

**SILÍCIO E ACIBENZOLAR-S-METHYL
COMO INDUTORES DE RESISTÊNCIA À
MOSCA-BRANCA *Bemisia argentifolii*
BELLOWS & PERRING, 1994 (HEMIPTERA:
ALEYRODIDAE) EM PLANTAS DE PEPINO**

ROGÉRIO SEBASTIÃO BATISTA CORREA

2004

57596
049273

ROGÉRIO SEBASTIÃO BATISTA CORREA

**SILÍCIO E ACIBENZOLAR-S-METHYL COMO INDUTORES DE
RESISTÊNCIA À MOSCA-BRANCA *Bemisia argentifolii* BELLOWS &
PERRING, 1994 (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) EM PLANTAS DE
PEPINO**

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 Camnos Moraes

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2004

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

Correa, Rogério Sebastião Batista

Silício e acibenzolar-S-methyl como indutores de resistência à
mosca-branca *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring, 1994
(Hemiptera: Aleyrodidae) em plantas de Pepino / Rogério Sebastião
Batista Correa. -- Lavras : UFLA, 2004.

59 p. : il.

Orientador: Jair Campos Moraes.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Pepino. 2. Moca-branca. 3. Resistência. 4. Silício. 5. Acibenzolar-S-
methyl. 6. Bth. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-595.754

-635.639754

ROGÉRIO SEBASTIÃO BATISTA CORREA

**SILÍCIO E ACIBENZOLAR-S-METHYL COMO INDUTORES DE
RESISTÊNCIA À MOSCA-BRANCA *Bemisia argentifolii* BELLOWS &
PERRING, 1994 (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) EM PLANTAS DE
PEPINO**

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”.

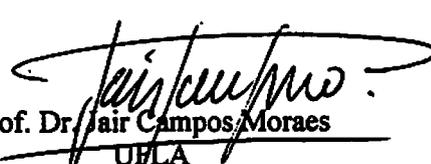
APROVADA em 28 de fevereiro de 2004

Dr. Ernesto Prado

INIA/CHILE

Prof. Dr. Geraldo Andrade Carvalho

UFLA


Prof. Dr. ~~Jair Campos Moraes~~

UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

Vencido, mas não derrotado,

Depois de algum tempo você aprende a diferença, a sutil diferença entre dar a mão e acorrentar uma alma.

E você aprende que amar não significa apoiar-se, que companhia nem sempre significa segurança e, que o tempo não é algo que possa voltar para trás.

E começa a aceitar suas derrotas com a cabeça erguida e olhos adiante, com a graça de um adulto e não com a tristeza de uma criança.

Depois de um tempo você aprende que o sol queima se ficar exposto por muito tempo.

E aprende que não importa o quanto você se importe, algumas pessoas simplesmente não irão se importar por você.

E aceita que não importa quão boa seja uma pessoa, ela vai feri-lo de vez em quando e você precisa perdoá-la por isso.

Aprende que, ou você controla seus atos ou eles o controlarão e, que ser flexível não significa ser fraco ou não ter personalidade, pois não importa quão delicada e frágil seja uma situação, sempre existem dois lados.

Aprende que heróis são pessoas que fizeram o que era necessário fazer, enfrentando as conseqüências.

Descobre que algumas vezes a pessoa que você espera que o chute quando você cai é uma das poucas que o ajudam a levantar-se.

Aprende que maturidade tem mais a ver com os tipos de experiência que se teve e o que você aprendeu com elas, do que com quantos aniversários, você celebrou.

Aprende que quando está com raiva tem o direito de estar com raiva, mas isso não te dá o direito de ser cruel.

Aprende que nem sempre é suficiente ser perdoado por alguém, algumas vezes você tem que aprender a perdoar-se a si mesmo.

Aprende que com a mesma severidade com que julga, você será em algum momento condenado.

Aprende que não importa em quantos pedaços seu coração foi partido, o mundo não pára para que você o conserte.

Portanto, plante seu jardim e decore sua alma, ao invés de esperar que alguém lhe traga flores.

E você aprende que realmente pode suportar a dor, e que é preciso ter esperança, pois só assim se conseguirá ir mais longe do que se pensava.

E que realmente a vida tem valor e que VOCÊ tem valor diante da vida!

William Shakespeare

Aos meus pais, Álvaro Batista Correa e Alice Silva Correa, pelo apoio em todas as etapas de minha vida.

Aos meus irmãos, Lillian Roberta Batista Correa e Alan Rodrigo Batista Correa, pela ajuda e compreensão.

Aos meus primos, Carlos, Lúcia, Vanessa, Roberto, Rosa, Gustavo, Geovana, Fábio, Antônio, Joana, Luiz e Paulo.

Aos meus avós maternos, Onilo (in memorian) e Benedita (in memorian).

Aos meus avós paternos, Sebastião (in memorian) e Florípedes (in memorian).

DEDICO

À minha namorada, Patrícia Ferreira Cunha Sousa, em nome da dedicação, compreensão e amor de cada dia.

Às famílias, Aquino (Natália, Pedro e Abércio) e Sousa (Raimundo, Lúcia e Leticia), pela amizade e incentivo.

Aos amigos, Alexander Tartari (Tuti), Eliane Teixeira, Edilberto Vilela (Betão), Evandro Santana e Alexandra Santana, pela amizade e consideração.

Aos amigos da Entomologia, Maurício Sakiguchi Godoy e Luiz Carlos Dias Rocha, pela amizade, convívio e companheirismo.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, presente em todos os momentos.

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

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos.

Ao orientador Jair Campos Moraes, pela dedicação, disponibilidade, companheirismo e amizade demonstrados durante o curso.

Ao co-orientador Geraldo Andrade Carvalho, pela disponibilidade, amizade, companheirismo, incentivo e conselhos durante a pós-graduação.

Aos professores Alcides Moino Júnior, César Freire Carvalho, Renê Luiz Oliveira Regitano e Ronald Zanetti Bonetti Filho, pela amizade, participação e valiosas contribuições.

Aos professores Brígida Souza, Júlio Neil Cassa Louzada e Vanda Helena Paes Bueno, pela amizade e pelos ensinamentos no decorrer deste curso.

Aos amigos de curso Gerane Bezerra, Gil Martins, Juan Pablo Azevedo, Lívia Carvalho, Luiz Rocha, Mônica Santos, Nívea Dias e Sheila Spongski, pela amizade e convívio.

Aos amigos Alexandre Pinho de Moura e Débora Moura, pela amizade, convívio e ajuda nas análises estatísticas.

Aos funcionários do Departamento de Entomologia, Elaine Louzada, Nazaré Moura, Fábio Carriço, Lisiane Orlandi, Julinho, Edvaldo, Anderson, Marli e Cidinha, pela amizade, convívio e ajuda durante a condução do experimento.

Aos amigos da Pós-Graduação, Cláudio Silva, Flávia Batista, Júlio Garcia (Lunático), Leonardo Mendes (Almenara) e Márcio Goussain (Manga), pelo convívio e amizade.

Aos amigos da Graduação, Luciano Cosme (Mãozinha) e Livia Junqueira (Pimentinha), pela amizade e companheirismo.

Aos diretores e funcionárias da MDA Pesquisas, Gilnei Duarte, Marcelo Duarte, Augustinho Abreu, Sara Vieira e Fernanda Ferreira, pela amizade e companheirismo.

Aos amigos da República Tatu Com Cobra, Emerson Tokuda (Japinha), Hidekazu Takeuchi (Pigmeu) e Rudy Carvalho (Tuiuiu), pela amizade, convívio e companheirismo.

Aos mestres do karate, Sensei Peterson Borges e Sensei Adilson Costa e ao amigo de tatame Willians Xavier de Oliveira, pela amizade, perseverança e companheirismo.

Aos queridos companheiros de festa, Douglas (Bebê), José Pantaleão (Zé Pato), Elton (Pé), Saulo (Zé Rico) e Renato (Pira), pela interminável amizade.

Aos eternos amigos do Alojamento da UFLA, Wellington (Febem), Fabiano (Fafá), Isaias (Begê), Pedro (Pedrinho), Jorge (Japa), Nilton (Niltinho), João Astolfo (Bob), Geovane (Filósofo), Gilson (Girso), Plínio (Plinião), Gustavo (Barriga) e Bruno (Leite), pelo convívio e fidelidade.

À Associação de Pós-Graduação, por representar-nos enquanto estudantes.

A todos que estiveram presentes de alguma forma para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 A cultura do pepino.....	3
2.2 A mosca-branca.....	5
2.2.1 Origem e dispersão.....	5
2.2.2 Danos econômicos e hospedeiros.....	8
2.2.3 Taxonomia e biologia.....	11
2.3 O silício.....	15
2.3.1 O silício e o solo.....	15
2.3.2 O silício e as plantas.....	17
2.3.3 O silício e as pragas.....	21
2.4 O acibenzolar-S-methyl (BTH).....	25
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1 Criação de manutenção de <i>B. argentifolii</i>	30
3.2 Metodologia geral.....	30
3.3 Teste de preferência com chance de escolha em casa de vegetação.....	31
3.4 Teste de preferência sem chance de escolha em casa de vegetação.....	32
3.5 Aspectos biológicos da mosca-branca.....	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.1 Teste de preferência com chance de escolha em casa de vegetação.....	35
4.2 Teste de preferência sem chance de escolha em casa de vegetação.....	37
4.3 Aspectos biológicos da mosca-branca.....	38
5 CONCLUSÕES.....	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

RESUMO

CORREA, Rogério Sebastião Batista. Silício e acibenzolar-S-methyl como indutores de resistência à mosca-branca *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring, 1994 (Hemiptera: Aleyrodidae) em plantas de pepino. Lavras: UFLA, 2004, 59p., (Dissertação – Mestrado em Entomologia).¹

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de silicato de cálcio e do ativador acibenzolar-S-methyl (BTH) na indução de resistência em plantas de pepino à mosca-branca *Bemisia argentifolii* (Bellows & Perring). Os bioensaios foram realizados em casa de vegetação e em laboratório do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG. Foram avaliadas as preferências com e sem chance de escolha, em casa de vegetação e o aspecto da biologia, em laboratório. Os ensaios constaram dos seguintes tratamentos: 1) testemunha; 2) aplicação de 3,0 g de silicato de cálcio/kg de substrato; 3) duas aplicações de 200 mL de solução a 1% de silicato de cálcio/vaso; 4) duas aplicações de 100 mL de solução a 0,005% de acibenzolar-S-methyl/vaso e 5) aplicação de silicato de cálcio e de acibenzolar-S-methyl nas mesmas dosagens utilizadas nos tratamentos 3 e 4. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. Os resultados permitiram concluir que a aplicação do silicato de cálcio e do ativador de resistência acibenzolar-S-methyl reduz a população de mosca-branca devido à não-preferência para oviposição; ambos os produtos afetam a duração do período ninfal, bem como a duração do ciclo total de *B. argentifolii*; o silicato de cálcio e o acibenzolar-S-methyl causam mortalidade de ninfas de *B. argentifolii*; o silicato de cálcio e o acibenzolar-S-methyl são produtos que apresentam potencial para a utilização no manejo de *B. argentifolii* em pepino.

¹ Comitê de Orientação: Jair Campos Moraes – UFLA (Orientador);
Geraldo Andrade Carvalho – UFLA (Co-orientador).

ABSTRACT

CORREA, Rogério Sebastião Batista. Silicon and acibenzolar-S-methyl as resistance induction to the whitefly *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring, 1994 (Hemiptera: Aleyrodidae) in cucumber plants. Lavras: UFLA, 2004, 59p., (Dissertation - Master in Entomology).¹

The objective of this work was to evaluate the effect of the application of the calcium silicate and of the activator acibenzolar-S-methyl (BTH), in the resistance induction in cucumber plants to the whitefly *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring. The bioassays were realized in greenhouse and in the laboratory at the Department of Entomology of the "Universidade Federal de Lavras - UFLA", in Lavras, MG. The preference with and without choice chance in greenhouse and the aspect of the biology in laboratory were evaluated. The bioassays consisted of the following treatments: 1) control; 2) application of 3.0 g of calcium silicate/kg substrate; 3) two applications of 200 mL of solution at 1% of calcium silicate/pot; 4) two applications of 100 mL of solution at 0.005% of acibenzolar-S-methyl/pot and 5) application of calcium silicate and of acibenzolar-S-methyl in the same dose of the treatments 3 and 4. Calcium silicate and acibenzolar-S-methyl reduced the whitefly population due to non-preference to oviposition, affected the length of the nymphal stage, as well as the total cycle of *B. argentifolii* and caused mortality of nymphs of the whitefly *B. argentifolii*. Calcium silicate and acibenzolar-S-methyl present potential for utilization in the *B. argentifolii* management in cucumber crop.

¹ Advising Committee: Jair Campos Moraes - UFLA (Adviser);
Geraldo Andrade Carvalho - UFLA (Co-Adviser).

1 INTRODUÇÃO

O pepino é conhecido na Índia há milhares de anos, entretanto, é provavelmente, originário da África (Filgueira, 2000). Difundiu-se no mundo inteiro como hortaliça, cujos frutos são consumidos na forma de saladas e conservas (Sonnenberg, 1981). Dentre os diversos problemas fitossanitários associados à cultura do pepino destaca-se a mosca-branca *Bemisia* spp. (Hemiptera: Aleyrodidae) (Villas Bôas et al., 1997).

A espécie *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring, 1994 (Hemiptera: Aleyrodidae) é uma importante praga em casa de vegetação, particularmente em hortaliças e plantas ornamentais e, segundo relatos de Geathead (1986) e Secker et al. (1998), ocorrem em mais de 600 espécies de plantas. No Brasil, esse inseto-praga ocorre desde 1996, provocando perdas acumulativas estimadas em mais de cinco bilhões de dólares (Oliveira et al., 2001).

A injeção de toxinas no momento da alimentação e o “honeydew” excretado pela mosca-branca, que favorece a formação da fumagina, são fatores que afetam o rendimento da cultura em termos quantitativos e qualitativos (Cohen et al., 1992; Lourenção & Nagai, 1994; Oliveira et al., 2001). No entanto, a transmissão de viroses, é o principal problema resultante do ataque da mosca-branca, em especial às do grupo *Geminivirus* (Villas Bôas et al., 2002).

