, 2007. 57 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista.
- SALLES, L. A. Batata minada. **Revista Cultivar Hortaliças e Frutas**, Embrapa Clima Temperado, n.12, p. 18-19, 2002.
- SANTOS, J. A. G. et al. Efeito da aplicação de cinza, oriunda de biomassa vegetal, na atividade microbiana de um solo podzólico amarelo cultivado com eucalipto. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO**, 25 Viçosa, Resumo Expandido, n. 2: p

457-459, 1995.

STAPPE, J. L.; BALLONI, E. A. **O uso de resíduos da indústria de celulose como insumos na produção florestal**. Piracicaba: ESALQ, 1988. 37 p. (Circular técnica, 40).

STRACK, D. Phenolic metabolism. In: DEY, P. M.; HARBORNE, J. B. (Ed.) **Plant biochemistry**. London: Academic Press, 1997. p. 387-416.

VAN SOEST, P. J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its applications to forage. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 26, n. 1, p. 119-128, 1967.

YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. Manejo sustentável na agricultura, **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n.116, p.1-32, 2006.