

**INFLUÊNCIA DO SILÍCIO E ACIBENZOLAR-S-
METHYL NA INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA À
MOSCA-BRANCA *Bemisia tabaci* BIÓTIPO B
(GENN.) E NO DESENVOLVIMENTO DO
FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.)**

MARÍLIA LARA PEIXOTO

2010

MARÍLIA LARA PEIXOTO

**INFLUÊNCIA DO SILÍCIO E ACIBENZOLAR-S-METHYL NA
INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA À MOSCA-BRANCA *Bemisia tabaci*
BIÓTIPO B (GENN.) E NO DESENVOLVIMENTO DO
FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Entomologia, área de concentração em Entomologia Agrícola, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador
Prof. Dr. Jair Campos Moraes

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2010

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Peixoto, Marília Lara.

Influência do silício e acibenzolar-S-methyl na indução de resistência à mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Genn.) e no desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) / Marília Lara Peixoto. – Lavras : UFLA, 2010.

35 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2010.

Orientador: Jair Campos Moraes.

Bibliografia.

1. Resistência induzida. 2. MIP. 3. Ácido silícico. 4. Insecta. 5. Aleyrodidae. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 595.752

MARÍLIA LARA PEIXOTO

**INFLUÊNCIA DO SILÍCIO E ACIBENZOLAR-S-METHYL NA
INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA À MOSCA-BRANCA *Bemisia tabaci*
BIÓTIPO B (GENN.) E NO DESENVOLVIMENTO DO
FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Entomologia, área de concentração em Entomologia Agrícola, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 22 de fevereiro de 2010

Prof. Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira

UFLA

Dr. Rogério Antônio Silva

EPAMIG

Prof. Dr. Jair Campos Moraes
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

Aos meus pais, Rinaldo e Maria Alice, pelo amor incondicional, paciência, apoio e dedicação de cada dia.

Aos meus irmãos, Mariana e Naldinho, pelo amor, carinho e incentivo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, sempre fonte de inspiração, luz e serenidade.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Entomologia, pela oportunidade de realização do mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro.

Ao professor Dr. Jair Campos Moraes, pela orientação, ensinamentos, dedicação, oportunidade e confiança.

Ao professor Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira e ao pesquisador Dr. Rogério Antônio da Silva, pela participação na banca examinadora.

A Alex, Natália e Roberta, pela ajuda preciosa na condução dos experimentos.

Aos meus colegas do mestrado, pelo convívio e amizade.

Aos funcionários e amigos do Departamento de Entomologia, em especial, Dona Irene, Eliana (Léia) e Rute, pelo apoio e carinho.

À Vânia, Paula e Virgínia, pelo convívio, paciência e laços de amizade que criamos.

Ao amigo Lucas Torres, pela ajuda e conselhos para os experimentos.

Às amigas Franscinely, Katiúcia, Flavinha, Camila e Aline, pela força e pelos conselhos.

Aos meus pais, Rinaldo e Maria Alice e meus irmãos Naldinho e Mariana, pelo amor, apoio e dedicação.

A todos os meus familiares, que participaram, direta ou indiretamente, desta grande conquista.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	i
GENERAL ABSTRACT	ii
CAPÍTULO 1 - Influência do silício e acibenzolar-s-methyl na indução de resistência à mosca-branca <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B (Genn.) e no desenvolvimento do feijoeiro (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	1
1 Introdução Geral	2
2 Referências Bibliográficas.....	5
CAPÍTULO 2 - Efeito do silício na preferência para oviposição de <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) em plantas de feijão.....	8
1 Resumo	9
2 Abstract	10
3 Introdução	11
4 Material e Métodos	13
5 Resultados e Discussão	16
6 Conclusões.....	19
7 Referências Bibliográficas	20
CAPÍTULO 3 - Silício e acibenzolar-s-methyl na indução de resistência à mosca-branca <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B (Genn.) e no desenvolvimento do feijoeiro (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	22
1 Resumo	23
2 Abstract	24
3 Introdução	25
4 Material e Métodos	27

5 Resultados e Discussão	29
6 Conclusões	32
7 Referências Bibliográficas	33

RESUMO GERAL

PEIXOTO, Marília Lara. **Influência do silício e acibenzolar-s-methyl na indução de resistência à mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Genn.) e no desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.).** 2010. 35p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.*

Além do clima, os insetos-praga constituem importante fator de perda de produção da cultura do feijoeiro. A mosca-branca *Bemisia tabaci* (Genn.) é uma das principais espécies e o seu biótipo B vem se tornando mais importante a cada safra. Na busca de outras medidas de controle, a indução de resistência a insetos tem sido bastante estudada. O silício e o acibenzolar-s-methyl (ASM) são citados como exemplos de indutores de resistência a insetos. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a indução de resistência à mosca-branca *B. tabaci* biótipo B, em plantas de feijoeiro por meio da aplicação de silício e ASM. Foram realizados testes com e sem chance de escolha para oviposição em duas cultivares de feijoeiro (Carioca e Valente) e com e sem a aplicação de silício. No segundo experimento, foi realizado teste com chance de escolha, na cultivar Carioca, tratada com silício, ASM e testemunha. Para o primeiro experimento, no teste com chance de escolha, a aplicação de silício causou não-preferência para oviposição, reduzindo o número de ovos e de ninfas de *B. tabaci*; no teste sem chance de escolha, a aplicação de silício não afetou a oviposição da mosca-branca e também o desenvolvimento das ninfas. No segundo experimento, não foi observada redução na preferência para oviposição. Entretanto, houve redução no desenvolvimento das ninfas, principalmente pela aplicação do ASM. Para o peso seco e o diâmetro do caule, não foram observadas diferenças significativas entre as plantas tratadas e as não tratadas.

* Orientador: Jair Campos Moraes – UFLA

GENERAL ABSTRACT

PEIXOTO, Marília Lara. **Influence of silicon and acibenzolar-s-methyl to induce resistance to whitefly *Bemisia tabaci* biotype B (Genn.) and development of bean plant (*Phaseolus vulgaris* L.).** 2010. 35p. Dissertation (Master's in Agronomy/Entomology) – Federal University of Lavras, Lavras.*

Besides the climate, the insect-pest is an important factor for production loss in the bean plant culture. The whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.) is one of the main species, and its biotype B is becoming more important at each harvest. In the search for other control measures, the resistance induction to insects has been well studied. Silicon and acibenzolar-s-methyl (ASM) are mentioned as examples of resistance inducers to insects. In this work, the objective was to evaluate the resistance induction to *B. tabaci* biotype B whitefly in bean plants through silicon and ASM application. Tests were conducted with and without choice of chance to oviposit on two bean plant cultivars (Carioca and Valente) and with and without silicon application. In the second experiment a test was conducted with choice of chance, in cultivar Carioca, treated with silicon, ASM and control. For the first experiment, in the test with choice of chance, the silicon application caused no preference for oviposition, reducing the number of eggs and nymphs of *B. tabaci*; in the non-choice test, the silicon application did not affect the oviposition of the whitefly and also the nymph development. In the second experiment, reduction was not observed in the preference for oviposition. However, there was reduction of the nymph development, mainly by the application of ASM. For the dry weight and the stem diameter, significant differences were not observed between the treated and non-treated plants.

