

Impacto dos nutrientes N e K e de açúcares solúveis sobre populações de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera, Chrysomelidae) e *Agrotis ipsilon* (Hüfnagel) (Lepidoptera, Noctuidae) na cultura da batata, *Solanum tuberosum* L. (Solanaceae)

Edson Henrique de Azeredo¹, Eduardo Lima² & Paulo César Rodrigues Cassino³

¹Pró-Reitoria de Extensão, Universidade Federal Fluminense. 27197-000 Pinheiral-RJ, Brasil.

Endereço eletrônico: edsonhenrique.azeredo@bol.com.br

²Departamento de Solos, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 23890-000 Seropédica-RJ, Brasil.

³Departamento de Entomologia e Fitopatologia, Centro Integrado de Manejo de Pragas "C. R. G.", Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 23890-000 Seropédica-RJ, Brasil.

ABSTRACT. Impact of the nutrients N and K and soluble sugars on *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera, Chrysomelidae) and *Agrotis ipsilon* (Hüfnagel) (Lepidoptera, Noctuidae) populations in potato crops, *Solanum tuberosum* L. (Solanaceae). The occurrence of *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) and *Agrotis ipsilon* (Hüfnagel, 1767) on the potato cultivars Achat and Monalisa, influenced by nitrogen and potassium dosage, and minimum teor of soluble sugars, was studied. The following parameters were evaluated: concentration of mineral nutrient and sugar in green leaf, senescent leaf, leaf in abscission, stem, tubercle and total plant using extracts of infusion in ethanol 80%. The largest infestation of *D. speciosa* larvae was on Monalisa cultivar at 150 kg.ha⁻¹ of N + K with 27.03% at P < 0,05. It was observed that the effect of the dosage of N + K in the increment of the concentration of soluble sugars increased the damages in the tubercles and stems by *A. ipsilon*. The infestation by these species increased to 58.82% on the Monalisa cultivar, when the nitrogen dosage increased from zero to 150 kg.ha⁻¹, in the absence of potassium. On the other hand, high dosage of K reduced the damages by *A. ipsilon* on Monalisa cultivar. However, it did not influence the storage of soluble sugar. The results indicated that in Achat cultivar the accumulated soluble sugar was reduced, probably sensibilized by elevation of potassic fertilization dosing, differing from Monalisa cultivar, in which the influence was by nitrogen dosing.

KEYWORDS. *Agrotis ipsilon*; *Diabrotica speciosa*; plant resistance; potato crop.

RESUMO. Foi estudada a ocorrência de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera, Chrysomelidae) e de *Agrotis ipsilon* (Hüfnagel, 1767) (Lepidoptera, Noctuidae) em plantas de batata, cultivares Achat e Monalisa, influenciadas por dosagens de nitrogênio e potássio, e teor mínimo de açúcares solúveis. Os seguintes parâmetros foram avaliados: concentração de nutrientes minerais e açúcar em folha verde, folha senescente, folha em abscisão, haste, tubérculo e planta total usando extratos de infusão em etanol 80%. A maior infestação por larvas de *D. speciosa* foi na cultivar Monalisa a 150 kg.ha⁻¹ de N + K com 27,03% a P < 0,05. Foi observado que o efeito da dosagem de N + K no incremento da concentração de açúcares solúveis aumentou os danos provocados por *A. ipsilon* nos tubérculos e hastes. A infestação por essas espécies aumentou para 58,82% na cultivar Monalisa, quando a dosagem de nitrogênio foi elevada de 0 para 150 kg.ha⁻¹, na ausência de potássio. Por outro lado, alta dosagem de potássio reduziu os danos causados por *A. ipsilon* na cultivar Monalisa. Entretanto, não influiu no armazenamento de açúcar solúvel. Os resultados indicaram que na cultivar Achat os teores de açúcares solúveis foram reduzidos, provavelmente sensibilizados pela elevação da dosagem de adubação potássica, diferindo da cultivar Monalisa cuja influência verificada foi pela dosagem do nitrogênio.

PALAVRAS-CHAVE. *Agrotis ipsilon*; cultura da batata; *Diabrotica speciosa*; resistência de planta.

A batata, *Solanum tuberosum* L. (Solanaceae) é uma importante fonte de alimento em todo o mundo, sendo seus maiores consumidores os americanos e europeus, com destaque para os alemães e russos, cujo consumo per-capita/ano é o mais alto (SOUZA & REIS 1999). Na Europa e nas Américas, com exceção do Brasil, a batata é um dos alimentos básicos para as mais diversas camadas sociais (FILGUEIRA 1987). No Brasil é considerada a principal cultura olerícola, tanto em área cultivada como em preferência alimentar (LOPES & BUSO 1997).

O Brasil cultiva anualmente em torno de 171 mil ha com batatas, com uma produção média de 2,6 milhões de toneladas (GODOY 2001). Segundo essa mesma autora, o Estado de Minas Gerais destaca-se como o principal produtor nacional, com 32% do total produzido no país, seguido do Estado de São

Paulo com 24% e do Estado do Paraná com 22%.

À cultura, encontram-se associados insetos-praga e ácaros que causam danos, tanto pela sua ação direta, sugando fotoassimilados ou consumindo a área foliar, quanto indiretamente pela depreciação dos tubérculos. Por se tratar de uma planta de produção subterrânea, a batata, na fase de tuberização, é propensa ao ataque esporádico de pragas do solo. Os besouros podem causar danos sérios, destacando-se as larvas alfinete, *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera, Chrysomelidae), as quais destroem o sistema radicular no estado vegetativo e de tuberização (LIMA & RACCA FILHO 1996).

Outra espécie que causa dano na cultura da batata é a lagarta rosca, *Agrotis ipsilon* (Hüfnagel, 1767) (Lepidoptera,

Noctuidae). Segundo NAKANO *et al.* (1981), as lagartas de primeiro ínstar iniciam suas atividades raspando o tecido foliar. Mais tarde, migram ao solo, onde se enterram, saindo somente à noite para se alimentarem. O dano é, nesse estágio, ao nível do coleto, seccionando a haste e afetando drasticamente a produtividade dos tubérculos.