As limitações e o alto custo do controle químico, aliados aos problemas toxicológicos, como persistência dos produtos e resistência da mosca-branca a inseticidas, são razões que justificam a adoção de métodos, como a resistência das plantas de pepino ao inseto-praga.

Mesmo não sendo considerado um elemento essencial para as plantas, o fornecimento de silício tem beneficiado muitas espécies vegetais, principalmente plantas da família Poaceae (gramíneas), estimulando o crescimento e a

produção, além de propiciar proteção contra estresses abióticos e diminuir a incidência de insetos-praga e doenças (Epstein, 1994; Marschner, 1995; Savant et al., 1997; Epstein, 1999).

Carvalho et al. (1999) verificaram que a aplicação de silício em plantas de sorgo, via solo, causou redução na preferência e na reprodução do pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). Em plantas de milho, a aplicação dessa mesma substância afetou o desenvolvimento biológico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) e do pulgão-da-folha *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) (Hemiptera: Aphididae) (Goussain, 2001).

Em trabalhos recentes com plantas de pepino, foi observado que o silício atua no tecido do hospedeiro, resultando em uma ativação mais rápida dos mecanismos de defesa da planta contra patógenos (Samuels et al., 1991). Dreyer & Campbell (1987) verificaram que o mecanismo de resposta da planta ao ataque de insetos sugadores é similar ao do ataque de patógenos.

Alguns compostos de natureza sintética, como o ácido salicílico e o acibenzolar-S-methyl, podem ativar os genes que codificam a resistência em plantas a doenças e insetos-praga, de maneira similar aos indutores bióticos (Kessmann et al., 1994). Oswald et al. (1998) constataram um acúmulo de fitoalexinas (enzimas de defesas) nos tecidos de sorgo em função do aumento da concentração do acibenzolar-S-methyl. Paradela et al. (2001) observaram a eficiência do acibenzolar-S-methyl como indutor de resistência a insetos vetores de fitovirose em plantas de tomate.

Tendo em vista o potencial do silício e do ativador sintético acibenzolar-S-methyl como indutores de resistência em plantas, aliado ao aumento populacional de *B. argentifolii* em cultivos de pepino, objetivou-se avaliar, neste trabalho, o efeito da aplicação do silicato de cálcio e do acibenzolar-S-methyl (Bion[®]) na indução da resistência de plantas de pepino à mosca-branca.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do pepino

O pepino (*Cucumis sativus* L.) é uma espécie originária de regiões quentes do norte da Índia ou da África, onde ocorrem espécies silvestres. A espécie pertence à família Cucurbitaceae, a mesma da abóbora, moranga, melancia, melão, chuchu, maxixe, bucha e outras. A planta é herbácea, anual e com hastes longas, possuindo o sistema radicular superficial. O hábito de crescimento é “indeterminado” e a planta desenvolve-se no sentido vertical ou prostrado, dependendo da presença ou ausência de suporte. As folhas são largamente pecioladas, fortemente presas na base e o limbo apresenta três ou cinco lóbulos angulados e triangulares. As flores são unissexuadas e a floração é monóica, ou seja, na mesma planta existem flores masculinas e femininas. As ramas apresentam gavinhas que se fixam a vários tipos de suportes. A cultura adapta-se melhor em solos de textura média ou leve, embora tolere solos argilosos. A adubação orgânica e a fosfatagem, quando efetuadas semanas antes da sementeira ou transplante, favorecem a produtividade. A faixa de pH de 5,5 a 6,8 é a mais favorável ao seu desenvolvimento, porém deve-se proceder à calagem buscando atingir pH 6,0 (Filgueira, 2000).

O fruto é uma baga suculenta, cheia, de formato cilíndrico, com três a cinco lóculos, sendo o fruto trilocular mais comum. A coloração varia de verde-claro a verde-escuro, conforme a cultivar, havendo a presença de acúleos moles, de coloração branca ou escura (Filgueira, 2000). O consumo do fruto pode ser na forma “in natura” como saladas, curtido em vinagre ou salmoura, como conserva e, raramente, maduro ou cozido (Sonnenberg, 1981).

O pepino é considerado uma hortaliça de verão, suportando bem as variações climáticas reinantes nessa época (Filgueira, 2000). No entanto, as

temperaturas favoráveis ao seu desenvolvimento oscilam na faixa de 20°C a 25°C, não tolerando geadas (Blanco et al., 1997).

No cultivo de outono-inverno, as irrigações são indispensáveis, devendo-se manter o solo junto às raízes com um mínimo de 70% de água disponível, ao longo de todo o ciclo cultural, inclusive durante a colheita. No cultivo de primavera-verão, as irrigações deverão ser efetuadas para corrigir eventual irregularidade de disponibilidade de água no solo (Filgueira, 2000).

A produtividade da cultura do pepino é altamente variável, dependendo do cultivo (campo ou casa de vegetação), dos tratos culturais (espaçamento, densidade, tutor, dentre outros) e da cultivar utilizada no plantio. Atualmente, as cultivares podem ser reunidas ou agrupadas em quatro grupos ou tipos, bem distintos. De acordo com essa classificação, pode-se citar as cultivares Caipira, Aodai, Alongado (japonês) e a Industrial (Filgueira, 2000).

O pepino é a quarta hortaliça mais cultivada em ambiente protegido no Brasil, nas quais destacam-se os Estados de Minas Gerais, Bahia, São Paulo, Espírito Santo, Rio de Janeiro e Paraná, como os maiores produtores dessa cucurbitácea (Camargo, 1992). Na última safra (2003), a quantidade comercializada de pepino no Brasil pela Ceagesp foi de 22.025 toneladas (Agrianual, 2004).

Além do valor econômico e alimentar, o cultivo de cucurbitáceas também tem grande importância social na geração de empregos diretos e indiretos, pois demanda grande quantidade de mão-de-obra, desde o cultivo até a comercialização. No entanto, com o surgimento da mosca-branca *B. argentifolii*, o manejo fitossanitário da cultura deve ser mais rigoroso para prevenir os danos (Lopes, 1991).

2.2 A mosca-branca

2.2.1 Origem e dispersão

A espécie *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) foi descrita pela primeira vez em 1889, por Gennadius, pelo nome de *Aleyrodes tabaci*, proveniente de plantas de fumo (*Nicotiana* sp.) oriundas da Grécia (Lourenção & Nagai, 1994; Perring, 2001; Oliveira et al., 2001; Naranjo & Ellsworth, 2001).

A mosca-branca é um inseto cosmopolita cujo provável centro de origem é a Índia ou o Paquistão, tendo sido introduzida por meio do transporte internacional de material vegetal e pessoas na África, Europa e Américas (Brown & Bird, 1992; Brown et al., 1995; Haji et al., 1998; Oliveira et al., 2001).

As primeiras ocorrências de *B. tabaci* como inseto-praga foram registradas na Índia, no ano de 1919 (Hussain & Trehan¹ 1933, citado por Schuster et al., 1996). Sua dispersão está estreitamente relacionada à expansão da monocultura da maioria das espécies cultivadas, ao aumento da utilização de agrotóxicos e, principalmente, à sua grande facilidade de se adaptar aos diversos hospedeiros (Brown, 1993; Haji et al., 1998), podendo ser encontrada em áreas tropicais, subtropicais e temperadas, exceto na Antártida (Villas Bôas et al., 1997; Oliveira et al., 2001).

O primeiro surto populacional de *B. tabaci* em terras brasileiras foi registrado em 1968, nos municípios de Monte Castelo e Santa Isabel, no norte do Paraná, em plantas cultivadas de algodão, feijão e soja. Em 1972 e 1973, foi encontrada na região de Ourinhos (SP) em plantas de algodão e soja (Costa et al., 1973). Daquela constatação até o final da década de 1980 não se observaram novas infestações dessa praga dignas de registro (Lourenção & Nagai, 1994).

¹ HUSSAIN, M.A.; TREHAN, K.N. The life history, bionomics and control of the whitefly of cotton (*Bemisia gossypiperda*). Indian Journal of Agricultural Science, New Delhi, v.3, p.701-753, 1933.

A partir de 1987, cientistas norte-americanos passaram a conduzir pesquisas para investigar a presença de um novo biótipo de *B. tabaci*, associado às desordens ou anomalias fisiológicas em aboboreira e tomateiro (Lourenção & Nagai, 1994). Pesquisas realizadas na Flórida, Califórnia e Arizona indicaram a existência de pelo menos dois biótipos, identificados como biótipo “A”, que não induz o aparecimento da folha-prateada-da-aboboreira e o biótipo “B”, indutor da folha-prateada-da-aboboreira (Costa e Brown, 1991; Cohen et al., 1992; Perring et al., 1992).

Perring et al. (1993) verificaram que os biótipos “A” e “B” poderiam ser, na realidade, duas espécies distintas. Em tentativas de cruzamentos entre ambos não foi obtida descendência em nenhuma das combinações de sexo dos parentais. Estudos de genoma em que se utilizaram às técnicas de eletroforese de enzimas e de polimorfismo de seqüências de DNA, via reações de DNA-polimerase, indicaram diferenças genômicas entre os dois tipos.

Em 1994, Bellows & Perring definiram a existência de uma nova espécie, denominada de *Bemisia argentifolii*, após detalhados estudos biológicos e novas caracterizações eletroforéticas. A nova espécie, *B. argentifolii*, apresenta uma estreita associação com a planta ornamental poinsettia (bico-de-papagaio), *Euphorbia pulcherrima* Wild e caracteriza-se por adaptar-se facilmente a novos hospedeiros e novas condições climáticas, e por apresentar resistência aos inseticidas tradicionalmente utilizados para o controle de *B. tabaci* (Villas Bôas et al., 1997). Atualmente, esta espécie é encontrada nos EUA, na chamada “Faixa do Sol” (Arizona, Califórnia, Flórida e Texas) (Lourenção & Nagai, 1994; Villas Bôas et al., 1997).

As diferenças na gama de hospedeiros de *B. tabaci* em várias partes do mundo implicam em diferenças genéticas dentro e entre as populações dessa espécie. Segundo Basu (1995), pesquisas mais recentes indicam que a adaptação

(por meio da seleção) de populações locais de *B. tabaci* a novos ambientes inicia-se por uma planta hospedeira qualquer em apenas algumas gerações.

No Brasil, novos surtos de mosca-branca foram registrados em 1991 em algumas localidades do Estado de São Paulo (Lourenção & Nagai, 1994), possivelmente introduzida da Europa ou dos EUA pela importação de plantas ornamentais (Villas Bôas et al., 1997). Altas populações de mosca-branca foram encontradas em plantas de interesse econômico, como o tomate estaqueado, berinjela, feijão, brócolos, algodão, plantas ornamentais, como crisântemo e bico-de-papagaio e plantas daninhas, como guanxuma, serralha-verdadeira e joá-bravo (Lourenção & Nagai, 1994; Villas Bôas et al., 1997). Associadas a esse surto estavam à ocorrência de desordens fisiológicas, como o amadurecimento irregular dos frutos de tomate e o prateamento das folhas da aboboreira. Também foi verificado que a aplicação freqüente de produtos fitossanitários não apresentava o efeito esperado na redução da infestação por *B. tabaci* (Lourenção & Nagai, 1994).

França et al. (1996) observaram a ocorrência de *B. argentifolii* em plantas de tomate para processamento industrial, em 1993, no Distrito Federal. Posteriormente, o inseto alcançou as principais regiões agrícolas do país, como os Estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Paraná, Bahia, Pernambuco (Submédio São Francisco), Ceará, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Norte, Tocantins e Rio de Janeiro, tendo como principais hospedeiros o tomate, abóbora, melão, berinjela, brócolos, mandioca, melancia, feijão, pepino e pimentão, além de plantas ornamentais e silvestres (Villas Bôas et al., 1997; Oliveira & Faria, 2000; Valle, 2001).

O sucesso da dispersão de *B. argentifolii* deve-se à sua habilidade de adaptar-se facilmente a novas plantas hospedeiras e a condições climáticas diversas (Villas Bôas et al., 1997), à sua capacidade de desenvolver resistência a inseticidas (Prabhaker et al., 1992; Mizuno & Villas Bôas, 1997; Silveira, 2000),

e de ter maior taxa de oviposição em relação a outras espécies de mosca-branca (Lourenção et al., 2001).

2.2.2 Danos econômicos e hospedeiros

Nas últimas três décadas, a espécie *B. tabaci* causou perdas expressivas em culturas anuais de todo o mundo. Sua alimentação direta e a excreção de “honeydew” que favorece a produção de fungos saprófitos afetam o rendimento e a qualidade das lavouras (Ellsworth, 1999).

As perdas causadas por *B. argentifolii* nos EUA, entre 1991 e 1992, na região da “Faixa do Sol”, foram estimadas em, aproximadamente, 200 e 500 milhões de dólares, respectivamente e, na região do “Vale da Califórnia”, entre 1991 a 1995, mais de 100 milhões de dólares anuais (Toscano et al., 1998). No México, entre 1991 e 1992, as perdas causadas pela mosca-branca em lavouras de melão, melancia, gergelim e algodão, no “Vale do México”, excederam a 33 milhões de dólares, reduzindo substancialmente as áreas cultivadas (Medina Esparza & Leon Paul, 1994).

Na América Central e no Caribe, grandes perdas em cultivos de tomateiro, quiabeiro, algodoeiro, tabaco e meloeiro foram verificadas em Cuba, Barbados, Costa Rica, República Dominicana, El Salvador, Haiti, Honduras, Guatemala, Jamaica, Monsenhor, Nicarágua e Santa Lúcia (Hilje, 1996; Vazquez, 1999). Na Guatemala, os custos do controle da mosca-branca aumentaram de 30% para 50% em lavouras de melão, tomate e pimenta.

Desde 1995, *B. argentifolii* causa sérios problemas no Brasil. As perdas acumuladas chegaram a mais de cinco bilhões de dólares, principalmente em cultivos de feijoeiros, tomateiros, algodoeiros, meloeiros e algumas hortaliças (Lima et al., 2000; Oliveira et al., 2001).