Adviser: Jair Campos Moraes - UFLA

CAPÍTULO 1

**Influência do silício e acibenzolar-s-methyl na indução de resistência
à mosca- branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Genn.) e no
desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**

1 INTRODUÇÃO GERAL

Phaseolus é um dos mais importantes gêneros, economicamente, dentro da família botânica *Fabaceae* (Leguminosae). As espécies de *Phaseolus* são culturas dominantes em regiões de média e baixa altitude das Américas, encontradas em até 3.000 metros de altitude (Broughton et al., 2003). O feijoeiro comum *Phaseolus vulgaris* L. é a espécie mais cultivada, constituindo uma das mais importantes fontes proteicas na dieta alimentar de grande parcela da população mundial (Antunes et al., 1995).

O Brasil é o maior produtor da espécie *P. vulgaris*, respondendo por 18,2% da produção mundial. Os principais estados produtores são Paraná, Minas Gerais, Bahia, São Paulo e Goiás. No ano de 2008, a produção brasileira do grão foi de 1.390,3 mil toneladas, cerca de 12% maior que no ano anterior. Estima-se um aumento na produção entre 10% e 15% para o ano de 2009 (Agrianual, 2009).

Diferentes fatores contribuem para a diminuição da produção dessa leguminosa e, entre eles, os diferentes insetos-praga que ocorrem durante todo o ciclo da cultura. A mosca-branca *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) é uma das principais pragas do feijoeiro, principalmente devido à injeção de toxinas e à transmissão de vírus, como o mosaico-anão e o mosaico-dourado do feijoeiro (Lourenção & Nagai, 1994).

O biótipo B de *B. tabaci* foi introduzido no Brasil no início dos anos 1990, possivelmente pela importação de material vegetal. Lourenção (1997) relatou sua presença no estado de São Paulo em 1992. Também foi verificada a presença desse inseto no ano de 1993, em Pernambuco (Haji et al., 1996) e no Distrito Federal (França et al., 1996).

O sucesso da dispersão do biótipo B deve-se à sua habilidade de se adaptar a novas plantas hospedeiras e a condições climáticas diversas (Villas-

Bôas et al., 1997), à sua capacidade de desenvolver resistência a inseticidas (Palumbo et al., 2001) e de ter maior taxa de oviposição que outros biótipos de mosca-branca (Lourenção et al., 2001).

O controle de *B. tabaci* é realizado, comumente, por meio da aplicação de produtos químicos. No entanto, o uso intensivo desses inseticidas pode provocar o ressurgimento da praga alvo, bem como o aparecimento de novas pragas (Pratissoli, 2002).

Outro método de controle, dentro do manejo integrado de pragas, é a resistência de plantas. A resistência induzida é uma alternativa de controle de fácil manejo e baixo custo, a qual consiste no aumento do nível de resistência da planta por meio da utilização de agentes externos (indutores), sem qualquer alteração do genoma da planta. A resistência induzida representa uma alternativa promissora para a utilização de genótipos suscetíveis, mas que possuem características agrônômicas desejáveis (Stadnik, 2000).

Um composto é considerado indutor ou elicitor de resistência quando provoca alguma resposta de defesa da planta, desde alterações celulares, fisiológicas e morfológicas até modificações, como a ativação da transcrição dos genes que codificam as respostas de defesa (Dixon et al., 1994).

Vários estudos têm apontado o silício e o acibenzolar-s-methyl como exemplos de indutores de resistência. Para o crescimento e o desenvolvimento das plantas, o silício tem demonstrado efeito benéfico sobre o aumento de produção de diversas culturas. O silício pode atuar na constituição de barreira física e/ou química, de maneira a impedir o desenvolvimento de pragas, resultando na ativação mais rápida e extensiva dos mecanismos de defesa, pré e pós-formados, da planta (Epstein, 1999; Massey et al., 2007; Gomes et al., 2008, 2009). Como função estrutural, proporciona mudanças anatômicas nos tecidos, como células epidérmicas com a parede celular mais espessa, devido à deposição de sílica nas mesmas (Blaich & Grundhöfer, 1998), favorecendo a melhor

arquitetura das plantas, além de aumentar a capacidade fotossintética e resistência às doenças (Bélanger & Menzies, 2003).

O éster 2-metil benzo-(1,2,3)-tiadiazole-7-carbotioico, de nome químico acibenzolar-s-methyl (ASM), é um composto de natureza sintética que pode levar à ativação de genes que codificam a resistência de plantas (Kessmann et al., 1994). O ASM está sendo comercializado na Europa com o nome comercial de Bion[®] e, nos Estados Unidos, como Actigard[®]. No Brasil, o composto ASM vem sendo vendido com o nome comercial de Bion[®] 500 WG, na forma de um granulado dispersível em água, contendo 50% do ingrediente ativo.

Em razão do potencial do silício e do acibenzolar-s-methyl como indutores de resistência em plantas, objetivou-se avaliar, neste trabalho, a influência da aplicação desses dois produtos na indução de resistência à mosca-branca *B. tabaci* e no desenvolvimento do feijoeiro.

2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL. **Anuário de agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Agroinformáticos, 2009. 502 p.
- ANTUNES, P. L.; BILHALVA, A. B.; ELIAS, M. C. S.; GERMANO, J. D. Valor nutricional de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.), cultivares Rico 23, Carioca, Piratã-1 e Rosinha-G2. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 1, n. 1, p. 12-18, jan./abr. 1995.
- BÉLANGER, R. R.; MENZIES, J. G. Use of silicon to control diseases in vegetable crops. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 36., 2003, Uberlândia. **Resumos...** Uberlândia: UFU, 2003. p. 42.
- BLAICH, R.; GRUNDHÖFER, H. Silicate incrusts induced by powdery mildew in cell walls of different plant species. **Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz**, Berlin, v. 105, n. 2, p. 114-120, 1998.
- BROUGHTON, W. J.; HERNÁNDEZ, G.; BLAIR, M.; BEEBE, S.; GEPTS, P.; VANDERLEYDEN, J. Beans (*Phaseolus spp.*): model food legumes. **Plant and Soil**, Netherlands, v. 252, n. 1, p. 55-128, May 2003.
- DIXON, R. A.; HARRISON, M. J.; LAMB, C. J. Early events in the activation of plant defense responses. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 32, p. 479-501, Dec. 1994.
- EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v. 50, p. 641-664, Dec. 1999.
- FRANÇA, F. H.; VILLAS-BÔAS, G. L.; CASTELO BRANCO, M. Ocorrência de *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring (Homoptera: Aleyrodidae) no Distrito Federal. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 369-372, 1996.
- GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; NERI, D. K. P. Adubação com silício como fator de resistência a insetos-praga e promotor de produtividade em cultura de batata inglesa em sistema orgânico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 18-23, jan./fev. 2009.

GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; SANTOS, C. D. dos; ANTUNES, C. S. Uso de silício como indutor de resistência em batata a *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 37, n. 5, p. 185-190, ago. 2008.

HAJI, F. N. P.; LIMA, M. F.; ALENCAR, J. A. de; PREZOTTI, L. Mosca-branca: nova praga na região do submédio São Francisco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 88-89, 1996.

KESSMANN, H. T.; STAUB, C.; HOFFMANN, T.; MAETZKE, J.; HERZOG, E.; WARD, S. Induction of systemic acquired disease resistance in plants by chemicals. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 32, p. 439-459, Dec. 1994.

LOURENÇÃO, A. L. Histórico e danos de *Bemisia argentifolli* no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., 1997, Salvador. **Resumos...** Salvador: UFBA, 1997. p. 8-9.

LOURENÇÃO, A. L.; MIRANDA, M. A. C.; ALVES, S. B. Ocorrência epizootica de *Verticillium lecanii* em *Bemisia tabaci* Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) no Estado do Maranhão. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 183-185, fev. 2001.

LOURENÇÃO, A. L.; NAGAI, H. Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 53, n. 1, p. 53-59, jan./abr. 1994.

MASSEY, F. P.; ENNOS, A. R.; HARTLEY, S. E. Herbivore specific induction of silica-based plant defences. **Oecologia**, Berlin, v. 152, n. 2, p. 677-683, May/Aug. 2007.

PALUMBO, J. C.; HOROWITZ, R.; PRABHAKER, N. Overview of insecticidal control and resistance management for *Bemisia tabaci*. **Crop Protection**, Oxford, v. 20, n. 9, p. 739-765, Nov. 2001.

PRATISSOLI, D. Manejo de pragas em hortaliças com ênfase em controle biológico. In: _____. **Memórias Sociedad Colombiana de Entomologia**. Monteiro: SOCOLEN, 2002. p. 5-10.

STADNIK, M. Indução de resistência a oídios. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 23., 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: GPF, 2000. p. 176-181.

VILLAS-BÔAS, G. L.; FRANÇA, F.; ÁVILA, A. C. de; BEZERRA, I. C.
Manejo integrado da mosca-branca *Bemisia argentifolii*. Brasília:
EMBRAPA-CNPQ, 1997. 11 p. (Circular Técnica, 9).

CAPÍTULO 2

**Efeito do silício na preferência para oviposição de *Bemisia tabaci*
biótipo B (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) em plantas de feijão**

1 RESUMO

O biótipo B de *Bemisia tabaci* destaca-se entre as pragas principais do feijoeiro por ser vetor do mosaico-dourado do feijoeiro, podendo causar diminuição da produção e da qualidade dos grãos. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a indução de resistência, por mecanismos de não-preferência, à mosca-branca pela aplicação de silício em feijoeiro. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 4 tratamentos, em esquema fatorial 2 (cultivares Carioca e Valente) x 2 (com e sem aplicação de silício) e 6 repetições. Foram semeadas seis sementes de feijão de cada cultivar, em vasos com capacidade de 5 kg de solo, deixando-se duas ou três plantas/vaso após o desbaste, de acordo com o teste a ser realizado. Dez dias após a emergência das plântulas, foram aplicados 500 ml de solução de ácido silícico a 1% no solo, na dosagem equivalente a 2 t SiO₂/ha. Dez dias após a aplicação do silício, as plantas foram infestadas com adultos não sexados de mosca-branca em sala climatizada, sendo 100 moscas-brancas/vaso, tendo chance de escolha entre os tratamentos. Para o teste sem chance de escolha, o mesmo procedimento foi utilizado em casa de vegetação, com cada vaso coberto por gaiolas de tecido organza. Anteriormente à infestação, uma planta de cada vaso foi retirada, seca em estufa até peso constante e levada ao Departamento de Ciência dos Alimentos para avaliação do teor de fenóis. Após 48 horas de infestação, os adultos liberados foram removidos das plantas para avaliação do número de ovos. Para isso, foi escolhida uma folha de uma planta/vaso, selecionando-se a terceira folha apical inteiramente desenvolvida. No laboratório, com o auxílio de microscópio estereoscópico, foi contado o número de ovos na face abaxial. Após quinze dias, foi avaliado o número de ninfas de 3º e/ou 4º instar. Os dados foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$), sendo os de contagem transformados em $\sqrt{X+0,5}$ antes da análise. As médias foram comparadas diretamente no quadro de análise de variância. Foi observado menor número de ovos e menor número de ninfas nas plantas tratadas com silício, no teste com chance de escolha. Este resultado demonstrou que a aplicação de silício induziu mecanismos de não-preferência para a oviposição de *B. tabaci* biótipo B em feijoeiro, quando foi possível a escolha da planta hospedeira. No teste sem chance de escolha, a aplicação de silício não afetou a oviposição da mosca-branca e o desenvolvimento das ninfas, bem como o teor de fenóis.

2 ABSTRACT

The biotope B of *Bemisia tabaci* stands out among the main pests of the bean plant for being the vector of the bean golden mosaic, causing a decrease in the production and the grain quality. This work had as an objective, to evaluate the resistance induction, by no-preference mechanisms, to the white fly by silicon application in bean plant. The experimental design was completely random with 4 treatments, in a 2 (cultivar Carioca and Brave) x 2 (with and without silicon application) factorial outline and 6 repetitions. Six bean seeds of each cultivar were sown in vases with 5 kg soil capacity, leaving two or three plants/vase after the thinning according to the test the being conducted. Ten days after the emergence of the seedlings, 500 ml of 1% silicic acid solution was applied in the soil, at a dosage equivalent to 2 t SiO₂/ha. Ten days after the silicon application, the plants were infested with non-sexed whitefly adults in an acclimatized room, having 100 whiteflies/vase, having choice of chance among treatments. For the non-choice test, the same procedure was used in a greenhouse, with each vase covered by cages of organza cloth. Previously to the infestation, a plant of each vase was removed, oven-dried to constant weight and taken to the Food Science Department for evaluation of the phenol levels. After 48 hours of infestation, the liberated adults were removed from the plants for evaluation of the number of eggs. For that, a leaf of a plant/vase was chosen, selecting the third completely developed apical leaf. In the laboratory, with the aid of stereoscopic microscope, the number of eggs was counted on the abaxial face. After fifteen days, the number of nymphs of 3rd and/or 4th instar were evaluated. The data were submitted to variance analysis ($p \leq 0.05$), count data being transformed in $\sqrt{X+0.5}$ before the analysis. The averages were compared directly in the variance analysis context. A lower number of eggs and lower number of nymphs were observed in the plants treated with silicon in the choice of chance test. This result demonstrated that the silicon application induced no-preference mechanisms for the oviposition of *B. tabaci* biotope B in bean plant when the choice of the plant host was possible. In the non-choice test the silicon application did not affect the oviposition of the whitefly and the nymph development, as well as the phenol levels.