Segundo CHABOUSSOU (1969), a sanidade das plantas está intimamente ligada à qualidade de seu habitat e se este lhe permite uma nutrição equilibrada, apresentará resistência aos diversos fatores, reduzindo a instalação de pragas e doenças. Esse mesmo autor constatou que o ataque de pragas sugadoras está relacionado aos nutrientes solúveis em forma de aminoácidos livres, açúcares reduzidos e minerais solúveis, ainda não incorporados em macromoléculas insolúveis (CHABOUSSOU 1972).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a flutuação populacional de *D. speciosa* e *A. ipsilon* com relação às dosagens de nutrientes nitrogenados (uréia) e potássicos (cloreto de potássio) na planta de batata, *S. tuberosum*, das cultivares Achat e Monalisa, tendo como hipótese que teores mínimos de açúcar solúvel acumulado em órgãos da planta propiciam efeitos inibitórios àqueles insetos fitófagos.

MATERIALE MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental do campus da Universidade Federal Fluminense, em Pinheiral, Rio de Janeiro, cuja topografia está relacionada ao domínio geomorfológico de relevo ondulado e fortemente ondulado, à margem direita do Rio Paraíba do Sul (44°04'4,9" W, 22°29'2,9" S e 437 m de altitude), temperatura média anual de 25,8°C, umidade relativa média de 80,4% e precipitação pluviométrica de 465 mm. A paisagem é formada por fragmentos arbóreos remanescentes de Mata Atlântica, ao longo do Rio Caximbu, numa área de 1.877,92 ha. Foram utilizadas as cultivares Achat e Monalisa, cujos "tubérculos-semente" foram adquiridos da Fazenda Experimental de Maria-da-Fé, Minas Gerais. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições e nove tratamentos (fatorial 2x3x3), com parcelas de 15,6 m e 13 plantas, espaçadas de 0,8 x 0,4 m. Foram aplicadas três dosagens de N e K (0;75 e 150 Kg. ha⁻¹), usando como fontes N-uréia e Cloreto de potássio, acompanhadas de 96 g de esterco de ave por metro linear de sulco de plantio, para auxiliar as propriedades físicas do solo e a manutenção da umidade.

Os fertilizantes e a matéria orgânica foram distribuídos no fundo do sulco nas leiras de plantio. O parcelamento de N e K foi feito em três épocas: aos 15 dias antecedendo o plantio (25 Kg. ha⁻¹ de N-uréia + 50 Kg. ha⁻¹ de Cloreto de potássio), juntamente à única dose de matéria orgânica e incorporados no fundo do sulco nas leiras de plantio (para evitar seu contato com a batata-semente); e, em cobertura, aos 30 e 50 dias após o plantio (25 Kg. ha⁻¹ de N-uréia + 50 Kg. ha⁻¹ de Cloreto de potássio, respectivamente), por ocasião da primeira e segunda pré-amontoas, no início e em plena tuberização. A irrigação foi feita por sulcos (sistema de infiltração) uma vez por semana

até os 30 dias após o plantio (d.a.p.); a partir daí, até os 50 d.a.p., intensificou-se a dotação para duas vezes por semana; e, finalmente, reduzindo-se a uma por semana, no estágio de abscisão (± 80-90 dias), para manter o suprimento necessário à planta que está entre as hortaliças mais exigentes em água.

Avaliou-se, semanalmente, 13 plantas num total de 196 plantas tomando-se as leituras da presença-ausência de *D. speciosa* (adulto) nas folhas e ramos, de *A. ipsilon* nas hastes e tubérculos e da larva-alfinete nos tubérculos. As leituras foram realizadas entre 10 e 15 horas no estrato superior (folhas e ramos), estrato inferior da parte aérea (haste) e tubérculo. As frequências absolutas foram lançadas em planilha de campo, utilizando-se a amostragem binomial (presença-ausência). Utilizou-se, na avaliação dos tratamentos, a metodologia de amostragem preconizada por AZEREDO (1998) considerando a expressão $n = [(X/2)^2 + (Y)^2]^{1/2}$, em função do número total de plantas por ha (X) e número total de plantas do talhão pesquisado (Y). As plantas foram amostradas após sorteio pré-casualizado, representado pelo intervalo de amostragem $i = Y/n$ (72).

Foram retiradas duas plantas por parcela, com base na expressão: $n = (Z/2)^2$, onde, Z = número de plantas por parcela. Estas foram separadas em três amostragens, referentes aos estratos da planta, cujas partes destinaram-se à análise de açúcar solúvel. As concentrações de açúcar solúvel acumuladas foram avaliadas nos órgãos amostrados de: planta total (Pt), folha verde (Fv), folha senescente (Fs), folha em período de abscisão (Fa), haste e tubérculo (Tub).

As partes destinadas à análise química de açúcar solúvel foram conservadas em etanol a 80%, num período de seis meses, para ação extratora do composto. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro (Spectronic 21-D), no Laboratório do Centro Integrado de Manejo de Pragas, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, através da curva padrão Glicose (µg L⁻¹), pelo método de antrona a 640 nm (YEMM & WILLIS 1954).

Para análise estatística, efetuou-se as transformações dos dados (% de açúcar solúvel) pela raiz (variável + 2) e, através da análise de variância, teste F, as médias comparadas entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Em relação à flutuação da população de *D. speciosa* e *A. ipsilon*, as frequências absolutas obtidas no campo foram transformadas, após a normalidade dos dados, em padrão de infestação (%) médios, por $\sqrt{\% / 100}$, e a significância, através da correlação linear simples de Pearson, $P < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a categorização dos órgãos amostrados, estes foram submetidos às leituras espectrofotométricas, iniciando-se pela planta total (ramos, haste e tubérculo) obtendo-se, no caso da cultivar Achat, que as concentrações de açúcar solúvel destacaram-se nos tratamentos N₀K₂ e N₂K₀ (Tabelas I e II; Fig. 1). Dos valores plotados, mediante o isolamento dos níveis N + K, verificou-se que, na média, o acúmulo dos teores de açúcar solúvel, na planta inteira da cv. Achat foi de 4,63%. Isto

em ausência de nitrogênio, reduzindo-se a partir daí, à medida em que a dosagem aplicada subiu de 75 para 150 kg.ha⁻¹.

Em relação ao potássio (Tabela II) constataram-se duas tendências: na transição da dosagem zero para 150 kg de K₂O/ha⁻¹, a cultivar Achat mostrou acréscimo de 4,74 para 5,80%, com uma caída abrupta ao aplicar a dose 75Kg. ha⁻¹, passando a acumular 1,75%. Já em relação à cv. Monalisa, os teores de açúcar analisados nesta variável (planta total) apresentou tendência inversa, entre as doses zero e 75Kg. ha⁻¹, quando ocorreu um ligeiro aumento de 4,47 para 4,95% e reduzindo-se a 50%, na presença de dose máxima (150 kg.ha⁻¹) (Tabela II). No tocante ao padrão de infestação, constatou-se efeitos inibitórios à *D. speciosa* e *A. ipsilon* nos três estratos da cultura, assim que a dosagem passava de zero para 150 kg.ha⁻¹ de N (Tabela III).