Com referência aos danos provenientes da alimentação de *B. argentifolii* na planta hospedeira, podem-se citar os danos diretos e indiretos (Mizuno &

Villas Bôas, 1997; Villas Bôas et al., 1997). Em relação aos danos diretos, os insetos (ninfas e adultos), ao sugarem a seiva das plantas com a introdução do estilete no tecido vegetal, provocam alterações no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do hospedeiro, debilitando-o e reduzindo a produtividade e qualidade dos frutos (Lourenção & Nagai, 1994; Villas Bôas et al., 1997). Infestações muito intensas ocasionam murcha, queda de folhas e perda de frutos, e outros sintomas, tais como o prateamento da folha de abóbora e o amadurecimento irregular dos frutos de tomate (Lourenção & Nagai, 1994).

Quanto ao dano indireto, pode-se citar a transmissão de vírus do tipo circulativa ou persistente. Neste caso, as partículas virais adquiridas pelo inseto ao se alimentar circulam livremente no seu corpo através da hemolinfa até chegar às glândulas salivares. Dessa forma, quando o inseto virulífero se alimenta de uma planta sadia, inocula junto com a saliva as partículas virais. Só o adulto tem importância como vetor, uma vez que as ninfas não se locomovem de uma planta para outra, apesar de serem virulíferas (Villas Bôas et al., 1997).

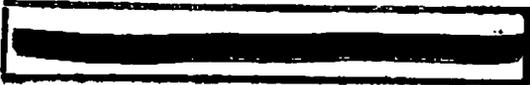
Dentre os vírus transmitidos com eficiência pela mosca-branca, podem-se citar os geminivírus, closterovírus, carlavírus, potyvírus, nepovírus e luteovírus, destacando-se aqueles pertencentes às famílias Geminiviridae (gênero *Begomovirus*) e Closteroviridae (gênero *Crinivirus*) (Duffus, 1987; Brown & Bird, 1992; Duffus, 1996).

Outro dano indireto é a excreção de substâncias açucaradas, o "honeydew", as quais recobrem as folhas, servindo de substrato para o desenvolvimento de fungos saprófitos, como o *Capnodium* sp. (Villas Bôas et al., 1997; Oliveira et al., 2001). Essas substâncias proporcionam uma condição favorável ao aparecimento da fumagina, que reduz o processo de fotossíntese, afetando a produção e a qualidade dos frutos (Salgueiro, 1993; Hilje, 1995; Mizuno & Villas Bôas, 1997; Vieira & Correa, 2001).

Os hospedeiros preferenciais do complexo mosca-branca são desde culturas de fibras, passando pelo grupo das alimentícias até plantas ornamentais (Duffus, 1996). Atualmente se tem conhecimento de 506 espécies de plantas hospedeiras desse inseto, pertencentes a 84 famílias botânicas (Villas Bôas et al., 1997). São hospedeiras preferenciais da mosca-branca, principalmente de *B. argentifolii*, para alimentação, oviposição e abrigo, as leguminosas (ervilha, fava, feijão, feijão-de-vagem e soja) (Lourenção et al., 2001), as brassicáceas (agrião, brócolos, couve, couve-flor, mostarda, rabanete, repolho e rúcula), as cucurbitáceas (abóbora, abobrinha, chuchu, maxixe, melancia, melão, moranga e pepino), as solanáceas (batata, berinjela, fumo, jiló, pimenta, pimentão e tomate) (Eichelkraut & Cardona, 1989), as malváceas (algodão e quiabo), as euforbiáceas (mandioca), as gramíneas (milho), as compositáceas (alface) (Caballero, 1993; França et al., 1996; Picanço et al., 2000), as plantas ornamentais (crisântemo, hibiscos, margaridas, poinsettia, rosas e verbenas), especialmente aquelas do gênero *Euphorbia* (Lourenção & Nagai, 1994), as frutíferas (caju, citros, manga e uva) e as plantas invasoras (amendoim bravo, corda-de-viola, joá bravo, leiteiro, picão e serralha) (Villas Bôas et al., 1997).

Tsai & Wang (1996), estudando o desenvolvimento de *B. tabaci* em folhas de plantas de berinjela, batata-doce, pepino, tomate e feijão, não constataram diferenças significativas no comprimento do corpo de ninfas de segundo e quarto instares. No entanto, fêmeas oriundas de ninfas alimentadas com berinjela tiveram suas características biológicas superiores, quando comparadas com fêmeas provenientes de ninfas alimentadas com os demais hospedeiros.

Villas Bôas et al. (2001) verificaram, em testes de livre escolha, que plantas de abobrinha, tomate, feijão, pepino, berinjela, repolho e soja atraíram maior número de adultos de *B. argentifolii*, quando comparadas às plantas de mandioca, milho e pimentão, que obtiveram uma menor oviposição. Segundo



estes autores, uma relação positiva entre o número de adultos presentes, a área foliar e o número de posturas sugere que o mecanismo de escolha do hospedeiro para alimentação e abrigo do adulto envolve, inicialmente, a seleção do hospedeiro para oviposição.

A região da planta também deve ser considerada na relação planta-inseto, como demonstrado por Rossetto et al. (1977). Esses autores constataram, em experimentos com soja, que as folhas superiores tiveram maior preferência para oviposição da mosca-branca do que as folhas do terço médio e inferior da planta. Isso porque, à medida que a planta cresce, as folhas amadurecem fisiologicamente e um alimento de melhor qualidade estará disponível para ninfas neonatas.

O estabelecimento do inseto em uma área pode ser dependente também de fatores como os inimigos naturais e o vento. Byrne et al. (1993) observaram que a duração e a tendência de vôo da mosca-branca nos vegetais é mais dependente da idade, qualidade da planta hospedeira e da população dessas plantas na área do que propriamente do vento.

Em testes com chance de escolha utilizando plantas de tomate, Toscano et al. (2002) demonstraram que a idade da planta interfere na realização de posturas pelas fêmeas de mosca-branca. As plantas com 30 dias de idade foram as mais preferidas para oviposição (2,5 ovo/cm²) pela mosca-branca quando comparadas com as de 45 e 60 dias (0,8 e 0,4 ovo/cm², respectivamente).

2.2.3 Taxonomia e biologia

Os insetos conhecidos como mosca-branca pertencem à família Aleyrodidae, com cerca de 126 gêneros e 1.156 espécies, dentre os quais, o gênero *Bemisia* se divide em 37 espécies atualmente conhecidas (Villas Bôas et al., 1997). A espécie *B. tabaci* é encontrada em várias partes do globo terrestre, apresentando um grande complexo com 41 biótipos. A espécie *B. argentifolii* é

mencionada como *B. tabaci* biótipo “B” (Perring, 2001), “raça Flórida”, “raça poinsettia” e “raça B”, “mosca-branca-da-folha-prateada” e “espécie nova” (Villas Bôas et al., 1997).

No Brasil, há duas subfamílias de Aleyrodidae: a Aleyrodinae com 71 espécies distribuídas em 15 gêneros e a Aleurodicinae, que contém 54 espécies distribuídas em 12 gêneros. Na subfamília Aleurodicinae encontram-se as espécies *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood, 1856) (Hemiptera: Aleyrodidae), *B. tabaci* e *B. argentifolii*, que têm ocasionado prejuízos econômicos consideráveis à agricultura brasileira e mundial (Salgueiro, 1993).

A espécie *B. argentifolii* é um inseto sugador que apresenta metamorfose incompleta, passando pelas fases de ovo, ninfa (quatro estádios ninfais) e adulto (Byrne & Bellows Junior, 1991; Mizuno & Villas Bôas, 1997; Haji et al., 1998). A reprodução pode ser sexuada, a qual originará descendentes machos e fêmeas, ou partenogenética (sem fecundação), da qual resultarão apenas descendentes machos (denominado arrenotoquia) (Eichelkraut & Cardona, 1989; Villas Bôas et al., 1997).

Os ovos têm formato piriforme ou ovóide e possuem um pedicelo que os prende ao tecido da planta. São depositados pela fêmea de maneira irregular, na parte inferior da folha e, em algumas espécies, são ovipositados lado a lado. A cor dos ovos oscila de branco a amarelo e, com o passar dos dias, ficam amarelos semitransparentes, não ultrapassando a 0,2 mm. A duração dessa fase oscila entre 6 a 15 dias, dependendo da temperatura (Byrne & Bellows Junior, 1991; Villas Bôas et al., 1997).

Os adultos desses Aleyrodidae caracterizam-se por possuírem dois pares de asas membranosas, recobertas por uma substância pulverulenta de cor branca. O corpo apresenta uma coloração amarelo-pálido e, é recoberto por uma cera extra-cuticular. Medem cerca de 1 a 2 mm de comprimento, sendo a fêmea maior que o macho (Mizuno & Villas Bôas, 1997). Quando em repouso, as asas

são mantidas levemente separadas, com os lados paralelos, deixando o abdome visível. Tanto o adulto como as ninfas possuem aparelho bucal do tipo picador-sugador (Byrne & Bellows Junior, 1991; Villas Bôas et al., 1997).

Após a emergência, as ninfas achatadas e finas com formato elíptico, de coloração verde-claro quase transparente, caminham em busca do melhor local na folha para introduzirem o seu aparelho bucal e succionar a seiva da planta. Uma vez escolhido o local para alimentação, a ninfa se fixa por definitivo até a emergência do adulto (Hilje, 1995). O estágio ninfal é dividido em três estádios bem definidos e um quarto totalmente diferente dos demais, sendo denominado por alguns autores de pupa ou pseudopupa, devido à redução no metabolismo e da alimentação dessas ninfas neste período. As ninfas dos três primeiros estádios ninfais são achatadas, semitransparentes e com ocelos avermelhados, enquanto as ninfas de quarto instar são opacas e convexas, apresentando os ocelos escuros (Hilje, 1996; Oliveira & Silva, 1997; Villas Bôas et al., 1997).

O adulto emerge através de uma fenda em forma de "T" invertido, localizada na região ântero-dorsal do pupário (Rosell et al., 1996) e, logo ao emergir, demonstra fototropismo positivo (van Lenteren & Noldus, 1990). Esses insetos são muito ativos, ágeis e voam rapidamente quando molestados. Os adultos e ninfas são encontrados na face inferior das folhas, e apenas o adulto é capaz de migrar para outros hospedeiros (Mizuno & Villas Bôas, 1997). Os adultos deixam seu hábitat original quando ocorre a deterioração do hospedeiro e a direção do voo é primeiramente indicada pelo vento. Pode voar arrastado pelo vento, a altitudes elevadas. Movimentos a curta distância ocorrem a menos de 10 cm do solo, nos quais o voo é realizado principalmente no período da manhã (Byrne & Bellows Junior, 1991; Villas Bôas et al., 1997; Haji et al., 1998).

O acasalamento começa logo após a emergência do adulto (12 horas a 2 dias), com várias cópulas durante o ciclo de vida (Villas Bôas et al., 1997) e a

postura é realizada na face inferior das folhas do hospedeiro (Chu et al., 1995). O período de pré-oviposição é variável com as diferentes épocas do ano, podendo durar de 8 horas a 5 dias. A fêmea pode colocar de 30 a 400 ovos durante toda a sua vida, com uma produção média de 150 a 160 ovos (Byrne & Bellows Junior, 1991). A taxa de oviposição depende da temperatura e da planta hospedeira e, quando há escassez de alimento, as fêmeas interrompem a postura (Villas Bôas et al., 1997).

A duração do ciclo de desenvolvimento desse inseto varia, principalmente, de acordo com a planta hospedeira e com a temperatura (Valle, 2001), podendo durar de 18 a 19 dias de ovo a adulto e atingir uma média de 11 a 15 gerações por ano (Villas Bôas et al., 1997). O macho tem vida curta, em média 13 dias, podendo oscilar de 9 a 17 dias e as fêmeas têm vida longa, em média 62 dias, podendo variar de 38 a 74 dias (Byrne & Bellows Junior, 1991). Segundo Villas Bôas et al. (1997), *B. argentifolii*, quando criada em tomateiro e repolho, à temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, apresenta o ciclo de ovo a adulto com duração de 22,9 e 25,6 dias, respectivamente.

O tempo de desenvolvimento de ovo a adulto de *B. argentifolii*, para temperaturas de 20°C e 32°C , foi de 36 e 14,6 dias para melão e 37,9 e 16,3 dias para algodão, respectivamente. Não houve desenvolvimento da mosca-branca a qualquer temperatura acima de 35°C em plantas de pimenta (Nava-Camberos et al., 2001).

Villas Bôas et al. (2002) estudaram o potencial biótico da mosca-branca *B. argentifolii* em diferentes plantas hospedeiras e constataram que, no repolho e no feijão, ela apresentou um período pré-imaginal relativamente curto, respectivamente, de 20,5 e 21,9 dias. As maiores porcentagens de mortalidade nesses períodos foram observadas na mandioca (97,9%) e no milho (94,2%).

O tempo de desenvolvimento dessa praga é dependente da temperatura, sendo um fator imprescindível para a determinação do número de gerações. Para

insetos criados em soja, em condições de laboratório, foram observados ciclos biológicos, de 70,9 e 21,8 dias a 15°C e 30°C, com 64% e 90% de viabilidade, respectivamente. Já sob condições de campo, a 30,8°C, foi observada uma maior porcentagem de emergência dos adultos (Albergaria & Cividanes, 2002).

2.3 O silício

2.3.1 O silício e o solo

O silício é um elemento metalóide pertencente ao grupo dos não-metais e representa cerca de 27,7% da crosta terrestre em peso. É o segundo elemento mais abundante, superado somente pelo oxigênio (Malavolta, 1980; Epstein, 1994; Marschner, 1995; Datnoff et al., 1997; Exley, 1998).

Na natureza, o silício ocorre na forma insolúvel, combinado com o oxigênio e demais metais na forma de óxidos (areia, quartzo, cristal de rocha, ametista, ágata e opala) e silicatos (feldspatos, micas, argila, caolim, talco, amianto ou asbestos e granito), uma combinação da sílica (dióxido de silício, SiO_2) com um ou mais óxidos metálicos e água (Malavolta, 1980; Tisdale et al., 1985; Raij, 1991; Exley, 1998).

A faixa de pH ideal na solução do solo, para a absorção do ácido silícico pelas plantas, é de 4 a 9 (Marschner, 1995); acima desta faixa, ocorre a formação de íons silicatados e abaixo ocorre a polimerização do ácido silícico em sílica amorfa ou opala (Mckeague & Cline, 1963; Jones & Handreck, 1967).