3 INTRODUÇÃO

O feijão tem grande importância econômica para o Brasil. A área plantada vem aumentando consideravelmente nos últimos anos. O plantio da primeira safra de 2009 foi confirmado em 1,44 milhão de hectares, representando um crescimento de 10,0% em relação a 2007/08 (Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB, 2009).

Entre as principais pragas que ocorrem no feijoeiro, destaca-se a mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Barbosa et al., 1998), especialmente por ser vetor do *bean golden mosaic virus* (BGMV), causador do mosaico dourado do feijoeiro, doença que limita a produção de feijão em algumas áreas e é considerada, de acordo com Costa (1965), a mais importante da cultura.

Seu manejo tem-se resumido ao controle químico que, em muitos casos, por meio de várias aplicações, resulta em um uso excessivo e, em consequência, *B. tabaci* tem desenvolvido resistência a vários inseticidas convencionais em todo o mundo (Palumbo et al., 2001).

Esse potencial para populações de *B. tabaci* se tornarem resistentes, como consequência do uso intensivo de inseticidas, tem estimulado estudos de outras estratégias de manejo integrado de pragas (MIP) (Faria & Wraight, 2001), como, por exemplo, a resistência da planta hospedeira, que oferece uma solução prática, de baixo custo e longa duração para a manutenção de baixas populações de mosca-branca (Bellotti & Arias, 2001). A resistência induzida, que consiste no aumento do nível de resistência da planta por meio da utilização de agentes externos (indutores), sem qualquer alteração do genoma da planta, é uma alternativa de controle de fácil manejo (Stadnik, 2000).

O silício, apesar de não ser considerado um elemento essencial, pode aumentar o rendimento de algumas espécies cultivadas, promovendo vários processos fisiológicos desejáveis para as plantas (Korndorfer & Datnoff, 1995).

Quando esse mineral se encontra disponível em abundância na solução do solo, pode conferir resistência ao ataque de insetos herbívoros e ao desenvolvimento e à penetração de hifas dos fungos nos tecidos vegetais (Marschner, 1995). A proteção conferida às plantas pelo silício pode ser decorrente do seu acúmulo e polimerização de silicatos (sílica amorfa) nas células epidérmicas, logo abaixo da cutícula, formando uma barreira mecânica conhecida como "dupla camada silício-cutícula" que, pela diminuição da transpiração, faz com que a exigência de água pelas plantas seja menor (Korndörfer et al., 2004). A silificação da epiderme dificulta a penetração de estiletes e a mastigação pelos insetos, devido ao endurecimento da parede das células vegetais, prejudicando a alimentação (Datnoff et al., 1991; Gomes et al., 2009; Ranger et al., 2009).

Dessa forma, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de ácido silícico na redução da preferência para oviposição da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B, bem como avaliar o teor de fenóis em plantas de feijão.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em condições naturais, e no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, no Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras.

As moscas-brancas utilizadas foram coletadas da criação de manutenção, mantidas em casa de vegetação, em plantas de couve (*Brassica oleracea* L.).

As cultivares Valente e Carioca foram selecionadas, em testes preliminares, como moderadamente resistente e suscetível, respectivamente.

As sementes de feijão dessas cultivares foram plantadas em vasos de polietileno com capacidade para 5 kg de solo, preenchidos com mistura de terra e composto orgânico, na proporção de 3:1. Foram semeadas seis sementes por vaso, sendo 24 vasos para cada cultivar de feijão, mantendo-se duas ou quatro plantas após o desbaste, de acordo com o teste a ser realizado. As plantas foram irrigadas diariamente, de modo a suprir suas necessidades hídricas.

Dez dias após a emergência das plantas, foram aplicados no solo, ao redor das plântulas, 500 ml de solução de ácido silícico a 1% , equivalente a 2 t SiO₂/ha, em 12 vasos de cada cultivar. Nos outros 12 vasos, foram aplicados 500 ml de água como controle. Foram testados os seguintes tratamentos: T1 – cultivar Valente; T2 – cultivar Valente com aplicação de silício; T3 – cultivar Carioca e T4 – cultivar carioca com aplicação de silício.

4.1 Teste com chance de escolha

Vinte dias após a emergência das plântulas, 24 vasos com 2 plantas/vaso (seis vasos por tratamento) foram dispostos ao acaso, em bancada de sala climatizada do Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos.

Para a infestação, foram coletados, da criação de manutenção, com auxílio de aspirador manual, 100 adultos não sexados de mosca-branca/vaso, colocados em tubos e liberados em sala climatizada, sendo um tubo por vaso colocado sobre o substrato, totalizando 2.400 indivíduos para esse teste.

Após 48 horas de infestação, os adultos liberados foram removidos das plantas para avaliação do número de ovos. Para isso, foi escolhida uma folha de uma planta/vaso, selecionando-se a terceira folha apical inteiramente desenvolvida. No laboratório, com o auxílio de microscópio estereoscópico, foi contado o número de ovos na face abaxial de cada folíolo da folha selecionada.

Quinze dias após a retirada dos adultos que haviam sido liberados, foi feita a avaliação do número de ninfas de terceiro e/ou quarto instar, na terceira folha apical totalmente desenvolvida da outra planta de cada vaso. Essas folhas foram retiradas das plantas, acondicionadas em sacos de papel e levadas para o laboratório, onde foram examinadas com o auxílio de microscópio estereoscópico, para a contagem do número de ninfas.

4.2 Teste sem chance de escolha

Para este teste, adotaram-se os mesmos procedimentos empregados no anterior, tendo, neste caso, sido cultivadas quatro plantas por vaso e, posteriormente, retiradas duas delas, antes da infestação com as moscas-brancas, para a posterior determinação do teor de fenóis. Os vasos foram individualizados em gaiolas construídas com hastes de madeira nas laterais e cobertas com tecido organza (Moraes et al., 2009) e dispostas aleatoriamente em bancada em casa de vegetação.

O número de ovos e de ninfas de terceiro e/ou quarto instar foram avaliados, da mesma maneira que no teste com chance de escolha.

4.3 Determinação de fenóis

As duas plantas retiradas de cada vaso antes da infestação, no teste sem chance de escolha, após secagem em estufa a 60°C, tiveram suas folhas retiradas e trituradas em micromoinho do tipo Willy TE-648, peneira de 30 “mesh”. As amostras enviadas ao Laboratório de Produtos Vegetais, no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (UFLA), para análise de fenóis.

4.4 Análise dos dados

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com seis repetições, em esquema fatorial 2x2, sendo dois níveis de silício (com e sem aplicação de silício) e duas cultivares de feijão (Valente e Carioca). Os dados foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$), sendo os de contagem transformados em $\sqrt{x+0,5}$, antes da análise. As médias foram comparadas diretamente, no quadro de análise de variância.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No teste com chance de escolha, não foram verificados efeito isolado de cultivar ou, mesmo, a interação entre cultivar e silício. Contudo, a aplicação de silício, na média das cultivares Carioca e Valente, proporcionou redução na oviposição e no desenvolvimento das ninfas de *B. tabaci* biótipo B (Tabela 1).