Entretanto, em presença de potássio, o efeito inibitório às pragas ocorreu apenas em nível K₁ (75 kg.ha⁻¹ de K₂O). O potássio funciona, segundo MALAVOLTA *et al.* (1997), em processos osmóticos, na síntese de proteínas e na manutenção de sua estabilidade, na abertura e fechamento dos estômatos, na permeabilidade da membrana, no controle do pH, embora não se conheça com clareza o modo como tudo isso se dá. Inferindo-se sobre o comportamento da cultivar Monalisa constatou-se, neste trabalho, uma relação inversa, especificamente na questão dos níveis de nitrogênio, quando houve um sensível acréscimo da população de *D. speciosa* e *A. ipsilon*.

Em relação ao potássio, constatou-se a mesma interferência ao nível K₁ (75 kg.ha⁻¹) apenas, na prevalência de *D. speciosa*; contrariamente à *A. ipsilon*, na haste, onde a cv. Monalisa respondeu plenamente ao ataque assim que se aplicou o potássio em excesso (K₂=150 kg.ha⁻¹), reduzindo de 23,52 para 7,84% a infestação dessa praga, enquanto na cv. Achat a intensidade permaneceu a mesma: 21,90 e 21,43% (Tabela III). O efeito do potássio foi, da mesma forma, constatado por KOCH & MENGEL (1972) que verificaram que os adubos potássicos conferem aos vegetais um tecido mais resistente e paredes celulares espessas, propiciando resistência às pragas sugadoras e doenças.

Na folha verde, em ambas as cultivares, os teores de açúcar solúvel foram equivalentes, ou seja, 2,34 e 2,45%, no tratamento N₀K₀ (testemunha); porém, em N₀K₂, houve uma inversão, acumulando 0,53 e 4,53%, respectivamente, na ordem das cultivares estudadas (Tabela I; Fig. 2). O acúmulo de açúcar solúvel, foi afetado pelo estágio de desenvolvimento, principalmente na cultivar Monalisa, que tem folhagem e hastes vigorosas e grossas, diferindo da cv. Achat cujo desenvolvimento vegetativo é mediano, com folhas pequenas; portanto, o acúmulo dos açúcares ocorre em curva exponencial. Esse comportamento diferencial foi constatado por SIEBENEICHLER *et al.* (2000) em plantas de feijoeiro, armazenando teores de açúcares redutores significativamente maiores na cultivar Vermelho 2157, comparada à cv. Milionário 1732, variando entre 120 e 200%, os quais derivam de estresse

Tabela I. Teores acumulados de açúcar solúvel (%) em planta de batata, *Solanum tuberosum*, cultivares Achat e Monalisa, destinados à avaliação do padrão de infestação de insetos-pragas e fenologia, em relação à interação N e K nas dosagens: 0; 75 e 150 kg.ha⁻¹, em Pinheiral, RJ, 1996.

Tratamento	Planta total (%)		Folha verde (%)		Folha em senescência (%)		Folha em abscisão (%)		Haste (%)		Tubérculos (%)	
	Ach.	Mon.	Ach.	Mon.	Ach.	Mon.	Ach.	Mon.	Ach.	Mon.	Ach.	Mon.
N ₀ K ₀	4,72 ¹	8,58	2,34	2,45	1,70	5,33	0,58	1,73	1,18	1,56	11,85	12,35
	IV ²	I	IV	I	I	IV	II	II	II	IV	IV	III
N ₀ K ₁	2,18	5,36	4,57	6,94	1,34	6,43	1,82	2,65	1,75	1,56	4,01	12,15
	II	IV	II	II	III	I	II	III	II	IV	III	IV
N ₀ K ₂	7,00	1,83	0,53	4,53	0,80	5,08	0,41	0,83	1,14	3,17	7,36	17,00
	III	III	IV	III	III	I	I	IV	III	IV	II	III
N ₁ K ₀	3,36	0,60	4,12	6,11	1,26	5,33	0,80	1,56	1,63	2,65	13,55	14,61
	III	III	III	I	II	I	I	I	I	I	I	I
N ₁ K ₁	2,16	3,54	3,17	2,46	4,48	5,87	0,20	2,49	1,51	5,87	9,30	17,22
	IV	II	I	III	III	II	I	II	IV	I	II	III
N ₁ K ₂	2,43	3,39	1,68	2,57	2,10	5,50	1,16	1,87	2,74	2,43	8,02	13,56
	IV	III	IV	II	IV	IV	III	I	IV	II	II	II
N ₂ K ₀	6,14	4,24	4,39	5,97	5,30	2,43	0,36	2,20	0,62	4,18	4,46	14,28
	IV	III	IV	I	IV	I	III	II	II	II	II	II
N ₂ K ₁	0,91	5,97	3,73	5,58	2,70	4,12	0,35	2,82	2,50	7,10	4,75	10,75
	II	I	III	IV	III	I	I	III	II	II	II	III
N ₂ K ₂	0,97	2,21	2,74	4,33	1,29	4,86	3,36	2,23	2,48	4,09	5,21	12,36
	IV	IV	I	I	II	II	III	III	III	I	III	IV

¹ Valores das concentrações de açúcar solúvel/tratamento.

² Blocos referentes às médias amostrais.

Tabela II. Teores acumulados de açúcar solúvel (%) nos diferentes órgãos amostrados e em relação às dosagens de N e K (0; 75 e 150 kg.ha⁻¹), isolados em planta da batata, *Solanum tuberosum*, cultivares Achat e Monalisa, em Pinheiral, RJ, 1996.