A principal fonte natural de silício do solo é o feldspato que, ao sofrer o processo de intemperização, libera o ácido silícico (H_4SiO_4) (Jones & Handreck, 1967; Brady, 1992; Exley, 1998), que é a principal forma de absorção do silício pelas plantas (Malavolta, 1980; Raven, 1983). Segundo Epstein (1999), as membranas biológicas são permeáveis ao ácido silícico.

No entanto, a ação do intemperismo não é suficiente para que o silício natural supra às necessidades das lavouras. É necessária a realização de uma

adubação complementar, como ocorre em solos tropicais e subtropicais após cultivos sucessivos (Silva, 1973; Brady, 1992), na qual este elemento se encontra como limitador da produção e da sustentabilidade da agricultura (Korndörfer & Datnoff, 1995).

Solos muito intemperizados, altamente lixiviados, ácidos, com baixos teores de silício trocável e com baixa relação Si/sexquíóxidos, são considerados pobres em silício disponível para as plantas (Silva, 1973; Brady, 1992; Exley, 1998) e solos orgânicos também possuem limitações quanto à quantidade de silício disponível.

A principal forma de se disponibilizar silício no solo para as plantas é a adição de fertilizantes silicatados, água de irrigação, dissociação de ácido silícico polimérico, liberação de silício dos óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, dissolução de minerais cristalinos e não cristalinos, e decomposição de resíduos vegetais (Savant et al., 1997).

Segundo Alcarde (1992), os silicatos têm comportamento no solo similar ao dos carbonatos de cálcio e magnésio, sendo capazes de elevar o pH e neutralizar o Al trocável quando aplicados como corretivos. Atuam, ainda, nos sítios de troca com fósforo adsorvido nas argilas, deslocando esses nutrientes para a solução do solo, tornando-os assim mais assimiláveis pelas plantas. O silício também pode conferir tolerância às plantas quanto ao excesso da salinidade presente na solução do solo (Ahmad et al., 1992). Para Rodrigues et al. (1999), a adubação à base de silicato de cálcio não altera a condutividade natural de solos tropicais.

Há várias fontes de silício utilizadas na agricultura como corretivos e fertilizantes de solo, das quais podem-se destacar o metasilicato de sódio e de potássio, o ácido silícico e as escórias de siderurgia, que são silicatos de cálcio e magnésio, e os termofosfatos magnesianos (Korndörfer & Datnoff, 1995). O

metasilicato de potássio vem sendo utilizado para o controle de míldio em cultivos de pepino e de roseira na Europa (Belanger et al., 1995).

Resíduos Siderúrgicos têm sido comumente empregados na Europa e nos Estados Unidos como forma de adubação silicatada pelo setor agrícola daqueles locais (Korndörfer & Datnoff, 1995). Essas escórias, que são usadas como fertilizantes e como corretivos de solos, são formadas principalmente de silicatos de cálcio e de magnésio, contendo também outros nutrientes como, P, S, Fe, Zn, Cu, Mn, Mo e Co (Bessoain, 1985).

A escolha de uma boa fonte de silício deve levar em consideração o seu desempenho agrônômico, a alta solubilidade, a alta concentração do elemento na fórmula, a facilidade de manuseio e de aplicação e o baixo custo (Korndörfer & Gaucho, 1999).

2.3.2 O silício e as plantas

A produção vegetal é dependente do suprimento adequado de nutrientes essenciais que estão presentes na solução do solo. Porém, em determinadas condições de solo e cultivo, existem elementos chamados “não essenciais”, como o silício (Epstein, 1994), que podem aumentar o rendimento de algumas espécies cultivadas, promovendo vários processos fisiológicos desejáveis para as plantas (Korndörfer & Datnoff, 1995), como nas gramíneas arroz, cana-de-açúcar, milho, trigo, sorgo, aveia, milheto e forrageiras e outras plantas como feijão, tomate, brássicas, cucurbitáceas e alface (Silva, 1973; Elawad & Green, 1979).

As concentrações de silício nos tecidos vegetais, às vezes, igualam-se às concentrações de nitrogênio e potássio, sendo, portanto, um elemento importante para certos vegetais, apesar de não ser considerado como um elemento essencial para as plantas terrestres (Epstein, 1994; Epstein, 1999).

As diferentes espécies vegetais variam grandemente em sua capacidade de absorver e acumular silício nos tecidos, podendo, em função dos percentuais de SiO_2 na matéria seca da parte aérea, ser classificadas como: a) plantas acumuladoras, que incluem muitas gramíneas como o arroz, contendo de 10% a 15% de SiO_2 (Epstein, 1994); b) intermediárias, com teores de SiO_2 variando de 1% a 5%, como o milho, sorgo, cana-de-açúcar e algumas dicotiledôneas como as cucurbitáceas e c) plantas não-acumuladoras, como o tomateiro e a maioria das dicotiledôneas, apresentando valores inferiores a 0,5% de SiO_2 (Mckeague & Cline, 1963; Jones & Handreck, 1967; Marschner, 1995).

O transporte do silício, na forma de ácido silícico, da raiz até a parte aérea das plantas, é feito através do xilema, e sua distribuição é dependente da transpiração dos órgãos vegetais envolvidos (Jones & Handreck, 1967). A condução do silício na planta é realizada de forma passiva, por meio do movimento ascendente da água no interior da planta. Quanto maior a quantidade de água absorvida, maior será a quantidade de polímeros de sílica amorfa ou opala ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) depositada (Lanning, 1960; Jones & Handreck, 1967).

A absorção de silício por trigo em condições de campo e sua relação com a evapotranspiração e transpiração foram estudadas por Mayland et al. (1991), os quais constataram que a absorção apresentou uma correlação linear positiva com a transpiração.

O custo energético necessário para que haja a absorção do silício pelas plantas é 27 vezes menor do que o da lignina, que é uma substância análoga ao silício (Raven, 1983). O efeito do silício em plantas de soja, cultivadas em solução nutritiva, foi estudado por Miyake & Takahashi (1985), que constataram que não houve gasto de energia para o transporte do ácido silícico das raízes para a parte aérea.

Nas monocotiledôneas (arroz, cana-de-açúcar, trigo, cevada, centeio, milho, aveia, sorgo e milheto, entre outras) o destino da maior parte do silício

transportado das raízes pela corrente transpiratória é a acumulação (precipitado) como SiO_2 em órgãos da parte aérea, tornando-se imóvel (Jones & Handreck, 1967). Nessas plantas, o silício desempenha um papel importante para o crescimento e a produtividade, produção de lignina e formação de folhas (Emadian & Newton, 1989; Belanger et al., 1995; Korndörfer & Datnoff, 1995).

Depósitos radiculares de silício foram detectados principalmente em dicotiledôneas, nas quais o teor de SiO_2 nas raízes é relativamente alto em relação à parte aérea (Jones & Handreck, 1967). Tal deposição de silício foi observada em espécies como o tomate (Okuda & Takahashi, 1964), o pepino (Miyake & Takahashi, 1983) e a soja (Miyake & Takahashi, 1985).

A deposição de silício em folhas novas de trigo ocorre predominantemente na epiderme inferior, enquanto que, em folhas velhas, verifica-se em ambas as epidermes. Resquícios de silício foram detectados em células bulbiformes, células epidérmicas, parede dos tricomas, esclerênquima epidermal e subepidermal, mesofilo e nos diversos tipos de sistemas vasculares presentes nas folhas (Hodson & Sangster, 1988).

A diferença no teor de silício em diferentes partes da planta foi relatada por Jones & Handreck (1967), em trigo, cevada e centeio. Esses autores puderam verificar que as inflorescências dessas plantas continham, aproximadamente, 42% a 45% do total de silício das mesmas, o restante foi distribuído entre as bainhas, lâminas e ápices das folhas, em proporções diferentes, sugerindo que o transporte de silício para a parte aérea das plantas foi determinado pela taxa de transpiração e que, quanto mais velho estiver um tecido vegetal, maior o seu teor de silício.

Ensaios realizados em pepino e em soja, cultivados em solução nutritiva a 100 mg de SiO_2/L , evidenciaram um maior teor de silício na parte aérea das plantas, quando relacionado com o teor de silício das raízes, indicando que o

silício transloca livremente da raiz para a parte aérea. (Miyake & Takahashi, 1983 e 1985).

Jarvis (1987), estudando a translocação do silício em diferentes estádios de crescimento de plantas de trigo e azevém, verificou que, ao adicionar silício logo na fase inicial de crescimento das plantas, esse foi rapidamente translocado para a parte aérea.

Na parte aérea das plantas, o silício é armazenado, em sua maior parte, no apoplasma, sendo depositado após a evaporação da água, ao final da corrente transpiratória, principalmente na parede externa de células epidérmicas presentes em ambas as superfícies das folhas, tornando-se imóvel nesse local e não sendo mais redistribuído (Aston & Jones, 1976; Hodson & Sangster, 1988).

Miyake & Takahashi (1983) estudaram a redistribuição do silício em plantas de pepino, em diferentes estádios fisiológicos e constataram que plantas cultivadas em solução contendo silício se desenvolveram normalmente e que o teor de silício nas folhas mais novas era relativamente mais baixo (1,16% de SiO_2) quando comparado ao das folhas mais velhas (4,32% de SiO_2), demonstrando que o silício não é facilmente redistribuído entre as diferentes partes da planta.

Adatia & Besford (1986) observaram que plantas de pepino cultivadas em solução nutritiva (100 mg de SiO_2/L) apresentaram um aumento no teor da clorofila, maior massa foliar (fresca e seca) específica, atraso na senescência e aumento da rigidez das folhas maduras, as quais mantinham-se mais horizontais. Também notaram um aumento de 50% na atividade da enzima rubisco-carboxilase, responsável pelo aumento da velocidade de reação da fotossíntese, quando comparada àquelas de plantas desenvolvidas em solução com baixa concentração de silício (10 mg de SiO_2/L).

2.3.3 O silício e as pragas

A resistência das plantas é relativa, hereditária, específica e ocorre em determinadas condições, podendo ou não ser mantida em outras condições (Gallo et al., 2002). No entanto, em determinadas situações, uma planta ou um grupo de plantas podem apresentar-se pouco danificados em relação a uma praga, mesmo não possuindo fatores genéticos de resistência, denominada de pseudo-resistência (Lara, 1991).

A pseudo-resistência pode ser dividida em função da condição em que é provocada: assincronia fenológica ou evasão hospedeira, escape e resistência induzida (Lara, 1991; Gallo et al., 2002).

A resistência induzida consiste no aumento do nível de resistência por meio da utilização de agentes externos (bióticos e abióticos), sem qualquer alteração do genoma da planta (Stadnik, 2000), por meio da ativação de genes de defesa que codificam para diversas respostas de defesa dos tecidos vegetais, tais como proteínas (p.ex. quitinases e glucanases); enzimas envolvidas na rota de síntese de fitoalexinas, como a fenilalanina amônia-ase, peroxidase e polifenoloxidase; acúmulo de lignina em tecidos circunvizinhos ao local da injúria, entre outros.

Dentre os fatores abióticos que podem conferir resistência às plantas, pode-se citar o uso de fertilizantes do solo, a irrigação e a drenagem (Gallo et al., 2002). Alguns elementos minerais, como o silício, quando disponíveis em abundância na solução do solo, podem conferir resistência ao ataque de insetos herbívoros e ao desenvolvimento e penetração das hifas dos fungos nos tecidos vegetais (Marschner, 1995).

A proteção conferida às plantas pelo silício pode ser devido ao 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" (Yoshida et al.¹ 1962, citados por Savant et al., 1997). A silicificação da epiderme impede a penetração e a mastigação pelos insetos, devido ao endurecimento da parede das células vegetais (Datnoff et al., 1991).

Takahashi (1995) observou, em folhas de trigo, que a penetração e o desenvolvimento de hifas de fungos e o ataque de insetos-praga eram limitados pela formação de uma dupla camada de sílica abaixo da cutícula das células epidérmicas das folhas. Barbosa et al. (2000) relataram que mais de 90% do silício em plantas de arroz encontravam-se na forma de sílica gel, localizada principalmente na epiderme das folhas. Essa camada de sílica gel forma uma barreira mecânica que reduz as perdas de água por transpiração e previne a invasão de fungos e ataques de insetos herbívoros (Belanger et al., 1995; Datnoff et al., 1997).

O efeito da aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta-do-cartucho *S. frugiperda* foi avaliado por Goussain et al. (2002), que verificaram maior mortalidade e canibalismo de lagartas ao final do segundo instar, quando alimentadas com folhas de plantas de milho tratadas com silicato de sódio. Também foi observado que houve um desgaste acentuado na região incisora das mandíbulas das lagartas, devido, possivelmente, à ação da barreira mecânica proporcionada pela deposição de silício na parede celular das folhas tratadas.

No entanto, essa barreira mecânica formada pelo acúmulo de sílica nas células epidérmicas do tecido vegetal não é a única forma de defesa ao ataque de insetos ou à penetração das hifas de fungos (Chérif et al., 1992a; Chérif et al., 1994).

¹ YOSHIDA, S.; OHNISHI, Y.; KITAGISHI, K. Histochemistry of silicon in rice plant. *Soil Science and Plant Nutrition*, Tokyo, v.8, p.107-111, 1962.

Estudos relacionados com a distribuição do silício em injúrias causadas por *Phytium* spp. em plantas de pepinos infectadas foram realizados por Chérif et al. (1992b). Esses autores observaram uma barreira mecânica e um maior acúmulo de compostos fenólicos e lignina no local da infecção, em comparação com plantas dos tratamentos sem silício. Stein et al. (1993), observando plantas de pepino infectadas com o fungo *Colletotrichum lagenarium*, verificaram uma maior lignificação do tecido foliar ao redor dos locais das infecções, devido à presença do silício.

Chérif et al. (1994) verificaram um aumento na atividade da peroxidase, polifenoloxidase, quitinase e p-glucosidase em plantas de pepino tratadas com silício e infectadas com *Pythium* spp., quando comparadas com plantas não tratadas com silício. Isso demonstra que o silício é capaz de aumentar a expressão dessas substâncias de defesa da planta em resposta à infecção do fungo. Dreyer & Campbell (1987) relataram que o mecanismo de defesa dos tecidos vegetais ao ataque de insetos sugadores é semelhante àquele relacionado ao ataque de microrganismos maléficos.