A redução no número de ovos nas plantas tratadas com silício em relação às não tratadas, aproximadamente 1,9 vez, pode estar associada ao comportamento do inseto em preferir ovipositar em plantas que garantam o desenvolvimento e a sobrevivência de suas ninfas. Já o menor número de ninfas, 2,7 vezes menor nas plantas tratadas com silício em relação às não tratadas, pode estar relacionado a uma possível indução, nas plantas, de algum composto secundário de defesa pela aplicação de silício.

TABELA 1 Número de ovos e de ninfas/folha ($m \pm EP$) de *Bemisia tabaci* biótipo B, em teste com chance de escolha, em feijoeiro tratado e não tratado com silício. T diurna: $28 \pm 2^\circ\text{C}$, T noturna: $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$

Tratamento	Número de ovos*	Número de ninfas*
Sem silício	$73,7 \pm 14,26$ a	$28,3 \pm 3,86$ a
Com silício	$39,0 \pm 14,0$ b	$10,4 \pm 3,09$ b
CV(%)	44,02	35,37

*Médias com letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si, pelo teste F ($p \leq 0,5$).

Entretanto, não se observaram efeitos isolados ou interação dos fatores cultivares e aplicação de silício no teste sem chance de escolha, sendo as médias de oviposição e de número de ninfas de *B. tabaci* não significativas (Tabela 2). Pode-se também observar (Tabela 2) que as médias do teor de fenóis não foram significativas para aplicação de silício.

TABELA 2 Número de ovos, de ninfas/folha ($m \pm EP$) de *Bemisia tabaci* biótipo B e teor de fenóis em teste sem chance de escolha, em feijoeiro tratado e não tratado com silício. T $27 \pm 2^\circ\text{C}$, UR $60 \pm 10\%$

Tratamento	Número de ovos*	Número de ninfas*	Fenóis (mg/100g)*
Sem silício	13,7 \pm 2,79	4,7 \pm 1,27	14,2 \pm 0,89
Com silício	10,1 \pm 2,83	6,7 \pm 2,99	14,5 \pm 0,84
CV(%)	45,42	59,65	21,58

*Médias com diferenças não significativas pelo teste F ($p \leq 0,5$).

Assim como nesta pesquisa, efeitos negativos da aplicação de silício na oviposição de *B. tabaci* biótipo B também foram verificados em feijoeiro (Almeida et al., 2008) e em plantas de pepino (Correa et al., 2005), em teste com chance de escolha. Contudo, em soja, planta muito próxima do feijoeiro, a aplicação de silício não afetou a preferência para oviposição da mosca-branca, porém, causou maior mortalidade de ninfas (Moraes et al., 2009).

Em teste sem chance de escolha, de forma similar ao que ocorreu nesta pesquisa, a oviposição de *B. tabaci* biótipo B não diferiu significativamente entre as plantas de pepino tratadas e não tratadas com silício (Correa et al., 2005).

A ausência de resposta do silício para o teor de fenóis pode estar relacionada ao intervalo e/ou número de aplicações do indutor. Segundo

Paschoalati & Leite (1995), pode ser necessário mais de uma aplicação para a síntese e o acúmulo de substâncias que conferem resistência às plantas. Em soja, por exemplo, a aplicação de silício induziu aumento no teor de lignina na cultivar de soja IAC-19 (Moraes et al., 2009).

De maneira geral, os resultados obtidos foram consistentes apenas para a não-preferência de oviposição e para o desenvolvimento de ninfas, quando a mosca-branca teve chance de escolha entre os diferentes hospedeiros. Portanto, ainda serão necessários outros experimentos, principalmente a campo, para aferição dessa tática de manejo de *B. tabaci* biótipo B em cultura de feijoeiro.

6 CONCLUSÕES

O silício aplicado em plantas de feijão induz à não-preferência para oviposição e afeta o desenvolvimento de ninfas de *B. tabaci* biótipo B, em teste com chance de escolha.

Em teste sem chance de escolha, o silício não afeta a oviposição e o desenvolvimento de ninfas de *B. tabaci* biótipo B, em plantas de feijão.

A aplicação de silício na cultura do feijoeiro não afeta o teor de fenóis totais, para as condições do trabalho.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, G. D.; PRATISSOLI, D.; HOLTZ, A. M.; VICENTINI, V. B. Fertilizante organomineral como indutor de resistência contra a colonização da mosca branca no feijoeiro. **IDESIA**, Santiago, v. 26, n. 1, p. 29-32, 2008.

BARBOSA, F. B.; YOKOYAMA, M.; SILVA, P. H. S. da; BLEICHER, E.; HAN, F. N. P.; ALENCAR, J. A. de; CARNEIRO, J. da S.; ARAÚJO, L. H. A. de. Proposta de manejo da mosca-branca *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring, no feijão *Phaseolus vulgaris* L. In: _____. **Manejo integrado da mosca-branca**: plano emergencial para o controle da Mosca-branca. Brasília: EMBRAPA, 1998. Não paginado.

BELLOTTI, A. C.; ARIAS, B. Host plant resistance to whiteflies with emphasis on cassava as a case study. **Crop Protection**, Guildford, v. 20, n. 9, p. 813-823, Nov. 2001.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Manual operações da Conab**. Disponível em: <www.conab.gov.br/conabweb/download>. Acesso em: 10 ago. 2009.

CORREA, R. S. B.; MORAES, J. C.; AUAD, A. M.; CARVALHO, G. A. Silicon and acibenzolar-S-methyl as resistance inducers in cucumber, against the whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype B. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 3, p. 429-433, May/June 2005.

COSTA, A. S. Three whitefly-transmitted vírus diseases of beans in São Paulo, Brazil. **FAO Plant Protection Bulletin**, Rome, n. 13, p. 121-130, 1965.

DATNOFF, L. E.; RAID, R. N.; SNYDER, G. H.; JONES, D. B. Effect of calcium silicate on blast and brown spot intensities and yields of rice. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 75, n. 7, p. 729-732, July 1991.

FARIA, M.; WRAIGHT, S. P. Biological control of *Bemisia tabaci* with fungi. **Crop Protection**, Guildford, v. 20, n. 9, p. 767-778, Nov. 2001.

GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; NERI, D. K. P. Adubação com silício como fator de resistência a insetos-praga e promotor de produtividade em cultura de batata inglesa em sistema orgânico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 18-23, jan./fev. 2009.

KORNDÖRFER, G. A.; DATNOFF, L. E. Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças de cana-de-açúcar e do arroz. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n. 70, p. 1-5, jun. 1995.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. **Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura**. 3. ed. Uberlândia: GPSi-ICIAG-UFU, 2004. 23 p. (Boletim Técnico, 1).

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic, 1995. 889 p.

MORAES, J. C.; FERREIRA, R. S.; COSTA, R. R. Indutores de resistência à mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Genn., 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) em soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1260-1264, set./out. 2009.