Variável	Achat						Monalisa					
	N ₀	N ₁	N ₂	K ₀	K ₁	K ₂	N ₀	N ₁	N ₂	K ₀	K ₁	K ₂
Planta total	4,63	2,65	2,67	4,74	1,75	5,80	5,25	2,51	5,53	4,47	4,95	2,47
Folha verde	2,48	2,99	3,62	3,61	3,83	1,65	4,64	3,71	5,29	4,84	4,99	3,81
Folha senescente	1,28	2,61	3,09	2,75	2,84	1,39	5,61	5,56	3,80	4,36	5,47	5,14
Folha em abscisão	0,93	0,72	1,35	0,58	0,79	1,64	1,73	1,97	2,41	1,83	2,65	1,84
Haste	1,35	1,96	1,86	1,14	1,92	2,12	2,09	3,65	5,12	2,79	4,84	3,23
Tubérculo	13,02	10,29	4,80	9,95	6,02	6,86	13,83	15,13	12,46	13,74	13,37	14,30

térmico, nos diferentes estádios de desenvolvimento. A sacarose como um dos crioprotetores é o mais encontrado em plantas tolerantes em baixas temperaturas (SIEBENEICHLER *et al.* 2000), sendo que seus níveis podem aumentar até 10 vezes durante o estresse, devido à elevação da atividade enzimática. Entretanto, ao se isolar os nutrientes N e K, verifica-se (Tabela II) que os açúcares solúveis fixaram-se em ausência e excesso de N, na cv. Monalisa (de 4,64 para 5,29%), enquanto a cv. Achat, mostrou um acúmulo linear indo de 2,48 para 2,99 e atingindo 3,62%.

Os carboidratos são a principal fonte de energia para os insetos (PANIZZI & PARRA 1991); afirmando ainda que, a omissão de um açúcar ou polissacarídeo digerível tem efeito prejudicial no seu desenvolvimento, assim como em larvas de insetos fitófagos que exigem algum tipo de carboidrato, dependendo de suas enzimas digestivas.

Considerando a infestação de insetos-praga na cv. Achat no órgão folha verde (Tabela III) verificou-se que o nitrogênio em excesso (150 kg.ha⁻¹) fez a infestação reduzir sensivelmente de 18,39% a zero, enquanto na cv. Monalisa o efeito foi inverso, pois a prevalência (%) de *D. speciosa* e *A. ipsilon* mostrou um significativo acréscimo, ou seja, de 6,06 para 22,22%, o que apontou para a cv. Achat suas propriedades metabólicas e de defesa ao progresso do ataque. Algumas culturas são mais predispostas a danos por herbívoros (GLIESSMAN 2001) quando recebem alto conteúdo em fertilizantes nitrogenados – aparentemente o nitrogênio serve como um atrativo às pragas. Em relação ao potássio, observou-se na parte superior da cv. Achat um efeito inibitório à população de *D. speciosa*, quando reduziu de 25,38 para 8,40% a infestação, o que não se constatou na cv. Monalisa, onde essa mesma praga permaneceu em média 16,5%, assim que a dosagem aplicada foi elevada de zero para 150 kg de K₂O/ha⁻¹. Estes dados

comprovam a tendência desfavorável ou predisposição da cultivar às pragas tardias, quando o índice de infestação pode ser explicado pelas condições ambientais decorrentes de elevadas temperaturas que permitiram à larva alfinete permanecer nos tubérculos nessa cultivar. Nesse caso, observa-se que a ausência de K foi mais prejudicial sobre a infestação de *D. speciosa*, em ambas as cultivares. Entretanto, em excesso (150 kg.ha⁻¹ de K₂O), observou-se um efeito inibitório ou de resistência à *A. ipsilon*, mais evidente na cv. Monalisa.

Segundo MILANEZ & PARRA (2000) a temperatura na faixa de 20 a 30°C entra como um dos fatores imprescindíveis para a determinação do número de geração e da previsão de ataques por *D. speciosa*, nas diferentes regiões produtoras de milho do país. Possivelmente, o acúmulo de açúcares solúveis esteve, na cv. Monalisa, associado ao genótipo, assim como a estresse térmico, nos diversos estádios de desenvolvimento de *S. tuberosum*. Estes resultados estão de acordo com os de SIEBENEICHLER *et al.* (2000), quando consideram o estresse térmico, principalmente nos estádios vegetativos das plantas batata e feijoeiro, fator de predisposição à redução no crescimento, além de inibir as ramificações do sistema radicular tornando as folhas espessadas e encarquilhadas.

A variável folha em processo de senescência (Fig. 3), mostrou teores de açúcar solúvel mais elevados, especificamente na cv. Achat, assim que o nitrogênio era fornecido em dosagem máxima, cuja variação atingiu a 0,8 a 5,30% de N₀K₂ a N₂K₀. Porém, em relação ao potássio, comportou-se inversamente, ao atingir N₂K₂ de dosagem, constatando-se, nessa cultivar Achat, um desequilíbrio devido à ação da toxidez quando a dosagem de K passou de 75 para 150 kg.ha⁻¹; isto é, de 2,84 para 1,39. Com base nessa seqüência de tratamentos, verificou-se que, quando da aplicação de

Tabela III. Percentagem de infestação de *Diabrotica speciosa* e *Agrotis ipsilon*, em relação aos níveis de N e K, isolados em plantas de batata, *Solanum tuberosum*, cultivares Achat e Monalisa, em Pinheiral, RJ, 1996.

Nível de N e K	Cultivar					
	Achat (%)			Monalisa (%)		
	<i>D. speciosa</i>		<i>A. ipsilon</i>	<i>D. speciosa</i>		<i>A. ipsilon</i>
	Superior (adulto)	Tubérculos (larva)	Inferior	Superior (adulto)	Tubérculos (larva)	Inferior
N ₀	18,39	21,38	20,00	6,06	1,80	0
N ₁	14,94	11,94	11,43	5,05	4,50	7,84
N ₂	0	0	1,90	22,22	27,03	25,48
K ₀	25,28	24,53	21,90	17,18	16,66	23,52
K ₁	0	0	0	0	1,80	1,96
K ₂	8,04	8,80	21,43	15,65	14,86	7,84