Kin & Heinrichs (1982) estudaram o efeito de quatro doses de silício (0, 50, 100 e 150 ppm/SiO₂) em solução nutritiva em plântulas de arroz, e observaram que poucas ninfas da cigarrinha *Sogatella furcifera* (Horváth) (Hemiptera: Delphacidae) transformaram-se em adultos nas plantas tratadas com silício e que o número de machos cresceu com o aumento da dose desse mineral.

Subramanian & Gopaldaswamy (1988), estudando o efeito de diferentes fontes de silício sobre o tripses *Stenchaetothrips biformis* (Bagnall) (Thysanoptera: Thripidae), a mosca-da-galha *Orseolia oryzae* (Wood-Mason) (Diptera: Cecidomyiidae) e a lagarta-enroladeira *Cnaphalocrocis medinalis* (Guenee) (Lepidoptera: Pyralidae) na cultura do arroz, observaram que nos tratamentos em que foi adicionado silício, o número de tripses/folha foi significativamente menor em relação ao tratamento sem silício. Constatou-se

ainda que a população da mosca-da-galha e da lagarta-enroladeira diminuiu com a adição de silício.

Baker (1989) verificou a resistência de genótipos de capim ao ataque do gorgulho-das-pastagens *Listronotus bonariensis* (Kruschel) (Coleoptera: Curculionidae), observando uma correlação negativa entre o número de ovos ovipositados nas plantas e a densidade de depósitos de silício na superfície abaxial das bainhas das folhas. Essa correlação também foi verificada para a alimentação das larvas. Carvalho et al. (1999) estudaram o efeito do silício em plantas de sorgo ao pulgão-verde *S. graminum* e observaram que o silício causou redução na preferência e na reprodução dessa praga.

O efeito da aplicação de silicato de sódio na resistência de plantas de trigo ao pulgão-verde *S. graminum* foi estudado por Basagli et al. (2003), em teste de preferência com chance de escolha. Segundo esse autor, os tratamentos contendo silício afetaram a preferência do pulgão-verde, conferindo às plantas de trigo uma moderada resistência. Os testes também demonstraram que a aplicação de silício afetou os parâmetros biológicos do pulgão-verde, como longevidade e a produção de ninfas, reduzindo o potencial reprodutivo das fêmeas em plantas de trigo tratadas com esse elemento.

Bowles (1990) relatou que há uma resposta fitoquímica rápida da planta ao ataque de insetos e patógenos, tais como a ativação e indução enzimática, o aumento da produção de pequenas moléculas orgânicas e proteínas (metabólitos secundários) e a síntese de polímeros estruturais nos locais das injúrias.

Gatehouse (2002) observou que a defesa da planta ao ataque de insetos herbívoros pode vir na forma de uma barreira mecânica (lignificação ou a produção de resina) ou na forma de um sinal bioquímico, resultando no impedimento à alimentação ou oviposição do inseto, ou agir como uma toxina letal. Também verificou que os sinais bioquímicos produzidos pelas plantas, ao

sofrerem um ataque, são transmitidos a todos os seus órgãos ou tecidos, ou mesmo entre plantas vizinhas.

Os efeitos de injúrias mecânicas e químicas de insetos herbívoros no aumento da atividade das enzimas proteinase, polifenol oxidase, peroxidase e lipoxigenases foram observados por Stout et al. (1994) em plantas de tomate *L. esculentum*. Gomes (2003) observou a indução de resistência em plantas de trigo por silício e pela pré-infestação do pulgão-verde *S. graminum*, demonstrando que o silício potencializa a expressão das enzimas peroxidase, polifenoloxidase e fenilalanina amônia-liase em plantas pré-infestadas com o pulgão. Também verificou que o silício induziu a resistência ao pulgão-verde em plantas de trigo, possivelmente pela ativação da síntese de compostos de defesa da planta, afetando a preferência e a taxa de crescimento populacional desse inseto.

2.4 O acibenzolar-S-methyl (BTH)

Em várias espécies de plantas, após a infecção por agentes exógenos (insetos ou patógenos), os mecanismos de resistência são ativados, conferindo à planta uma proteção local ou sistêmica e, às vezes, duradoura. Quando o processo desencadeia uma proteção sistêmica, o fenômeno é conhecido como resistência sistêmica adquirida (“systemic acquired resistance” ou SAR) (Marchi et al., 1999).

O caráter da SAR dado às plantas pode ser transmitido por enxertia (Roncatto, 1997) e até pelas plantas vizinhas (Gatehouse, 2002). A SAR é um tipo de resistência induzida dependente da temperatura, da duração do efeito protetor, do ataque de insetos ou patógenos, da velocidade de expressão, da intensidade luminosa, da planta utilizada e do tipo e da concentração do elicitador (Baldwin & Schultz, 1983; Tschardt et al., 2001).

Um composto é considerado um indutor ou elicitador de resistência quando provoca alguma resposta de defesa na 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).

Os elicitores podem ser divididos em bióticos (herbivoria e microrganismos patogênicos) (Dangl, 1998) e abióticos (agentes químicos), como o ácido salicílico, ácido poliacrílico, fitohormônios (auxina, citocinina, ácido abscísico e etileno) (Chen et al., 1993; Jung et al., 1993; Vandamme et al., 1993; Silva, 2002) e elementos minerais, como o silício (Stein et al., 1993; Chérif et al., 1994).

O sucesso do processo da SAR parece estar relacionado à capacidade de geração, por parte das plantas, de uma molécula sinalizadora secundária, responsável pela amplificação dos sinais primários de reconhecimento (Yang et al., 1997), possibilitando a tradução destes sinais em respostas de defesa que ocorrem em células distantes do sítio de infecção (Klessig & Malamy, 1994).

Dentre as moléculas secundárias que funcionam como sinalizador endógeno no processo de resistência sistêmica adquirida, pode-se citar o ácido salicílico (Conti et al., 1996), o ácido jasmônico e seu éster metil (Sticher et al., 1997) e o etileno (Mauch et al., 1984). Sinais elétricos, induzidos por ferimentos e um peptídeo, constituído de 18 aminoácidos, denominado “sistemina”, que é produzido em resposta ao ataque de insetos, também têm sido propostos como sinais endógenos capazes de ativar mecanismos de defesas, como a produção de inibidores de proteinases (Sticher et al., 1997).

Felton et al. (1994), investigando efeito da herbivoria por *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) na resistência induzida em tomateiro, soja, feijoeiro e algodão, verificaram diminuição na taxa de crescimento das lagartas e aumento na atividade da lipoxigenase, enzima envolvida no mecanismo de defesa das plantas. Um aumento na atividade das enzimas oxidativas, após a herbivoria por *H. zea* em plantas de feijão, foi correlacionado com a redução da

taxa de crescimento e da condição oxidativa do intestino destes insetos (Bi & Felton, 1995).

Owusu et al. (1994) mostraram que a alimentação de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae), em plantas de *Solanum integrifolium*, aumentaram a atividade da peroxidase, que é a enzima responsável pela indução dos sinais de defesa dos vegetais.

A indução de mecanismos de defesa associados à SAR depende primordialmente da ocorrência de uma rápida e coordenada ativação de genes de defesa das plantas (Ward et al., 1991). Diversas moléculas de origem natural ou sintética vêm sendo utilizadas na indução desse processo de defesa dos vegetais. Dentre as moléculas naturais utilizadas como indutoras de respostas de defesa, destacam-se os oligossacarídeos da parede celular de patógenos como glucanas, derivados de quitina, glicoproteínas, peptídeos e, ainda, polissacarídeos da parede celular vegetal (Hann, 1996).

Alguns compostos de natureza sintética, como o ácido salicílico (AS), o ácido 2,6-dicloroisonicotínico (INA) e o éster 2-metil benzo-(1,2,3)-tiadiazole-7-carbotióico, de nome químico acibenzolar-S-methyl (BTH), podem levar de forma similar, ao indutores bióticos, à ativação de genes que codificam a resistência de plantas (Kessmann et al., 1994). A principal característica desses compostos é a presença da atividade antimicrobiana (Kunz et al., 1997).

Klessig & Malamy (1994) relataram que o ácido salicílico está envolvido em variados processos do metabolismo vegetal, atuando inclusive como sinal endógeno no florescimento, respiração e resistência a agentes externos (herbívoros e doenças). Dann et al. (1996) demonstraram haver um acúmulo de glucanases e quitinases em plantas de feijão induzidas pelo INA. Apesar de ser utilizado em estudos sobre resistência induzida, o INA apresenta certo grau de fitotoxidez em algumas espécies vegetais, característica que limita o seu uso em escala comercial (Görlach et al., 1996).

O acibenzolar-S-methyl (BTH) é o único composto até o momento liberado no mercado mundial para a comercialização (Friedrich et al., 1996; Görlach et al., 1996; Lawton et al., 1996), mostrando-se como o mais potente indutor de resistência quando comparado ao AS e INA. Além de não ter apresentado fitotoxidez em vegetais (Görlach et al., 1996; Kunz et al., 1997), é facilmente translocado pelos tecidos da planta (Friedrich et al., 1996).

O acibenzolar-S-methyl (BTH) está sendo comercializado na Europa para culturas de inverno com o nome comercial de Bion[®] e nos Estados Unidos como Actigard[®]. No Brasil, o composto BTH vem sendo vendido com o nome comercial de Bion[®] 500 WG, na forma de um granulado dispersível, contendo 50% do ingrediente ativo.

Estudos envolvendo o composto BTH demonstraram que houve a indução de resistência a doenças em culturas de importância econômica, em países de clima temperado do continente europeu. O BTH induziu resistência em plantas de trigo contra o fungo *Blumeria (=Erysiphe) graminis* f. sp. *tritici*, agente causal do oídio do trigo. Reduções nos sintomas da doença, na ordem de 35%, foram observadas por esses autores em campo, utilizando-se uma dosagem de apenas 30 g/ha, aliadas a um incremento na produção de 18%, em relação a lavouras nas quais utilizaram-se produtos fitossanitários tradicionais (Görlach et al., 1996).

A aplicação de BTH em plantas de feijão e abóbora estimulou a atividade das enzimas peroxidases (indutoras da SAR), conferindo uma maior resistência às plantas tratadas quando comparadas àquelas não tratadas (Strobel et al., 1996; Zhang et al., 1996; Siegrist et al., 1997).

Oswald et al. (1998) estudaram a influência do BTH no acúmulo de fitoalexinas do tipo deoxiantocianidinas em tecidos de sorgo e obtiveram resultados que evidenciaram o acúmulo das fitoalexinas em função direta de aumentos na concentração de BTH. Paradela et al. (2001) verificaram a

eficiência do BTH como indutor de resistência a insetos vetores de fitovirose na cultura do tomateiro. Na ocasião, foi registrado, em cultivos de verão, que os melhores resultados para o controle de tripses foram alcançados quando se utilizou o BTH mais o fungicida difenoconazole e BTH mais difenoconazole e o inseticida pymetrozine.

Inbar et al. (2001), observando a indução da resistência adquirida por BTH em plantas de algodão contra insetos transmissores de doença, constataram que a aplicação do ativador acibenzolar-S-methyl não reduziu a preferência para oviposição da mosca-branca em folhas novas ou a preferência para alimentação de *Helicoverpa armigera* (Hübner) em folhas novas e velhas. Entretanto, verificaram que a aplicação do BTH induziu a aumentos significativos nos níveis da atividade das enzimas quitinase, peroxidase e 1,3-glucanase das folhas novas e velhas do algodoeiro, indicando haver algum efeito de resistência localizada.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Criação de manutenção de *B. argentifolii*

A criação de *B. argentifolii* foi realizada em casa de vegetação do Departamento de Entomologia, da Universidade Federal de Lavras (UFLA), proveniente de insetos de laboratório.

Para o estabelecimento da criação, utilizaram-se plantas de pepino do tipo 'Caipira Japonês' como hospedeiro, em local livre do inseto. Foram semeadas 5 sementes por vaso, contendo 2 kg de substrato composto de terra (latossolo vermelho-escuro) e esterco de bovino curtido na proporção de 3:1 e adubado com 6,5 g da fórmula 4-14-8/kg de substrato. Procedeu-se a um desbaste após a emergência das plântulas para garantir um estande final de duas plantas/vaso. Foi realizada uma adubação em cobertura com uréia e cloreto de potássio, respectivamente, nas dosagens de 0,75 g/kg e 0,30 g/kg de substrato, 15 dias após a emergência das plântulas. A irrigação, por aspersão, foi realizada diariamente.

Após 20 dias da emergência das plântulas, os vasos foram colocados no local definitivo da criação dos insetos, sendo acondicionados em uma gaiola de 5 m de comprimento, 3 m de altura e 3 m de largura, mantidos sobre uma bancada de 1,0 x 1,0 x 2,0 m, e substituídos à medida que as plantas entravam no período de senescência. Vistorias no local da criação foram efetuadas com o objetivo de eliminar plantas doentes ou infestadas por parasitóides.

3.2 Metodologia geral

Para verificar o efeito da adubação de plantas de pepino com silicato de cálcio e a aplicação do ativador acibenzolar-S-methyl (BTH) na preferência e biologia da mosca-branca, foram conduzidos experimentos em casa de

vegetação e no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas do Departamento de Entomologia da UFLA, Lavras, MG, no período de 10 de janeiro a 20 de dezembro de 2003. Os tratos culturais foram os mesmos utilizados na criação de manutenção da *B. argentifolii*.

Os ensaios constaram dos seguintes tratamentos: 1) testemunha; 2) aplicação de 3,0 g de silicato de cálcio (62% de SiO₂ e 18,5% de CaO)/kg de solo, incorporado diretamente no substrato; 3) duas aplicações de 200 mL de solução a 1% de silicato de cálcio/vaso aspergido sobre as plantas, aos cinco e 15 dias após a sua emergência; 4) duas aplicações de 100 mL de solução a 0,005% de acibenzolar-S-methyl/vaso, aspergido sobre as plantas, aos cinco e 15 dias após a sua emergência e 5) aplicação de silicato de cálcio e de acibenzolar-S-methyl nas mesmas dosagens dos tratamentos 3 e 4. Para eliminar o efeito isolado do cálcio, aplicou-se 1 g de carbonato de cálcio no tratamento 1 (testemunha).