PALUMBO, J. C.; HOROWITZ, R.; PRABHAKER, N. Overview of insecticidal control and resistance management for *Bemisia tabaci*. **Crop Protection**, Oxford, v. 20, n. 9, p. 739-765, Nov. 2001.

PASCHOLATI, S. F.; LEITE, B. Hospedeiro: mecanismo de resistência. In: BERGAMIN FILHO, L.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. p. 417-454.

RANGER, C. M.; SINGH, A. P.; FRANTZ, J. M.; CANÃS, L.; LOCKE, J. C.; REDING, M. E.; VORSA, N. Influence of Silicon on Resistance of *Zinnia elegans* to *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 38, n. 1, p. 129-136, Jan. 2009.

STADNIK, M. Indução de resistência a oídios. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 23, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: GPF, 2000. p. 176-181.

CAPÍTULO 3

Silício e acibenzolar-s-methyl na indução de resistência à mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Genn.) e no desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)

1 RESUMO

Em feijoeiro, *Bemisia tabaci* biótipo B causa grandes prejuízos, principalmente pela transmissão do vírus do mosaico-dourado. Dessa forma, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da aplicação de silício e de acibenzolar-s-methyl (ASM) na preferência para oviposição e/ou alimentação da mosca-branca *B. tabaci* e no desenvolvimento do feijoeiro. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 3 tratamentos e 10 repetições. Foram semeadas 6 sementes de feijão em vasos com capacidade de 5 kg de solo, deixando-se três plantas/vaso após o desbaste. Quinze dias após a emergência das plântulas, foram aplicados os tratamentos: T1 - aplicação de 500 ml de solução de ácido silícico a 1%, no solo ao redor das plântulas, equivalente a $2t\ SiO_2\ ha^{-1}$; T2 - pulverização de ASM (Bion[®]), na dosagem de 0,125g do produto comercial por litro de água, equivalente a 25 g do produto comercial ha^{-1} e T3 - aplicação de 500 ml de água no solo ao redor das plântulas, como controle (Testemunha). Oito dias após a aplicação dos tratamentos, as plantas foram infestadas com adultos não sexados de mosca-branca em casa de vegetação, sendo 100 moscas-brancas/vaso, com chance de escolha entre os tratamentos. Porém, antes da infestação, em uma planta/vaso, foram determinados o diâmetro e o peso seco da parte aérea. Após quatro dias de infestação, os adultos liberados foram removidos das plantas para avaliação do número de ovos. Para isso, foram retiradas, de uma das plantas de cada vaso, a terceira e a quarta folhas apicais inteiramente desenvolvidas. No laboratório, com o auxílio de microscópio estereoscópico, foi contado o número de ovos na face abaxial de cada folha. Treze dias após a retirada dos adultos, foi feita a avaliação do número de ninfas de 3^o e/ou 4^o instar, em outra planta/vaso, de maneira semelhante à contagem de ovos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), tendo os dados de contagem sido transformados em $\sqrt{X+0,5}$, antes da análise. Não houve redução significativa da preferência para oviposição e no desenvolvimento do feijoeiro com a aplicação de silício ou ASM. Entretanto, o número de ninfas foi menor nas plantas tratadas com os indutores, podendo ser explicado por uma possível indução de resistência por não-preferência para alimentação e/ou antibiose.

2 ABSTRACT

In the bean plant, *Bemisia tabaci* biotype B causes great damage, mainly by the transmission of the Golden Mosaic virus. As a result, the objective in this work was to evaluate the effects of silicon and of acibenzolar-s-methyl (ASM) application on the oviposition and/or feeding preference of the whitefly *B. tabaci* and on the bean plant development. The experimental layout was completely random with 3 treatments and 10 repetitions. Six bean seeds were sown in vases with 5kg soil capacity, leaving three plants/vase after thinning. Fifteen days after the emergence of the seedlings, the following treatments were applied: T1 - application of 500 ml of 1% silicic acid solution in the soil around the seedlings, equivalent to $2t \text{ SiO}_2 \text{ ha}^{-1}$; T2 - spraying of ASM (Bion®) at the dosage of 0.125g of the commercial product per liter of water, equivalent to 25 g of the commercial product ha^{-1} and T3 - application of 500 ml of water in the soil around the seedlings, as a control. Eight days after the treatment applications, the plants were infested with adults non-sexed of the whitefly in a greenhouse, having 100 whiteflies/vase, with choice of chance among the treatments. However, before the infestation, in one plant/vase the diameter and the dry weight of the aerial part were determined. After four days of infestation, the liberated adults were removed from the plants for evaluation of the number of eggs. For that, from one of the plants of each vase, the 3rd and 4th completely developed apical leaves were removed. In the laboratory, with the aid of stereoscopic microscope, the number of eggs was counted on the abaxial face of each leaf. Thirteen days after the removal of the adults, in another plant/vase, the evaluation of the number of nymphs of 3rd and/or 4th instar was made, in a way similar to the counting of eggs. The data were submitted to the variance analysis and the averages compared by the Tukey test ($p \leq 0.05$) and the count data were transformed in $\sqrt{X+0.5}$ before the analysis. There was no significant reduction of the preference for oviposition and in the development of the bean plant with the silicon application or ASM. However, the number of nymphs was lower in the plants treated with the inductors, which could be explained by a possible resistance induction by non-preference feeding and/or antibiosis.

3 INTRODUÇÃO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é a leguminosa mais importante para a alimentação humana, principalmente dos habitantes da América Latina e da África. A cultura de feijoeiro ocupa área de 12 milhões de hectares e a produção no Brasil é em torno de 20% da mundial. A proteína desse vegetal chega a mais de 80% do total de proteínas da dieta humana, além de ser importante fonte de ferro (Aragão & Faria, 2005).

Entre os principais fatores que prejudicam a produção da cultura de feijoeiro estão os insetos-praga que podem ser observados desde a semeadura até os grãos secos nas vargens ou, mesmo, armazenados. Dependendo da espécie da praga, da fase de desenvolvimento da cultura, da cultivar e da época do plantio, os danos causados podem chegar a 100% (Paula Júnior et al., 2008).

A mosca-branca *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B causa prejuízos significativos ao feijoeiro, em consequência da transmissão do vírus do mosaico-dourado (Lourenção & Nagai, 1994; Yuki et al., 1998). Por se tratar de um vetor, o nível de dano econômico da mosca-branca em feijoeiro não depende dos prejuízos advindos da sua alimentação. Sendo assim, populações reduzidas podem causar prejuízos significativos (Costa, 1965; Dourado Neto & Fancelli, 2000).

Entretanto, a necessidade de utilização de agrotóxicos no manejo de insetos-praga produz um impacto ambiental negativo e um aumento do custo de produção, que pode até mesmo inviabilizar seu cultivo, devido às variações de mercado (Aragão & Faria, 2005). Outro método de controle na filosofia do manejo integrado de pragas é a resistência de plantas a insetos (Torres & Garcia, 1996).