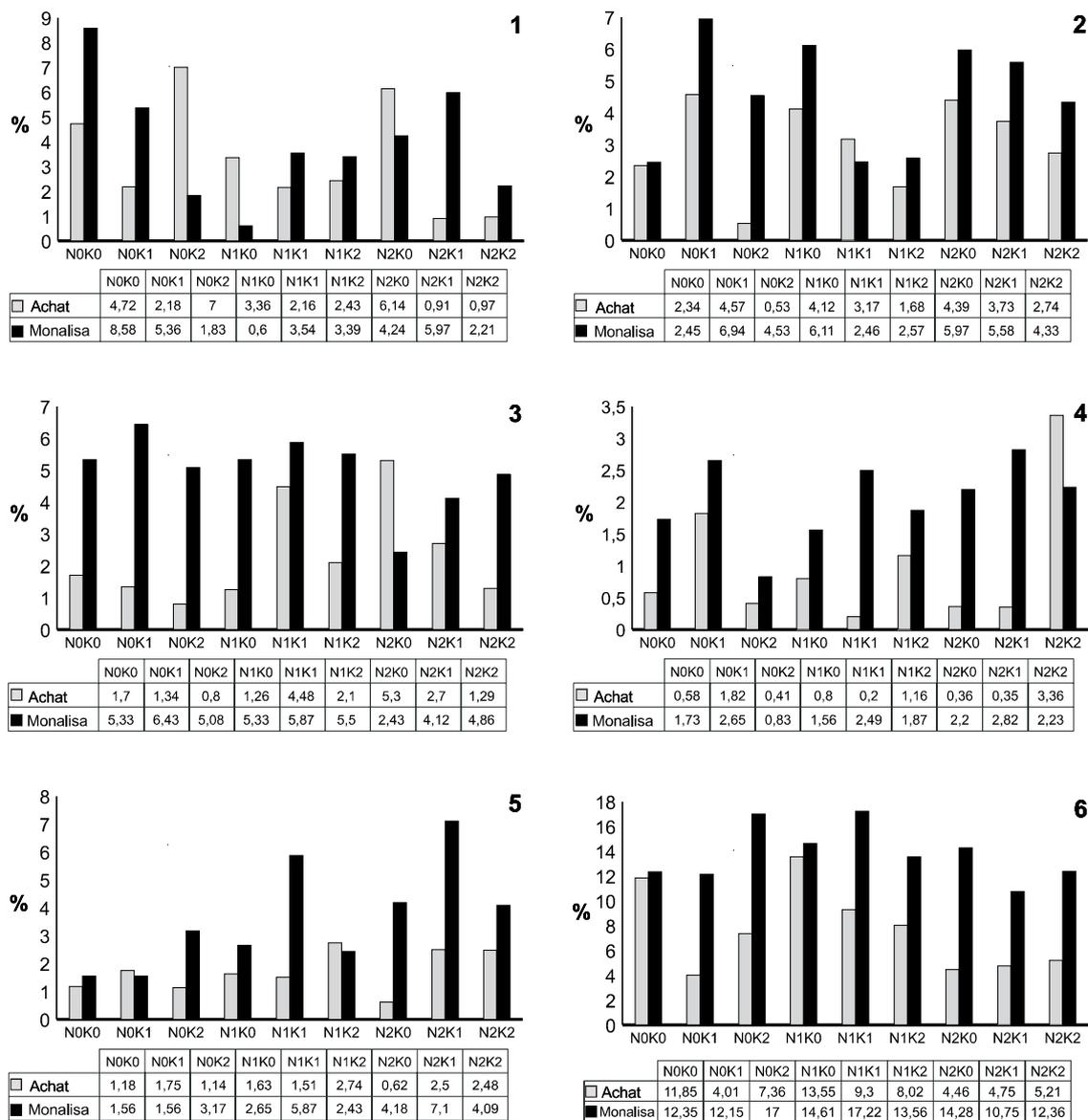
nitrogênio na dosagem maior, N₂ = 150 kg.ha⁻¹, os teores de açúcares solúveis encontravam-se abaixo de 5%, na escala de plotagem de 7%, após uma queda abrupta a 2,43 (Tabela I). Esta situação confirma as observações de FERRI (1979) que, estudando a essencialidade dos nutrientes na nutrição vegetal, concluiu, para o caso de N, que o seu desbalanço predispõe a planta a um verde intenso, reduz a produção de frutos ou sementes e armazena menos carboidratos, açúcar de cana e amido na mandioca ou na batata. Em relação à cv. Monalisa, o acúmulo do composto foi o dobro nesse estágio fenológico, favorecendo assim, na parte inferior da planta (haste e tubérculo) a ocorrência de infestações elevadas (25 a 27%) (Tabela III). Avaliando-se, neste trabalho, o efeito dos diversos tratamentos constatou-se que, em N₂K₀, *A. ipsilon* apresentou maior infestação (58,82%) (Tabela IV).

Comparando-se as concentrações de açúcar solúvel em folha no estágio de abscisão (Tabela I), obteve-se respostas no acúmulo desses teores, principalmente quando o nitrogênio oferecido atingiu 150 kg.ha⁻¹ (N₂) (Fig. 4). Tudo indica uma predisposição demonstrada pela cultivar Monalisa a dosagens elevadas desse nutriente, devido a eventos biológicos (fenologia) que sensibilizam a respostas à aplicação de N. Este fato conduz à comparação com o comportamento apresentado por adultos de *D. speciosa*, na parte superior da planta, cujas larvas migram aos tubérculos em busca do alimento, devido a outros fatores como por exemplo, climáticos que exercem influência na dissociação e disponibilidade dos nutrientes à planta, associados à sensibilidade demonstrada a dosagens elevadas de N.

O acúmulo de açúcar solúvel, na cv. Achat, foi de 0,72 para 1,35%, assim que as dosagens aplicadas de N passaram de 75 para 150 kg.ha⁻¹, enquanto que, no caso do potássio, o aumento foi mais pronunciado nos três níveis de adubação (Tabela II). Por outro lado, na cv. Monalisa, o nitrogênio aplicado teve um efeito sobre o acúmulo de açúcar, passando de 1,97 para 2,41% naquela dosagem; porém, o teor reduziu-se de 2,65 para 1,84 assim que o potássio oferecido atingiu 150 kg.ha⁻¹. As

populações de *D. speciosa* e de *A. ipsilon* mostraram níveis de infestação diferenciados em relação aos tratamentos, principalmente quando o fertilizante potássico foi oferecido às plantas de batata (Tabela III). A ausência de K induziu a altas infestações médias nos três ambientes fisiológicos da planta batata. Na cv. Achat (Tabela III) 25,28% dos adultos de *D. speciosa* foram observados na porção superior da planta; 21,9 na inferior (haste) e 24,53% (larvas) nos tubérculos. Em relação à cv. Monalisa, as infestações ocorreram assim que o potássio igualmente encontrou-se ausente.