3.3 Teste de preferência com chance de escolha em casa de vegetação

Para realização deste ensaio, foram plantadas sementes de pepino em 60 vasos, com capacidade de 2 L, em local isento de mosca-branca, onde receberam os respectivos tratamentos e tratos culturais citados anteriormente. Após 20 dias da emergência das plântulas, 50 vasos de pepino, o correspondente às dez repetições dos cinco tratamentos, foram selecionados ao acaso e acondicionados, de acordo com o vigor das plantas, em uma gaiola de 2 m de largura, 3 m de comprimento e 2 m de altura, dispostos aleatoriamente sobre uma bancada metálica. Em seguida, adultos de *B. argentifolii* foram coletados, com o auxílio de sugador manual, em plantas de pepino provenientes da criação de manutenção e introduzidos no interior da gaiola por um período de 24 horas, na proporção de 100 indivíduos/planta, totalizando dez mil indivíduos.

Procedeu-se, decorridas 24 horas à remoção dos adultos liberados e, após cinco dias, realizou-se a avaliação da preferência da mosca-branca para oviposição em todas as folhas de uma das plantas escolhida ao acaso de cada tratamento, as quais foram vistoriadas sob lupa de 20x, contando-se o número de ovos. Para verificar o efeito dos tratamentos na sobrevivência de ninfas, 18 dias após a liberação da mosca-branca, folhas de toda a planta, anteriormente avaliada, foram vistoriadas, contando-se o número de ninfas de 4^o instar.

O ensaio foi conduzido à temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $70\pm 10\%$, registradas por meio de um termohigrógrafo colocado no interior da gaiola.

Os dados do número de ovos e de ninfas foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2001), sendo as médias comparadas pelo teste de Scott & Knott (1974), a 5% de significância.

3.4 Teste de preferência sem chance de escolha em casa de vegetação

Para a realização do bioensaio, foram plantadas sementes de pepino em 60 vasos de 2 L cada, em local isento de *B. argentifolii*, onde receberam os respectivos tratamentos e tratos culturais citados anteriormente. Após 20 dias da emergência das plântulas, 50 vasos de pepino, o correspondente às dez repetições dos cinco tratamentos, foram selecionados ao acaso, de acordo com o vigor das plantas e acondicionados individualmente em gaiolas de 30 cm de largura, 30 cm de comprimento e 50 cm de altura, teladas com tecido *voile* branco, dispostas ao acaso sobre uma bancada metálica. Posteriormente, adultos de *B. argentifolii* foram coletados, com o auxílio de sugador manual, em plantas de pepino provenientes da criação de manutenção e introduzidos no interior das gaiolas na proporção de 100 adultos/planta, por um período de 24 horas, totalizando 200 indivíduos/gaiola.

Decorridas 24 horas, procedeu-se à remoção dos adultos liberados e, após cinco dias, realizou-se a avaliação da preferência da mosca-branca para oviposição em todas as folhas de uma das plantas escolhida ao acaso de cada tratamento, as quais foram vistoriadas sob lupa de 20x, contando-se o número de ovos. Para verificar o efeito dos tratamentos na sobrevivência de ninfas, 18 dias após a liberação da mosca-branca, folhas de toda a planta de pepino, anteriormente avaliada, foram vistoriadas, contando-se o número de ninfas de 4^o instar.

O ensaio foi conduzido à temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $70 \pm 10\%$, registradas por meio de um termohigrógrafo colocado no interior da casa de vegetação.

Os dados do número de ovos e de ninfas foram submetidos à análise de variância por meio do programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2001), sendo as médias comparadas pelo teste de Scott & Knott (1974), a 5% de significância.

3.5 Aspectos biológicos da mosca-branca

Para a execução deste bioensaio, foram plantadas sementes de pepino em 20 vasos com capacidade 2 L cada, em local isento de mosca-branca, onde receberam os respectivos tratamentos e tratos culturais citados anteriormente. Após 20 dias da emergência das plântulas, 5 vasos de pepino, o correspondente a cinco tratamentos, foram selecionados ao acaso e transferidos, de acordo com o vigor das plantas, para o laboratório, sendo acondicionados em sala climatizada à temperatura de $24 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Em seguida, foram coletados, com o auxílio de sugador manual, 10 adultos de *B. argentifolii*, procedentes da criação de manutenção e introduzidos no interior de microgaiolas, fixadas nas folhas de pepino, por um período de 24 horas. As microgaiolas utilizadas eram feitas de plástico transparente (2,5 cm de diâmetro e 2 cm de altura), tendo um dos lados coberto com tecido *voile* branco

e a borda do outro lado coberta por espuma (5 mm de espessura) para evitar a fuga dos insetos. Essas microgaiolas foram fixadas nas folhas das plantas por meio de um prendedor de alumínio, que teve uma das hastes presa no tecido e a outra em um pedaço de cartolina de diâmetro maior ao da gaiola (Figura 1).

Posteriormente, isolaram-se dois ovos por microgaiola, num total de duas ou três microgaiolas por folha, constituindo um montante de 18 ovos em cada planta. Os vasos continham 4 plantas, num total de 72 ovos para cada tratamento. O delineamento foi inteiramente ao acaso, com 5 tratamentos e 4 repetições. Os ovos e as ninfas foram observados diariamente, para se registrar a sobrevivência e o tempo de desenvolvimento de cada uma dessas fases.

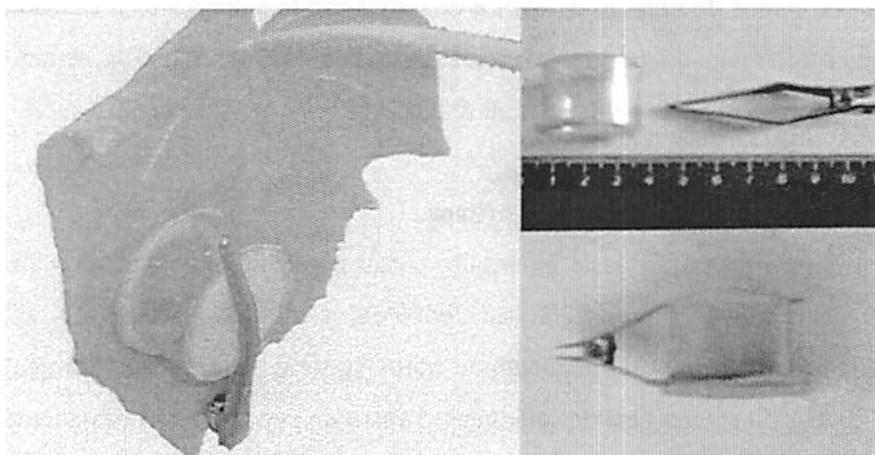


FIGURA 1. Gaiola utilizada para a determinação dos aspectos biológicos da mosca-branca.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância por meio do programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2001), sendo as médias comparadas pelo teste de Scott e Knott (Scott & Knott, 1974). Aqueles dados relativos à mortalidade dos estádios imaturos de *B. argentifolii* foram agrupados por planta e transformados em arco-seno da raiz quadrada de $(x / 100)$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Teste de preferência com chance de escolha em casa de vegetação

Houve efeito do silicato de cálcio e do BTH na preferência para oviposição de *B. argentifolli* em folhas de plantas de pepino nos testes com chance de escolha (Tabela 1). No tratamento em que foi aplicado o silicato de cálcio via solo, verificou-se redução na oviposição da mosca-branca em relação à testemunha. Porém, esse efeito foi intermediário quando comparado à aplicação foliar de silício e/ou BTH. As plantas que receberam tratamento foliar com silicato de cálcio, isoladamente ou em conjunto com BTH, por sua vez, proporcionaram oviposição de 223,1 e 220,5 ovos, em média, respectivamente.

TABELA 1. Número médio de ovos e de ninfas de quarto instar (\pm EP) de *Bemisia argentifolli* em plantas de pepino tratadas com silicato de cálcio (CaSiO_3) e acibenzolar-S-methyl (BTH), em teste com chance de escolha.

Tratamentos	Ovos	Ninfas
Testemunha	487,0 \pm 28,11 a	425,6 \pm 24,07 a
CaSiO_3 solo	317,2 \pm 33,92 b	216,0 \pm 17,82 b
CaSiO_3 foliar	223,1 \pm 16,47 c	144,5 \pm 12,37 c
BTH foliar	208,2 \pm 17,43 c	147,3 \pm 13,80 c
CaSiO_3 +BTH foliar	220,5 \pm 13,61 c	128,2 \pm 6,43 c
CV (%)	23,63	22,42

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott e Knott ($P < 0,05$).

No tratamento das plantas com BTH foliar, a oviposição foi reduzida em cerca de 57,25% em relação ao tratamento testemunha. Esse resultado discorda do obtido por Inbar et al. (2001), que não observaram redução na preferência para oviposição da mosca-branca *B. tabaci* em folhas novas de plantas de algodão tratadas com o ativador acibenzolar-S-methyl. Sugere-se que a redução na oviposição por *B. argentifolii* em plantas de pepino tratadas com silicato de cálcio e/ou BTH pode estar relacionada com o comportamento do inseto de ovipositar, preferencialmente, em substratos que garantam o desenvolvimento de suas ninfas, assegurando a sobrevivência da espécie.

Estudos realizados por Toscano et al. (2003), avaliando a preferência para oviposição de *B. tabaci*, biótipo B, em cultivares de algodoeiro, em testes com chance de escolha, demonstraram que a cultivar Deltapaine Acala 90 (pilosa, estimulante) foi preferida para oviposição quando comparada com a cultivar Antares (glabra, deterrente), evidenciando resistência do tipo não-preferência para oviposição a *B. tabaci*. Esses resultados evidenciaram a capacidade da mosca-branca em distinguir hospedeiro, preferindo ovipositar sobre plantas hospedeiras de melhor qualidade.

Verificou-se também redução no número de ninfas de quarto instar de *B. argentifolii* em plantas de pepino tratadas com silicato de cálcio e/ou BTH (Tabela 1). A redução observada no número médio de ninfas de *B. argentifolii* sobre plantas de pepino tratadas com silicato de cálcio e BTH, isolados ou em conjunto, pode estar associada a uma possível indução, nas plantas, da produção de substâncias defensivas. Neste caso, o silicato de cálcio (silício) e o BTH funcionariam como elicitores de substâncias de defesa, tais como as enzimas peroxidase, polifenoloxidase, fenilalanina amônia-liase (Bowles, 1990; Chérif et al., 1994; Görlach et al., 1996; Resende et al., 2000; Inbar et al., 2001; Gomes, 2003).

Gomes (2003) verificou que o silicato de cálcio induziu resistência em plantas de trigo ao ataque de ninfas e adultos do pulgão-verde-do-sorgo *S. graminum*, possivelmente pela ativação da síntese de compostos de defesa na planta. Por outro lado, Inbar et al. (2001) observaram que a aplicação de BTH induziu a aumentos significativos nos níveis da atividade das enzimas quitinase, peroxidase e 1,3-glucanase, em folhas de algodoeiro. A eficiência do BTH como indutor de resistência a insetos vetores de fitoviroses na cultura do tomateiro, em conjunto com os produtos fitossanitários difeconazole e pymetozine foi constatada por Paradela et al. (2001) em testes com chance de escolha.

4.2 Teste de preferência sem chance de escolha em casa de vegetação

Aplicações de silicato de cálcio e de BTH em plantas de pepino não causaram reduções significativas no número médio de ovos de *B. argentifolii* no teste sem chance de escolha (Tabela 2). Observou-se que, na ausência de um substrato adequado para oviposição ou alimentação, a mosca-branca tendeu a ovipositar ou alimentar-se sobre hospedeiros inadequados ao seu desenvolvimento.

Toscano et al. (2003), estudando a preferência para oviposição de *B. tabaci*, biótipo B, em cultivares de algodoeiro, também verificaram não haver preferência na postura deste inseto em testes sem chance de escolha, concordando com os resultados obtidos no presente trabalho.

Em relação ao número médio de ninfas de quarto instar de *B. argentifolii*, verificou-se redução significativa nos tratamentos que receberam silicato de cálcio e BTH, isolados ou em conjunto. As reduções observadas em relação ao número médio de ninfas de *B. argentifolii* sobre plantas de pepino tratadas com silício e BTH, independente da forma de aplicação, podem estar relacionadas à indução na formação de substâncias de defesa nas plantas,

modificando suas atividades fisiológicas e/ou estruturas morfológicas (Dixon et al. 1994; Oswald et al. 1998; Gatehouse 2002).

TABELA 2. Número médio de ovos e ninfas de quarto instar (\pm EP) de *Bemisia argentifolii* em plantas de pepino tratadas com silicato de cálcio (CaSiO_3) e acibenzolar-S-methyl (BTH), em teste sem chance de escolha.

Tratamentos	Ovos	Ninfas
Testemunha	476,2 \pm 32,35 a	416,0 \pm 24,20 a
CaSiO_3 solo	393,0 \pm 41,70 a	310,6 \pm 27,00 b
CaSiO_3 foliar	388,7 \pm 32,92 a	233,1 \pm 19,37 c
BTH foliar	367,0 \pm 20,63 a	207,3 \pm 12,30 c
CaSiO_3 +BTH foliar	359,8 \pm 31,01 a	180,4 \pm 14,97 c
CV (%)	25,20	22,88

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott e Knott ($P < 0,05$).

4.3 Aspectos biológicos da mosca-branca

Verificou-se que a duração da fase de ovo de *B. argentifolii* não foi alterada por nenhum dos tratamentos aplicados, variando de 6,01 dias na testemunha a 6,56 dias sobre plantas que receberam a aplicação foliar de BTH. No entanto, houve diferenças significativas no desenvolvimento das ninfas de primeiro, segundo, terceiro e quarto instares, bem como na duração do ciclo total de *B. argentifolii*, quando alimentadas sobre as plantas de pepino tratadas com silicato de cálcio e BTH, independente da forma de aplicação (Tabela 3).

O aumento no período de desenvolvimento de todos os estádios ninfais e no ciclo total da mosca-branca pode estar relacionado à presença de substâncias

de defesa que podem causar efeitos adversos sobre a biologia do inseto. Nesse caso, podem ocorrer alterações no crescimento, bem como sintomas de intoxicação. Gatehouse (2002) observou que a defesa da planta ao ataque de insetos herbívoros pode ser expressa na forma de uma barreira mecânica (lignificação ou produção de resina) ou na forma de um sinal bioquímico, resultando no impedimento à alimentação ou oviposição do inseto.