Dentro da resistência de plantas, a resistência induzida é um processo de defesa das plantas, no qual um estresse ou uma injúria diminuem a preferência

ou a performance do herbívoro (Karban & Myers, 1989). Para o desencadeamento desse processo é preciso um elicitor, ou indutor, que é o agente que induz alguma resposta de defesa na planta, desde modificações celulares, fisiológicas e morfológicas até modificações, como a ativação da transcrição dos genes que codificam as respostas de defesa (Dixon et al., 1994).

O silício pode conferir resistência às plantas pela sua ação como elicitor do processo de resistência induzida por meio de barreiras físicas ou químicas, estimulando o crescimento e a produção vegetal por meio de várias ações indiretas, propiciando proteção contra fatores abióticos, como estresses hídricos, toxidez de alumínio, ferro, entre outros e bióticos, como a incidência de insetos-praga e doenças (Epstein, 1994; Gomes et al., 2008, 2009).

O acibenzolar-s-methyl (ASM) é um composto de natureza sintética, que também se mostrou um potente indutor de resistência, quando comparado ao ácido salicílico (AS) e ao ácido 2,6-dicloroisonicotínico (INA), além de não ter apresentado fitotoxidez em vegetais (Gorlach et al., 1996; Dallagnol et al., 2006).

Dessa forma, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da aplicação de silício e de acibenzolar-s-methyl como indutores de resistência na preferência para oviposição e/ou alimentação da mosca-branca *B. tabaci* e no desenvolvimento do feijoeiro.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, em condições naturais, e no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, no Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras.

A mosca-branca *B. tabaci* biótipo B foi criada em casa de vegetação, em plantas de couve. As sementes de feijão, cultivar Carioca, foram plantadas em vasos de polietileno com capacidade para 5 kg de solo, preenchidos com mistura de terra e composto orgânico, na proporção de 3:1. As plantas foram colocadas em casa de vegetação, com controle de temperatura para não ultrapassar 30°C e irrigadas diariamente, de modo a suprir suas necessidades hídricas. Foram semeados trinta vasos, sendo seis sementes por vaso, mantendo-se três plantas após o desbaste.

A aplicação dos tratamentos foi realizada 15 dias após a emergência das plântulas, sendo três tratamentos: T1 - aplicação de 500 ml de solução de ácido silícico a 1%, no solo ao redor das plântulas, equivalente a 2 t SiO₂ ha⁻¹; T2 - pulverização de acibenzolar-s-methyl (ASM) (Bion[®]) na dosagem de 0,125g do produto comercial por litro de água, equivalente a 25g do produto comercial ha⁻¹ e T3 - aplicação de 500 ml de água no solo ao redor das plântulas, como controle (Testemunha). Cada parcela foi constituída por um vaso, sendo 10 repetições por tratamento.

Oito dias após a aplicação dos tratamentos, foi medido o diâmetro de uma das plantas de cada vaso, a 5 cm do solo. Após esse procedimento, as plantas foram cortadas rente ao solo, acondicionadas em sacos de papel e levadas para o laboratório. Em seguida, o material foi transferido para estufa, a 60°C, até peso constante (cerca de 5 a 6 dias), para a análise de peso seco.

Em seguida, foi realizada a infestação com as moscas-brancas da criação de manutenção, com auxílio de aspirador manual, de 100 adultos não

sexados/vaso, que foram colocados em tubos de ensaio de 10 x 2,5 cm, vedados com filme de polietileno, no total de 3.000 indivíduos. Posteriormente, esses tubos foram colocados sobre o substrato dos vasos, sendo um tubo por vaso e os insetos liberados com iguais chances de escolha entre os tratamentos e repetições.

Os adultos liberados foram removidos das plantas após quatro dias de infestação para a contagem de ovos. Para isso, foram retiradas, de uma das plantas de cada vaso, a terceira e a quarta folha apical inteiramente desenvolvida. No laboratório, com o auxílio de microscópio estereoscópico, foi contado o número de ovos na face abaxial das duas folhas. A avaliação do número de ninfas de terceiro e/ou quarto instar, de outra planta de cada vaso, foi realizada 13 dias após a retirada dos adultos de mosca-branca, de maneira semelhante à contagem de ovos.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 3 tratamentos e 10 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), tendo os dados de contagem sido transformados em $\sqrt{X+0,5}$, antes da análise.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observadas diferenças significativas ($p>0,05$) para o número de ovos entre os diferentes tratamentos testados. Contudo, a aplicação dos indutores de resistência proporcionou redução no número de ninfas de *B. tabaci* biótipo B (Tabela 1). O menor número de ninfas foi encontrado no tratamento com ASM e o maior, nas folhas das plantas não tratadas com os indutores de resistência. Esse fato pode estar relacionado a uma possível indução da síntese de algum composto secundário de defesa das plantas pela aplicação de silício e de ASM, ocasionando não-preferência para alimentação e/ou antibiose.

TABELA 1 Número de ovos e de ninfas/2 folhas ($m\pm EP$) de *Bemisia tabaci* biótipo B, em feijoeiro submetido a diferentes tratamentos.
T $27\pm 2^\circ\text{C}$, UR $60\pm 10\%$

Tratamento	Número de ovos	Número de ninfas*
Aplicação de silício em “drench”	143,5 \pm 19,05	26,0 \pm 7,88 ab
Aplicação de ASM foliar	84,4 \pm 17,65	13,0 \pm 4,27 b
Testemunha	150,2 \pm 33,06	46,4 \pm 7,6 a
CV(%)	31,56	40,79

*Médias com diferenças significativas, pelo teste de Tukey ($p\leq 0,5$).

Resultados semelhantes foram relatados por Moraes et al. (2009), que não verificaram diferenças significativas em plantas de soja tratadas com silício e ASM para o número de ovos de *B. tabaci* biótipo B. Entretanto, em tomateiro tratado com ASM, houve redução da preferência para oviposição por *B. tabaci*

biótipo B, em teste com e sem chance de escolha (Pascual et al., 2003), diferindo, portanto, dos resultados desta pesquisa em feijoeiro. Já para o desenvolvimento de ninfas, os resultados obtidos foram similares aos de Moraes et al. (2009), em soja e aos de Pascual et al. (2003), em tomateiro.

Já em pepino, a aplicação de silício e ASM causou efeitos negativos na população da mosca-branca pela redução da oviposição, aumento do ciclo biológico e maior mortalidade de ninfas (Correa et al., 2005), sendo este resultado similar ao desta pesquisa.

Por outro lado, com relação somente ao desenvolvimento de ninfas, a aplicação de silício, com ou sem ASM, reduziu o número de ninfas do pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rond.) (Hemiptera: Aphididae), em plantas de trigo (Costa & Moraes, 2006). Também a aplicação de ASM foi um fator de indução de resistência que contribuiu para a redução da incidência de tripses em tomateiro (Paradela et al., 2001).

Os resultados desta pesquisa assemelham-se aos verificados em berinjela, na qual a aplicação de silicato de cálcio ou fertilizante organomineral reduziu a população de tripses e os danos das ninfas (Almeida et al., 2008).