Na Tabela II e Fig. 5, observa-se que o potássio interferiu em ambas as cultivares à medida em que as doses dos nutrientes minerais (N e K) subiam de zero para 150 kg.ha⁻¹, fazendo com que os açúcares elevassem seus teores de 1,14 para 2,12 unidades, na cv. Achat e de 2,79 para 3,23%, na cv. Monalisa. Em relação ao efeito do K na atividade enzimática, MALAVOLTA *et al.* (1997) indicam que uma das razões para as altas exigências potássicas das plantas seja a necessidade de concentração elevada no citoplasma para otimizar essa função. No entanto, quando a planta é carente em potássio (FERRI 1979), o transporte dos carboidratos produzidos na folha para outros órgãos não ocorre de modo adequado. Após essas constatações, associando-se a infestação por *A. ipsilon* ao acúmulo de açúcar solúvel na haste de *S. tuberosum*, verificou-se que o nitrogênio e o potássio aplicados exerceram efeitos sobre o comportamento desse lepidóptero. No caso da cv. Achat, em N₂ encontrou-se resposta inibitória contrária à Monalisa, que apresentou 25,48% de prevalência de *A. ipsilon*, para uma infestação máxima de 58,82% (Tabelas III e IV), na presença do tratamento N₂K₀. Esse parâmetro assemelha-se ao registrado no trabalho de POTAFOS (1990) que constatou que a deficiência de potássio resulta, usualmente, no acúmulo de compostos nitrogenados solúveis e açúcares em plantas, fontes de alimento adequado para os insetos fitófagos. Entretanto, o comportamento da cv. Monalisa é explicado pela ausência de respostas em relação à interação N e K, tendo esta um efeito indutivo à *A. ipsilon*.



Figs. 1-6. Teores acumulados de açúcar solúvel (%), em planta de batata, *Solanum tuberosum*, cultivares Achat e Monalisa, aos 75 dias após o plantio e em relação aos níveis de N e K. Pinheiral, RJ (06/07/1996). 1, na planta total; 2, em folha verde; 3, em folhas senescentes; 4, em folha no período de abscisão; 5, em haste; 6, em tubérculo.

No acúmulo de teores de açúcar solúvel em tubérculo (Fig. 6), foi constatado que o nitrogênio propiciou uma redução na concentração de açúcar solúvel e consolidação de amido, especificamente, na cv. Achat. Esse efeito, na cv. Monalisa, provavelmente, deveu-se à aplicação de doses maiores de N que também inibem a consolidação de amido no tubérculo; na cultivar Monalisa, o efeito foi mais pronunciado, quando o intervalo de concentração do composto atingiu 5% acima do encontrado na cv. Achat (Fig. 6). No entanto, avaliando-se o potássio em ambas as cultivares, verifica-se que a elevação na dosagem influenciou a retomada no fluxo de armazenagem do açúcar solúvel, sendo mais destacada na Monalisa (Tabela II).

Nos tubérculos da cv. Achat (Tabela III), a categorização

do padrão de infestação pela larva-alfinete em relação às dosagens crescentes de N + K demonstra, no caso do nitrogênio, ter ocorrido uma evidente redução de 21,38% para zero, não se constatando influência do potássio sobre essa praga nesse estágio de desenvolvimento. Também se observou que, ao se elevar as dosagens de K nas interações com N (75 kg.ha⁻¹), ocorreu um efeito inibitório ao acúmulo de açúcares, em ambas as cultivares, destacando-se na cv. Achat. Avaliando essa mesma cultivar, FREIRE *et al.* (1981) constataram que o excesso de nitrogênio diminui o teor de amido no tubérculo. Em relação a isso, verificou-se na cv. Monalisa dois tipos importantes de concentração: em N₀K₂ (com 17%) e N₁K₁ (17,22%). Analisando-se, entretanto, este efeito na cv. Achat,

Tabela IV. Percentagem de infestação de *Diabrotica speciosa* e de *Agrotis ipsilon*, em plantas de batata, *Solanum tuberosum*, cultivares Achat e Monalisa, na parte superior, inferior e tubérculo e em relação às interações de N e K, em Pinheiral, RJ, 1996.

Tratamento	Cultivar Achat						Total/ cultivar/ tratamento	Monalisa						Total/ cultivar/ tratamento	Total geral
	<i>D. speciosa</i>				<i>A. ipsilon</i>			<i>D. speciosa</i>				<i>A. ipsilon</i>			
	Superior		Tubérculos		Inferior			Superior		Tubérculos		Inferior			
	N	%	N	%	N	%		N	%	N	%	N	%		
N ₀ K ₀	16	55,17	21	30	24	45,30	61	0	0	0	0	0	0	0	61
N ₀ K ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N ₀ K ₂	0	0	21	30	10	18,86	31	12	18,18	0	0	4	5,40	16	47
N ₁ K ₀	6	20,69	21	30	15	28,30	42	5	7,57	2	11,76	6	8,11	13	55
N ₁ K ₁	0	0	0	0	0	0	0	1	1,51	1	5,89	0	0	2	2
N ₁ K ₂	7	24,14	3	4,29	4	7,54	14	4	6,06	1	5,89	4	5,40	9	23
N ₂ K ₀	0	0	4	5,71	0	0	4	29	43,94	10	58,82	31	41,89	70	74
N ₂ K ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5,40	4	4
N ₂ K ₂	0	0	0	0	0	0	0	15	22,73	3	17,64	25	33,80	43	43
Σ	29	100	70	100	53	100	152	66	100	17	100	74	100	157	309

N = Número de exemplares de *D. speciosa* e *A. ipsilon* amostrados na planta.

observa-se que os níveis N₀K₀ e N₁K₀ acumularam, respectivamente, 11,85 e 13,55% (Tabela I). O efeito do nitrogênio é mais pronunciado na cv. Monalisa, dado o intervalo de concentração do composto no tubérculo ter atingido parâmetro médio de 5%, maior que o encontrado na cv. Achat.

Quanto à cv. Monalisa, nota-se que as respostas foram inversas, tanto em relação ao nitrogênio quanto ao potássio. Assim que o nitrogênio subiu de zero para 75 kg.ha⁻¹, o acúmulo dos açúcares solúveis igualmente aumentou. Isto, de 13,83 para 15,13%, enquanto em dose maior (150kg.ha⁻¹), nota-se uma velocidade inversa no acúmulo desse composto, reduzindo-se a 12,46% (Tabela II). Ressalte-se, em relação ao potássio, a mesma tendência (assim que a dosagem oferecida passou de zero para 75 kg.ha⁻¹), principalmente no caso da cv. Achat, onde o teor reduziu de 9,95 para 6,02%, enquanto na cv. Monalisa verificou-se ligeira redução de 13,74 para 13,37 (Tabela II). Dessa forma, por exercer influência na transformação de carboidratos na planta percebe-se, em ambas as cultivares, que ao se aplicar dose maior de K, houve uma retomada no fluxo de armazenagem de açúcar solúvel, sendo mais elevado o teor na cv. Monalisa.