Em relação ao período de desenvolvimento de ninfas de segundo, terceiro e quarto instares, observou-se que todos os tratamentos causaram aumento significativo na duração de cada estágio, porém, não diferenciaram-se entre si, com médias que variaram de 3,63 a 4,06 dias, 3,56 a 3,98 dias e 6,35 a 6,80 dias, respectivamente (Tabela 3).

Também se verificou aumento significativo na duração do desenvolvimento de ninfas de primeiro instar de *B. argentifolii* alimentadas sobre plantas de pepino tratadas com silicato de cálcio e BTH. No entanto, não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos que receberam a aplicação de silicato de cálcio via foliar ou via solo, apresentando médias que oscilaram de 4,55 e 4,62 dias, respectivamente. O mesmo foi observado para os tratamentos que receberam aplicação foliar de BTH isolado ou combinado com o silício, com médias de 5,24 e 5,49 dias, respectivamente.

TABELA 3. Duração média (\pm EP) dos estágios imaturos e do ciclo total de *Bemisia argentifolii* em plantas de pepino tratadas com silicato de cálcio (CaSiO_3) e acibenzolar-S-methyl (BTH).

Tratamentos	Duração (dias)					
	Ovo	Ninfa 1	Ninfa 2	Ninfa 3	Ninfa 4	Ciclo
Testemunha	6,01 \pm 0,09 a	3,12 \pm 0,15 a	2,34 \pm 0,10 a	2,50 \pm 0,13 a	5,23 \pm 0,16 a	19,2 \pm 0,31 a
CaSiO_3 solo	6,16 \pm 0,11 a	4,62 \pm 0,12 b	3,63 \pm 0,13 b	3,56 \pm 0,14 b	6,35 \pm 0,17 b	24,3 \pm 0,29 b
CaSiO_3 foliar	6,29 \pm 0,14 a	4,55 \pm 0,11 b	3,81 \pm 0,15 b	3,61 \pm 0,12 b	6,58 \pm 0,13 b	24,8 \pm 0,30 b
BTH foliar	6,56 \pm 0,15 a	5,24 \pm 0,14 c	3,99 \pm 0,14 b	3,81 \pm 0,12 b	6,80 \pm 0,11 b	26,4 \pm 0,34 c
CaSiO_3 +BTH foliar	6,36 \pm 0,17 a	5,49 \pm 0,14 c	4,06 \pm 0,12 b	3,98 \pm 0,11 b	6,76 \pm 0,11 b	26,8 \pm 0,35 c
CV (%)	12,81	17,83	21,45	21,43	13,44	8,10

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

A duração do ciclo total de *B. argentifolii* foi afetada significativamente por todos os tratamentos avaliados. Insetos que se desenvolveram sobre plantas que receberam aplicação foliar e via solo de silicato de cálcio apresentaram ciclo total médio de 24,8 e 24,3 dias, respectivamente. Aqueles que se desenvolveram, por sua vez, sobre plantas tratadas com BTH e silicato de cálcio + BTH, apresentaram médias de 26,4 e 26,8 dias, respectivamente.

A viabilidade na fase de ovo de *B. argentifolii* não foi afetada por nenhum dos tratamentos testados e variou de 90,3% em plantas que receberam aplicação de silício via solo, a 84,7% em plantas tratadas com silicato de cálcio + BTH. No entanto, houve diferenças significativas em relação à mortalidade no estágio ninfal desse inseto. O tratamento com silicato de cálcio via solo causou uma mortalidade intermediária (33,8%) em relação aos demais tratamentos. Aplicações foliares de silicato de cálcio e BTH, isoladamente ou em conjunto, causaram uma mortalidade durante a fase ninfal que variou de 47,9% a 53,9% (Tabela 4).

Os resultados obtidos no presente trabalho em relação à mortalidade de ninfas sugerem que o silicato de cálcio e o BTH agiram, provavelmente, como elicitores de substâncias relacionadas com a defesa da planta, frente ao ataque de insetos herbívoros. Inbar et al. (2001) verificaram que a aplicação do BTH induziu aumentos significativos nos níveis da atividade das enzimas quitinase, peroxidase e 1,3-glucanase em folhas de algodoeiro, indicando haver uma certa resistência localizada ao ataque da mosca-branca. Gomes (2003) verificou que a aplicação de silicato de cálcio sobre plantas de trigo atuou como indutora de resistência ao pulgão *S. graminum*, possivelmente devido à ativação da síntese de compostos de defesa da planta, afetando a preferência e a taxa de crescimento populacional desse inseto. Dessa forma, pode-se supor que a redução na população da mosca-branca deve estar relacionada com a síntese de compostos secundários de defesa.

TABELA 4. Viabilidade de ovos e mortalidade (média ± EP) de *Bemisia argentifolii* em plantas de pepino tratadas com silicato de cálcio (CaSiO₃) e acibenzolar-S-methyl (BTH).

Tratamentos	Viabilidade ovos (%)	Mortalidade (%)	
		Ninfa	Ciclo
Testemunha	91,7 ± 1,60 a	13,6 ± 1,36 a	20,8 ± 1,39 a
CaSiO ₃ solo	90,3 ± 1,39 a	33,8 ± 3,56 b	40,3 ± 2,66 b
CaSiO ₃ foliar	88,9 ± 2,27 a	47,9 ± 2,83 c	54,2 ± 1,39 c
BTH foliar	86,1 ± 3,59 a	48,5 ± 2,05 c	55,6 ± 3,21 c
CaSiO ₃ + BTH foliar	84,7 ± 2,66 a	53,9 ± 4,55 c	61,2 ± 3,32 c
CV (%)	15,49	8,76	7,17

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott e Knott (P<0,05).

De maneira geral, os resultados indicaram que a aplicação foliar de silício e BTH, isolados ou em mistura, pode causar redução na preferência da *B. argentifolii* para oviposição, aumento no período de desenvolvimento do inseto e mortalidade de ninfas, apresentando, portanto, potencial para o manejo da mosca-branca em cultura de pepino.

5 CONCLUSÕES

O silicato de cálcio e o acibenzolar-S-methyl (BTH), aplicados em plantas de pepino, induzem à não-preferência para oviposição de *B. argentifolii*.

O silicato de cálcio e o acibenzolar-S-methyl (BTH) afetam a duração do período ninfal, bem como a duração do ciclo total de *B. argentifolii*.

O silicato de cálcio e o acibenzolar-S-methyl (BTH) causam mortalidade de ninfas de *B. argentifolii*.

O silicato de cálcio e o acibenzolar-S-methyl (BTH) são produtos que apresentam potencial para a utilização no manejo de *B. argentifolii* em pepino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADATIA, M. H.; BESFORD, R. T. The effects of silicon on cucumber plants grown in recirculating nutrient solution. *Annals of Botany*, London, v. 58, n. 3, p. 343-351, Sept. , 1986.
- AGRIANUAL - Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2004. 546 p.
- ALBERGARIA, N. M. M. S.; CIVIDANES, F. J. Exigências térmicas de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 31, n. 3, p. 359-363, July/Sept. 2002.
- ALCARDE, J. C. Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações. São Paulo: ANDA, 1992. (Boletim Técnico, n. 6).
- AHMAD, R.; ZAHEER, S. H.; ISMAIL, S. Role of silicon in salt tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Science*, Limerick, v. 85, n. 1, p. 43-50, 1992.
- ASTON, M. J.; JONES, M. M. Study of transpirational surfaces of *Avena sterilis* L. var. Algerian leaves using monosilicic acid as a tracer for water movement. *Plant*, Berlin, v. 130, n. 2, p. 121-129, Dec. 1976.
- BALDWIN, I. T.; SCHULTZ, J. C. Rapid changes in tree leaf chemistry induced by damage: evidence for communication between plants. *Science*, Washington, v. 221, n. 4607, p. 277-279, July 1983.
- BARBOSA, M. P.; SNYDER, G. H.; PRABHU A. S.; DATNOFF, L. E.; KORNDÖRFER, G. H. Importância do silício para a cultura do arroz. *Informações Agronômicas*, Piracicaba, n. 89, p. 1-8, Mar. 2000.
- BARKER, G. M. Grass host preferences of *Listronotus bonariensis* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Economic Entomology*, Maryland, v. 82, n. 6, p. 1807-1816, Dec. 1989.

BASAGLI, M. A. B.; MORAES J. C.; CARVALHO, G. A.; ECOLE, C. C.; GONÇALVES-GERVASIO, R. C. R. Effect of sodium silicate on the resistance of wheat plants to green-aphids *Schizaphis graminum* (Rond.) (Hemiptera: Aphididae). *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 32, n. 3, p. 659-663, July/Sept. 2003.

BASU, A. N. *Bemisia tabaci* (Gennadius): crop pest and principal whitefly Vector of plant viruses. New Delhi: Westview Press, 183 p. 1995.

BELANGER, R. R.; BOWEN, P. A.; EHRET, D. L.; MENZIES, J. G. Soluble silicon, its role in the crop and disease management of greenhouse crops. *Plant Disease*, St. Paul, v. 74, n. 4, p. 329-336, Apr. 1995.

BESSOAIN, E. *Mineralogia de arcilias de suelos*. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1985. 1216 p.

BI, J. L.; FELTON, G. W. Foliar oxidative and insect herbivory: primary compounds, secondary metabolites, and reactive oxygen species as components of induced resistance. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v. 21, n. 10, p. 1511-1530, Oct. 1995.

BLANCO, M. C. S. G.; GROPPA, G. A.; TESSARIOLI NETO, J. In : *Coordenadoria de assistência técnica integral. Manual técnico das culturas: olerícolas, medicinais e ornamentais*. 2. ed. rev. atual. Campinas, 1997. Tomo II, p. 91-95.

BOWLES, D. Defense-related proteins in higher plants. *Annual Review of Biochemistry*, Palo Alto, v. 59, p. 873-907, 1990.

BRADY, N. C. *The nature and properties of soil*. 10. ed. New York: Macmillan Publishing, 1992. p. 179-200.

BROWN, J. K. Evaluación crítica sobre los biotipos de mosca blanca en America, de 1989 a 1992. In: HILJE, L.; ARBOLEDA, O. *Las Moscas Blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en America Central y el Caribe*. Costa Rica: CETIE, 1993. p. 01-09. (CATIE, Serie Técnica, Informe Técnico, 205).

BROWN, J. K.; BIRD, J. Whitefly transmitted geminiviruses and associated disorders in the American and the Caribbean Basin. *Plant Disease*, St. Paul, v. 76, n. 3, p. 220-225, Mar. 1992.

BROWN, J. K.; FROHLICH, D. R.; ROSSELL, R. C. The sweet potato or silverleaf whiteflies: biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex? **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 40, p. 511-534, 1995.

BYRNE, D. N.; BELLOWS JUNIOR, T. S. Whitefly biology. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 36, p. 431-457, 1991.

BYRNE, D. N.; BLACKMER, J. L.; RATHMAM, R. J.; TONHASKA, A. Sweetpotato whitefly. In: HENNEBERRY, T. J.; TOSCANO, N. C.; FAUJST, R. M.; COPPEDGE, J. R. **Supplement to the Five Year National Research and Action plant**. Beltsville: ARS, 1993. 112 p.

BYRNE, D. N.; MILLER, W. B. Carbohydrate and amino acid composition of phoem sap and honey dew produced by *Bemisia tabaci*. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v. 36, n. 6, p. 433-439, 1990.

CABALLERO, R. Moscas blancas neotropicales (Homoptera: Aleyrodidae): hospedantes, distribuicion, enemigos naturales e importancia economica. In: HILJE, L.; ARBOLEDA, O. **Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central e El Caribe**. Turrialba, Costa Rica, 1993. p. 10-15.

CAMARGO, L. S. **As hortaliças e seu cultivo**. 3. ed. Campinas: Fundação Cargil, 1992. 252 p.

CARVALHO, S. P.; MORAES, J. C.; CARVALHO, J. G. Efeito do silício na resistência do sorgo (*Sorghum bicolor*) ao pulgão verde *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Piracicaba, v. 28, n. 4, p. 505-510, dez. 1999.

CHEN, Z.; SILVA, H.; KLESSIG, D. F. Active oxygen species in the induction of plant systemic acquired resistance by salicylic acid. **Science**, Washington, v. 262, n. 5129, p. 1883-1886, Sept. 1993.

CHÉRIF, F. M.; ASSELIN, A.; BÉLANGER, R. R. Defense responses induced by soluble silicon in cucumber roots infected by *Phytophthora* spp. **Patopathology**, St. Paul, v. 84, n. 3, p. 236-242, Mar. 1994.

CHÉRIF, F. M.; BENHAMOU, N.; MENZIES, J. G.; BELANGER, R. R. Silicon induced resistance in cucumber plants against *Phytophthora ultimum*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 41, n. 6, p. 411-425, Dec. 1992a.

CHÉRIF, F. M.; MENEZES, J. G.; BENHAMOU, N.; BELANGER, R. R. Studies of silicon distribution in wounded and *Phytium ultimum* infected cucumber plants. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 41, n. 5, p. 371-383, Nov. 1992b.

CHU, C.; HENNEBERRY, T. J.; COHEN, A. C. *Bemisia argentifolii* (Homoptera, Aleyrodidae): host preference and factors affecting oviposition and feeding site preference. **Environmental Entomology**, Maryland, v. 24, n. 2, p. 354-360, Apr. 1995.

COHEN, S.; DUFFUS, J. E.; LIU, H. Y. A new *Bemisia tabaci* biotype in the southwestern united states and its role in silverleaf of squash and transmission of lettuce infectious yellows virus. **Phytopathology**, St. Paul, v. 82, n. 1, p. 86-90, Jan. 1992.

CONTI, G. G.; PIANEZZOLA, A.; ARNOLDI, A.; VIOLINI, G. MAFFI, D. possible involvement of salicylic acid in systemic acquired resistance of *Cucumis sativus* against *Sphaerotheca fuliginea*. **Plant Physiology**, Rockville, v. 102, n. 6, p. 537-544, July 1996.

COSTA, A. S.; COSTA, C. L.; SAUER, H. F. G. Surto de mosca-branca em culturas do Paraná e São Paulo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Itabuna, v. 2, n. 1, p. 20-30, 1973.