Para o peso seco da parte aérea das plantas e do diâmetro do caule a 5 cm do solo, não foram constatadas diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 2).

TABELA 2 Peso seco da parte aérea (g) e diâmetro do caule a 5 cm do solo (cm) de feijoeiro (m±EP) submetido a diferentes tratamentos

Tratamento	Peso seco*	Diâmetro*
Aplicação de silício em “drench”	6,74±0,61	4,3±0,13
Aplicação de ASM foliar	6,89±0,42	4,55±0,17
Testemunha	5,64±0,29	4,4±0,14
CV(%)	23,19	11,04

*Médias com diferenças não significativas, pelo teste F ($p \leq 0,5$).

Resultados semelhantes a este foram constatados em plantas de trigo tratadas com ASM e silício, nas quais não foram observadas diferenças significativas no peso seco da parte aérea, entre as plantas tratadas e não tratadas (Costa et al., 2007). De maneira similar, Gomes et al. (2008) também não verificaram diferenças significativas em relação ao peso seco e ao diâmetro de plantas de batata inglesa tratadas com silício.

Dessa forma, pelos resultados obtidos, pode-se sugerir que a aplicação de silício ou ASM pode contribuir para a redução da população de ninfas da mosca-branca, constituindo mais uma tática de manejo deste inseto-praga que poderia ser recomendada no manejo integrado de pragas do feijoeiro.

6 CONCLUSÕES

A aplicação de silício ou de acibenzolar-s-methyl (ASM) não afetou a preferência para oviposição de *B. tabaci* biótipo B, em plantas de feijoeiro.

A aplicação de silício ou de acibenzolar-s-methyl (ASM) induziu resistência pela redução do número de ninfas de 3^o e/ou 4^o instar, em plantas de feijoeiro.

O uso dos indutores de resistência, silício e acibenzolar-s-methyl (ASM) não teve efeito no peso seco da parte aérea e no diâmetro do caule das plantas de feijão.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, G. D.; PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J. C.; VICENTINI, V. B.; HOLTZ, A. M.; SERRÃO, J. E. Silicato de cálcio e fertilizante organomineral influenciam a fitofagia de *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) em plantas de berinjela (*Solanum Melongena* L.). **Interciência**, Catanduva, v. 33, n. 11, p. 835-838, nov. 2008.

ARAGÃO, F. J. L.; FARIA, J. C. **Obtenção de feijoeiro resistente ao vírus do mosaico dourado**. Goiânia: EMBRAPA, 2005. 111 p.

CORREA, R. S. B.; MORAES, J. C.; AUAD, A. M.; CARVALHO, G. A. Silicon and acibenzolar-S-methyl as resistance inducers in cucumber, against the whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype B. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 3, p. 429-433, May/June 2005.

COSTA, A. S. Three whitefly-transmitted virus diseases of beans in São Paulo, Brazil. **Plant Protection Bulletin**, Rome, v. 13, n. 1, p. 121-130, Jan./Mar. 1965.

COSTA, R. R.; MORAES, J. C. Efeitos do ácido silícico e do acibenzolar-S-methyl sobre *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) em plantas de trigo. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 6, p. 834-839, nov./dez. 2006.

COSTA, R. R.; MORAES, J. C.; ANTUNES, C. S. Resistência induzida em trigo ao pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: aphididae) por silício e acibenzolar-s-methyl. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 398-405, mar./abr. 2007.

DALLAGNOL, L. J.; NAVARINI, L.; UGALDE, M. G.; BALARDIN, R. S.; CATELLAM, R. Utilização do acibenzolar-s-methyl para controle de doenças foliares da soja. **Summa Phytopathology**, Botucatu, v. 32, n. 3, p. 255-259, jul./set. 2006.

DIXON, R. A.; HARRISON, M. J.; LAMB, C. J. Early events in the activation of plant defense responses. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 32, p. 479-501, Dec. 1994.

DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A. L. **Produção de feijão**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 220 p.

EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proceedings National of Academy Science**, Washington, v. 91, n. 1, p. 11-17, Jan. 1994.

GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; ASSIS, G. A. Silício e imidacloprid na colonização de plantas por *Myzus persicae* e no desenvolvimento vegetativo de batata inglesa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 5, p. 1209-1213, ago. 2008.

GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; NERI, D. K. P. Adubação com silício como fator de resistência a insetos-praga e promotor de produtividade em cultura de batata inglesa em sistema orgânico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 18-23, jan./fev. 2009.

GORLACH, J.; VOLRATH, S.; KNAUF-BEITER, G.; HENGY, G.; BECKHOVE, U.; KOGEL, K.; OOSTENDORP, M.; STAUB, T.; WARD, E.; KESSMANN, H.; RYALS, J. Benzothiadiazole, a novel class of inducers of systemic acquired resistance, activates gene expression and disease resistance in wheat. **The Plant Cell**, Rockville, v. 8, n. 4, p. 629-643, Apr. 1996.

KARBAN, R.; MYERS, J. H. Induced plant responses to herbivory. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 20, p. 331-348, 1989.

LOURENÇÃO, A. L.; NAGAI, H. Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 53, n. 1, p. 53-59, jan./abr. 1994.

MORAES, J. C.; FERREIRA, R. S.; COSTA, R. R. Indutores de resistência à mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Genn., 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) em soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1260-1264, set./out. 2009.

PARADELA, A. L.; SCACHETTI, A. P.; MUNHOZ, R.; BORIM JUNIOR, N.; CALAFIORI, M. H.; GALLI, M. A. Eficiência de Bion (acibenzolar-S-methyl) como indutor de resistência para o complexo bacteriano (*Xanthomonas vesicatoria* *Pseudomonas syringae* pv *tomato* e *Clavibacter michiganense* subsp *michiganense*) e insetos vetores de fitovirose na cultura do tomate (*Lycopersicon esculentum* L.). **Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 26, n. 1, p. 17-22, jan./jul. 2001.

PASCUAL, S.; NOMBELA, G.; AVILÉS, M.; MUÑIZ, M. Induced resistance in tomato to whitefly *Bemisia tabaci* by Bion. **IOBC Bulletin**, Zurich, v. 26, n. 10, p. 61-64, Oct. 2003.

PAULA JÚNIOR, T. J.; VIEIRA, R. F.; TEIXEIRA, H.; COELHO, R. R.; CARNEIRO, J. E. S.; ANDRADE, M. J. B.; REZENDE, A. M. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na região central brasileira em 2007-2009**. Viçosa, MG: EPAMIG, 2008. 180 p.

TORRES, E.; GARCIA, C. **Realidades y perspectivas del fenómeno de la resistencia inducida de plantas a fitopatógenos**. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 1996. 16 p.

YUKI, V. A.; LOURENÇÃO, A. L.; KUNIYUKI, H.; BETTI, J. A. Transmissão experimental do vírus do mosaico dourado do feijoeiro por *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring. **Anais da Sociedade Entomológica Brasileira**, Jaboticabal, v. 27, n. 4, p. 675-678, dez. 1998.