Observa-se, através dos níveis de N e K isolados e teores de açúcar solúvel, que os tubérculos avaliados da cv. Monalisa apresentaram um padrão de infestação de 27,03% por larvas de *D. speciosa* comprovando, neste trabalho, o domínio e eficiência do potássio (K₁) a 75 kg de K₂O/ha⁻¹, no seu controle. Por esta razão, a planta pode ter sido possivelmente influenciada pelo potássio, exibindo comportamento metabólico de defesa, não atendendo, portanto, às exigências das larvas de *D. speciosa*, talvez devido ao estado ótimo de proteossíntese somente nesta dosagem. Tais resultados confirmam as constatações de KIRKHAM (1954) de que a aplicação de doses maiores de K induzem ou aumentam a

resistência a insetos. Segundo TROLLENIER & ZEHLER (1977), as relações entre nutrição das plantas e doenças do arroz são verificadas por meio de concentrações elevadas de açúcares e aminoácidos, quando em carência de potássio. Contudo, DUFRENOY (1936), analisando a resistência das plantas às doenças parasitárias, concluiu que nas células o que varia são as concentrações de determinadas substâncias (açúcares e amidos) decorrentes de desequilíbrios na fertilização, tanto dos macronutrientes, como os “clássicos N, P, K” ou dos oligo-elementos.

Os resultados da análise da variância mostraram que os valores de F distribuíram-se significativamente a P < 0,05 e 0,10. As diferenças entre as médias para planta total situaram-se em 0,0271 < P < 0,05 na interação antagonica entre os tratamentos 1 e 9, N₀K₀ e N₂K₂ e 0,0324, para o contraste N₂K₀ e N₂K₂, encontrando-se média ± EP = 1,90 ± 1,29% para N₀K₀ e 1,72 ± 1,11% para N₂K₀ (Tabela V). Este resultado mostra que o comportamento metabólico de *S. tuberosum* está limitado pelo teor de açúcar solúvel, quanto aos ataques das pragas. Ao nível de P < 0,10, os demais órgãos da planta mostraram comportamento diferenciado, pois registraram os maiores teores no tubérculo em ambas as cultivares (média ± EP = 5,63 ± 3,45%) avaliadas por meio da variância na interação dos tratamentos N₁K₀ e N₂K₂. Pode-se, então, afirmar que os dados obtidos no campo foram significativos, indicando o efeito da cultivar Monalisa e dos níveis tróficos (N + K) no incremento dos teores de açúcar solúvel que, no solo do talhão trabalhado, induziram à infestação pela larva-alfinete na cv. Monalisa. As plantas têm uma série de substâncias químicas peculiares que podem ter efeitos profundos ou sutis nos animais que as ingerem (EDWARDS & WRATTEN 1981). Os açúcares são, segundo esses mesmos autores, os nutrientes presentes em toda parte e, de acordo com sua concentração, exercem efeitos na escolha pelo local de ataque na planta e sobre a taxa de

Tabela V. (A) Interações tróficas de N e K, médias (\pm EP), **(B)** valor “F”, coeficiente de variação e níveis de significância de teores acumulados de açúcar solúvel em planta total (Pt), folha verde (Fv), folha senescente (Fs), folha em abscisão (Fa), haste e tubérculo (Tub.) de batata, *Solanum tuberosum*, cultivares Achat e Monalisa, em Pinheiral, RJ, 1996.

(A)						
Variáveis fenológicas e interações tróficas ¹						
Pt	Fv	Fs	Fa	Haste	Tub.	Médias \pm Erro padrão ² (%)
				(1-5)		0,39 \pm 0,25 e 1,89 \pm 1,05
(1-9)						1,90 \pm 1,29 e 0,39 \pm 0,30
			(2-3)			0,74 \pm 0,48 e 0,84 \pm 0,77
(2-9)						1,25 \pm 0,89 e 0,39 \pm 0,32
			(3-8)			0,17 \pm 0,12 e 0,45 \pm 0,39
(3-9)						1,26 \pm 0,99 e 0,39 \pm 0,30
			(3-9)			1,26 \pm 0,99 e 0,39 \pm 0,30
					(4-5)	5,63 \pm 3,45 e 1,32 \pm 1,57
	(4-6)					2,06 \pm 1,29 e 0,42 \pm 0,47
(4-9)						0,79 \pm 0,65 e 0,39 \pm 0,36
	(4-9)					2,04 \pm 1,29 e 0,88 \pm 0,75
					(4-9)	5,63 \pm 3,45 e 2,19 \pm 2,01
(7-9)						1,72 \pm 1,11 e 0,39 \pm 0,33
(8-9)						0,98 \pm 0,84 e 0,39 \pm 0,30
Médias						1,87 0,86

¹ Interações: N₀K₀ (1); N₀K₁ (2); N₀K₂ (3); N₁K₀ (4); N₁K₁ (5); N₁K₂ (6); N₂K₀ (7); N₂K₁ (8); N₂K₂ (9).

² Médias \pm Erro padrão da média dos teores de açúcar solúvel determinados no Laboratório do CIMV/UFRuralRJ, empregados na avaliação de *D. speciosa* e *A. ipsilon*. Dados originais; para análise estatística foram transformados; $\sqrt{\text{var} \text{íavel} + 2}$.

(B)												
Valor de “F”						CV (%)	Probabilidades das variáveis homogêneas ³					
Pt	Fv	Fs	Fa	Haste	Tub.		Pt	Fv	Fs	Fa	Haste	Tub.
				4,09		18,3				0,05		
4,96						29,3	0,03					
			4,36			21,3		0,05				
3,80						18,3	0,05					
			3,23			21,3			0,09			
3,79						29,3	0,05					
			3,45			21,3			0,06			
					3,29	52,1						0,09
	3,44					29,5		0,10				
3,16						29,3	0,09					
	2,99					29,5		0,10				
					3,01	52,1						0,10
4,76						29,3	0,03					
3,21						29,5	0,07					

³ Probabilidade ao nível do Teste “F”(P \leq 0,05; e P \leq 0,10).

alimentação dos insetos.

Finalmente, após avaliadas as interações entre as doses de N e K e respectivos teores de açúcar solúvel no processo indutivo/inibitório de *S. tuberosum* a *D. speciosa* e *A. ipsilon*, observou-se que as respostas à aplicação de N-uréia e cloreto de potássio foram diferentemente constatadas nos órgãos das plantas e nas cultivares Achat e Monalisa. As

concentrações em planta inteira foram destacadas nos tratamentos N₀K₂ e N₂K₀ na cv. Achat, com média de 4,63%, assim que o nitrogênio subiu de 75 para 150 kg.ha⁻¹(Tabela I). Entretanto, o potássio não influenciou no acúmulo do composto açúcar solúvel. Por outro lado, nessa mesma cultivar, a inibição de *D. speciosa* e *A. ipsilon* ocorreu em ramos, hastes e tubérculos, assim que a dose de N passou de zero para 150

kg.ha⁻¹, mostrando a especificidade metabólica da cv. Achat.

No entanto, na cv. Monalisa, os efeitos dos nutrientes foram verificados de forma antagônica, devido à duas situações metabólicas da cultivar: a) o nitrogênio induziu a um sensível acréscimo da população de *D. speciosa* e *A. ipsilon*, 6,06 para 22,22 e 1,80 para 27,33%, respectivamente, no estrato superior e tubérculo, e b) o potássio em excesso de dosagem (150 kg.ha⁻¹) foi eficiente na redução da população de *A. ipsilon*, especificamente na inferior da parte aérea (haste) (23,52 para 7,84%), reduzindo o seccionamento de haste da batata (Tabela III). Nos tubérculos, a categorização da infestação da larva-alfinete, na cv. Achat em relação às dosagens de N, mostrou uma evidente redução de 21,4% para zero, enquanto o potássio não influenciou sobre a praga.

Pelos resultados pode-se concluir que o acúmulo de teores de açúcar solúvel foi influenciado pelo efeito dos tratamentos. Na cultivar Achat os teores foram reduzidos, provavelmente sensibilizada pela elevação nas dosagens da adubação potássica, diferindo da cv. Monalisa, cuja influência verificada foi pela dosagem de nitrogênio.

Em função do reduzido número de informações sobre a relação entre níveis tróficos, açúcar solúvel e presença-ausência de pragas na planta batata, os resultados obtidos nesse trabalho corroboram com parâmetros em outras pesquisas na área de Manejo Ecológico de Pragas (MEP) e Manejo Integrado de Cultivos (MIC), na diagnose, monitoramento e controle de organismos fitófagos a campo, avaliados em associação com as dosagens de N-uréia e KCl.

REFERÊNCIAS

- AZEREDO, E. H. 1998. **Bioecologia e influência de nutrientes N e K, sobre "insetos-pragas", doenças e fenologia, no agossistema batatinha (*Solanum tuberosum* L.), no município de Pinheiral, RJ.** Tese de Doutorado. Seropédica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 313 p.
- CHABOUSSOU, F. 1969. **Recherches sur les fact de pululation des acariens phytophages de la vigne à la suit des traitements pesticides du fenillage.** Thèse. Paris, Faculté de Sciences, 238 p.
- CHABOUSSOU, F. 1972. La trophobiose et la protection de la plante. **Revue des Question Scientifiques** 143(1): 27-47.
- DUFRENOY, J. 1936. Le traitement du sol, desinfection, amendement, femure, en vue de combattre chez les plantes agricoles de grande culture les affections parasitaires et les maladies de carence. **Annales Agronomic Suisse** 12: 680-728.
- EDWARDS, P. J. & S. D. WRATTEN. 1981. **Ecologia das Interações entre Insetos e Plantas.** São Paulo, Universidade de São Paulo, 71 p.
- FERRI, M. B. 1979. **Fisiologia Vegetal.** São Paulo, Universidade de São Paulo, 350 p.
- FILGUEIRA, F. A. R. 1987. Cultivares de batatinha para Goiás. **Circular Técnica DID/ENGOPA** n.11, 21 p.
- FREIRE, F. M.; C. A. MARTINS FILHO & P. M. MONNERAT. 1981. Nutrição Mineral e Adubação da batata. **Informe Agropecuário** 7(76): 24-30.
- GLIESSMAN, S. R. 2001. **Agroecologia - Processos Ecológicos em Agricultura Sustentável.** Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 653 p.
- GODOY, R. C. B. 2001. A oferta de batata no Brasil. **Associação Brasileira de Batata** 1(3): 34-35.
- KIRKHAM, D. S. 1954. The significance of polyphenolic metabolites of apple and pear in the host relations of *Venturia inaequalis* e *Venturia pirina*. **Journal of Genetic Microbiology** 17: 491.
- KOCH, K. & K. MENGEL. 1972. Effect of potassium nutrition on the content an the spectrum of soluble amino - compounds in red clover. **Zeitschrift Pflanzkrankheiten** 131(2): 148-154.
- LOPES, C. A. & J. A. BUSO. 1997. Cultivo de Batata (*Solanum tuberosum* L.). **Instrução Técnica EMBRAPA/CNPQ** 8: 1-8.
- LIMA, A. F. & F. RACCA FILHO. 1996. **Manual de Pragas e Praguicidas: Receituário Agrônomo.** Rio de Janeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 818 p.
- MALAVOLTA, E.; G. C. VITTI & S. A. OLIVEIRA. 1997. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas: Princípios e Aplicações.** Piracicaba, POTAFOS, 319 p.
- MILANEZ, J. M. & J. R. P. PARRA. 2000. Biologia e Exigências Térmicas de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) em Laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** 29(1): 23-29.
- NAKANO, O.; S. S. NETO & R. A. ZUCCHI. 1981. **Entomologia Econômica.** São Paulo, Ed. Ceres, 31 p.
- PANIZZI, A. R. & J. R. P. PARRA. 1991. **Ecologia Nutricional de Insetos e suas Implicações no Manejo de Pragas.** São Paulo, Manole, 359 p.
- POTAFOS. 1990. **Potássio: Necessidade e Uso na Agricultura Moderna.** Piracicaba, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 45 p.
- SIEBENECHLER, S. C.; R. SANT'ANNA; C. A. MARTINEZ; P. R. MOSQUIM.; J. CAMBRAIA & J. M. CHAGAS. 2000. Efeitos da baixa temperatura no crescimento e nos teores de açúcares solúveis e de prolina em dois cultivares de feijão. **Revista Ceres** 47(273): 495-509.
- SOUZA, J. C. & P. R. REIS. 1999. **Pragas da batata em Minas Gerais.** Boletim Técnico, EPAMIG n.5, 21 p.
- TROLLENIER, G. & E. ZEHLER. 1977. **Relations entre la Nutrition des Plantes et les Maladies du Riz.** France, Coll. Inst. Potasse, 435 p.
- YEMM, E. W. & A. J. WILLIS. 1954. The estimation of carbohydrates in plants extracts by Antrone. **Biochemistry** 57: 508-514.