COSTA, H. S.; BROWN, J. K. Variation in biological characteristics and esterase patterns among populations of *Bemisia tabaci*, and the association of one population with silverleaf symptom induction. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 61, p. 211-219, Dec. 1991.

DANGL, J. L. Plants just say NO to pathogens. **Nature**, London, v. 394, n. 6393, p. 525-527, Aug. 1998.

DANN, E. K.; MEUWLY, P.; METRAUS, P.; DEVERALL, B. J. The effect of pathogen inoculation or chemical treatment on activities of chitinase and β -1,3-glucanase and accumulation of salicylic acid in leaves of green bean, *Phaseolus vulgaris* L. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 49, n. 3, p. 307-319, June 1996.

DATNOFF, L. E.; DEREN, C. W.; SNYDER, G. H. Silicon fertilization for disease management of rice in Florida. **Crop Protection**, Oxford, v. 16, n. 6, p. 525-531, Sept. 1997.

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**, St. Paul, v. 75, n. 7, p. 729-732, July 1991.

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, 1994.

DREYER, D. L.; CAMPBELL, B. C. Chemical basis of host-plant resistance to aphids. **Plant Cell Environment**, Oxford, v. 10, n. 1, p. 353-361, Jan. 1987.

DUFFUS, J. E. Whitefly: Borne viruses. In : GERLING, D.; MAYER, R. T. **Bemisia 1995: taxonomy, biology, damage control and management**. Andover: Intercept, 1996. p. 255-264.

DUFFUS, J. E. Whitefly transmission of plant viruses. **Current Topics Vector Research**, New York, v. 4, p. 73-91, 1987.

EICHELKRAUT, K.; CARDONA, C. Biología, cría masal y aspectos ecológicos de la Mosca Blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae), como plaga del frijol común. **Turrialba**, San José, v. 39, n. 1, p. 51-55, Ene./Mar. 1989.

ELAWAD, S. H.; GREEN, J. R. V. E. Silicon and the rice plant environment: a review of recent research. **Riso**, Milano, v. 28, p. 235-253, 1979.

ELLSWORTH, P. C. Whitefly management in Arizona cotton-status and needs. In: **Beltwide Cotton Conferences, 1999, Memphis, TN. Proceedings....** Memphis, TN: National Cotton Council, Memphis, TN, 1999. p. 41-44.

EMADIAN, S. F.; NEWTON, R. J. Growth enhancement for loblolly pine (*Pinus taeda* L.) seedlings by silicon. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 134, n. 1, p. 98-103, Feb. 1989.

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

EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 50, p. 641-664, 1999.

EXLEY, C. Silicon in life: a bioinorganic solution to bioorganic essentiality. **Journal of Inorganic Biochemistry**, New York, v. 69, n. 3, p. 139-144, Feb. 1998.

FELTON, G. W.; BI, J. L.; SUMMERS, C. B.; MUELLER, A. J.; DUFFEY, S. S. Potential role of lipoxygenases in defense against insect herbivory. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 20, n. 3, p. 651-666, Feb. 1994.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais... São Carlos: UFSCar**, 2000. p. 255-258.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: Editora UFV, 2000. 402 p.

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**, Piracicaba, v. 25, n. 2, p. 369-372, Ago. 1996.

FRIEDRICH, L.; LAWTON, K.; RUESS, W.; MASNER, P.; SPECKER, N.; RELLA, M. G.; MEIER, B.; DINCHER, S.; STAUB, T.; UKNES, S.; MÉTRAUX, J.; KESSMANN, H.; RYALS, J. A benzothiadiazole derivate induces systemic acquired resistance in tobacco. **The Plant Journal**, Oxford, v. 10, n. 1, p. 61-70, Jan. 1996.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. v. 10, 920 p.

GATEHOUSE, J. A. Plant resistance towards insect herbivores: a dynamic interaction. **New Phytologist**, Cambridge, v. 156, n. 2, p. 145-169, Nov. 2002.

GEATHEAD, A. H. Host plants. In: COCK, M. J. W. (Ed.). *Bemisia tabaci*: a literature survey on the cotton whitefly with annotated bibliography. CAB International Institutes, **Biological Control**, Silwood Park, UK, 1986. p. 17-26.

GOMES, F. B. **Indução de resistência em trigo por silício e pelo pulgão *Schizaphis graminum***. 2003. 51 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GÖRLACH, 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.

GOUSSAIN, M. M. Efeito do silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) e do pulgão-da-folha *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemíptera: Aphididae). 2001. 64 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GOUSSAIN, M. M.; MORAES, J. C.; CARVALHO, J. G.; NOGUEIRA, N. L.; ROSSI, M. L. Efeito da aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 31, n. 2, p. 305-310, May/June 2002.

HANN, M. G. Microbial elicitors and their receptor in plants. *Annual Review of Phytopathology*, Palo Alto, v. 34, p. 387-412, 1996.

HAIJ, F. N. P.; MATTOS, M. A. A.; BARBOSA, F. R.; ALENCAR, J. A. Estratégias de controle da mosca-branca *Bemisia argentifolii* (Bellows & Perring, 1994). Petrolina: EMBRAPA Semi-árido (CPATSA), 1998. 27 p.

HILJE, L. Aspectos bioecológicos de *Bemisia tabaci* en mesoamérica. In: CATIE. Manejo integrado de plagas. Turrialba, Costa Rica, 1995. n. 35, p. 46-54.

HILJE, L. Introducción. In: HILJE, L. Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. Turrialba: CATIE 1996. 150 p.

HODSON, M. J.; SANGSTER, A. G. Observations on the distribution of mineral elements in the leaf of wheat (*Triticum aestivum* L.), with particular reference to silicon. *Annals of Botany*, London, v. 62, n. 5, p. 463-471, Nov. 1988.

INBAR, M.; DOOSTDAR, H.; GERLING, D.; MAYER, R. T. Induction of systemic acquired resistance in cotton by BTH has a negligible effect on phytophagous insects. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Dordrecht, v. 99, n. 1, p. 65-70, Apr. 2001.

JARVIS, S. C. The uptake and transport of silicon by perennial ryegrass and wheat. *Plant Soil*, The Hague, v. 97, n. 3, p. 429-437, 1987.

JONES, L. H. P.; HANDRECK, K. A. Silica in soils, plants and animals. *Advances in Agronomy*, San Diego, v. 19, p. 107-147, 1967.

JUNG, J. L.; FRITIG, B.; HAHNE, G. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) pathogenesis-related proteins. Induction by aspirin (acetylsalicylic acid) and characterization. *Plant Physiology*, Rockville, v. 101, n. 3, p. 873-880, Mar. 1993.

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

KIN, H. S.; HEINRICHS, E. A. Effects of silica level on whitebacked planthopper. *International Rice Research Newsletter*, Manila, v. 7, n. 4, p. 17, 1982.

KLESSIG, D. F.; MALAMY, J. the salicylic acid signal in plants. *Plant Molecular Biology*, The Hague, v. 26, n. 5, p. 1439-1458, Dec. 1994.

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

KORNDÖRFER, G. A.; GAUCHO, G. J. Avaliação de fontes de silício para o arroz. In: CONGRESSO NACIONAL DE ARROZ IRRIGADO, 1., 1999, Pelotas. Pelotas, 1999. p. 313-316.

KUNZ, W.; SCHURTER, R.; MAETZKE, T. The chemistry of benzothiadiazole plant activators. *Pesticide Science*, New York, v. 50, n. 4, p. 275-282, Aug. 1997.

LANNING, F. C. Nature and distribution of silica in strwerru plants. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v. 76, p. 349- 358, June 1960.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas aos insetos**. 2. ed. São Paulo: Editora Ícone, 1991. 340 p.

LAWTON, K. A.; FRIEDRICH, L.; HUNT, M.; WEYMANN, K.; DELANEY, T.; KESSMANN, H.; STAUB, T.; RYALS, J. Benzothiadiazole induces disease resistance in *Arabidopsis* by activation of the systemic acquired resistance signal transduction pathway. *The Plant Journal*, Oxford, v. 10, n. 1, p. 71-82, Jan. 1996.

LIMA, L. H. C.; MORETZOHN, M. C.; OLIVEIRA, M. R. V. Survey of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotypes in Brazil using RAPD markers. *Genetics and Molecular Biology*, Ribeirão Preto, v. 23, n. 1, p. 01-05, Mar. 2000.

LOPES, J. F. I Simpósio Brasileiro sobre cucurbitáceas: Palestra de Abertura. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 9, n. 2, p. 98-99, Nov. 1991.

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, Jan./Mar. 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, 1994.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição de plantas**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MARCHI, C. E.; RESENDE, M. L. V.; CHALFUN, N. N. J. Ação de fungicidas no controle da ferrugem (*Cerotelium fici*) em mudas de figueira (*Ficus carica*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 32., 1999, Curitiba. *Anais...* Curitiba, 1999.

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

MAUCH, F.; HADWIGER, L. A.; BOLLER, T. Ethylene: symptom, not signal for the induction of chitinase and β -1,3-glucanase in pea pods by pathogens and elicitors. *Plant Physiology*, Rockville, v. 76, n. 3, p. 607-611, Nov. 1984.

MAYLAND, H. F.; WRIGHT, J. L.; SOJKA, R. E. Silicon accumulation and water uptake by wheat. *Plant Soil*, Dordrecht, v. 137, n. 2, p. 191-199, Nov. 1991.

McKEAGUE, J. A.; CLINE, M. G. Silica in soil solution. II The adsorption of monosilicic acid by soil by other substances. *Canadian Journal of Soil Science*, Ottawa, v. 43, n. 1, p. 83-95, Feb. 1963.

MEDINA ESPARZA, J. J.; LEON PAUL, R. L. Evaluation of pesticides for the control of whitefly on cotton. INIFAP-CIRNO-CEMEXI, Mexicali Valley, 1993. In: INTERNATIONAL PEST WORK COMMITTEE, 1994, Mazatlán, México. *Proceedings...* Sacramento, CA: California Department of Food Agriculture, 1994. p. 50-55.

MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Effect of silicon on the growth of solution cucumber plant in soil cultured. *Soil Science and Plant Nutrition*, Tokyo, v. 29, n. 4, p. 463-471, Dec. 1983.

MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Effect of silicon on the growth of soybean plants in the solution culture. *Soil Science and Plant Nutrition*, Tokyo, v. 31, n. 4, p. 625-636, Dec. 1985.

MIZUNO, A. C. R.; VILLAS BÔAS, G. L. *Biologia da mosca-branca (*Bemisia argentifolii*) em tomate e repolho*. Brasília: Embrapa-CNPq, 1997. n. 1, p. 01-05

NARANJO, S. E.; ELLSWORTH, P. C. Special Issue: Challenges and opportunities for pest management of *Bemisia tabaci* in the new century. *Crop Protection*, Oxford, v. 20, n. 9, p. 707, Nov. 2001.

NAVA-CAMBEROS, U.; RILEY, D. G.; HARRIS, M. K. Temperature and host plant effects on development, survival and fecundity of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). *Environmental Entomology*, Tifton, GA, v. 30, n. 1, p. 55-63, Feb. 2001.

OLIVEIRA, M. R. V.; FARIA, M. R. *Mosca-branca do complexo *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae): bioecologia e medidas de controle*. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000. 111 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Documentos, 48),

OLIVEIRA, M. R. V.; HENNEBERRY, T. J.; ANDERSON, P. History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. *Crop Protection*, Oxford, v. 20, n. 9, p. 709-723, Nov. 2001.

OLIVEIRA, M. R. V.; SILVA, O. L. R. Mosca-branca (*Bemisia argentifolii*) (Hemiptera: Aleyrodidae) e sua ocorrência no Brasil. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Departamento de Defesa e Inspeção Vegetal, 1997. 16 p. (Alerta Fitossanitários, 1).

OKUDA, A.; TAKAHASHI, E. The role of silicon. The mineral nutrition of the rice plant. In: SYM-POSIUM INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE, 1964, United State of America. Proceedings... United State of America, 1964. p. 123-146.

OSWALD, W.; PASCHOLATI, S. F.; STANGARLIN, J. R.; LEME, L. D. C. T.; WULFF, N. A. Acúmulo de fitoalexinas em mesocótilo de sorgo em resposta ao tratamento com ativador de defesa vegetal "Bion". *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 23, n. 23, p. 266, Ago. 1998. Suplemento.

OWUSU, E. O.; BREMPONG-YEBOACH, C. Y.; HORIIKE, M.; HIRANO, C. Some biochemical changes in garden egg (*Solanum integrifolium*) Legon "18" due to feeding by *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae). *Phyton*, Vicente Lopez, v. 55, n. 2, p. 147-152, 1994.

PARADELA, A. L.; SCACHETTI, A. P.; MUNHOZ, R.; BORIM JR. , N.; CLAFIORI, 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 isentos vetores de fitoviroses na cultura do tomate (*Lycopersicon esculentum* L.). *Ecossistema*, Pinhal, v. 26, n. 1, p. 17-23, Jan./Jul. 2001.

PERRING, T. M. The *Bemisia tabaci* species complex. *Crop Protection*, Oxford, v. 20, n. 9, p. 725-737, Nov. 2001.

PERRING, T. M.; COOPER, A.; KAZMER, D. J. Identification of the poinsettia strain of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on broccoli by electrophoresis. *Journal of Economic Entomology*, Maryland, v. 85, n. 4, p. 1278-1284, Aug. 1992.

PERRING, T. M.; COOPER, A. D.; RODRIGUEZ, R. J.; FARRAR, C. A.; BELLOWS JR., T. S. Identification of a whitefly species by genomic and behavioral studies. *Science*, Washington, v. 259, n. 5091, p. 74-77, Jan. 1993.

PICANÇO, M.; GUSMÃO, M. R.; GALVAN, T. L. Manejo integrado de pragas de hortaliças. In: ZAMBOLIM, L. *Manejo integrado: doenças, pragas e plantas daninhas*. Viçosa, 2000. p. 275-324.

PRABHAKER, N.; TOSCANO, N. C.; PERRING, T. M.; NUESLSLEY, G.; KIDO, K.; YOUNGMAN, R. R. Resistance monitoring of the sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) in the Imperial Valley of California. *Journal of Economic Entomology*, Lanham, MD, v. 85, n. 4, p. 1063-1068, Aug. 1992.

RAIJ, B. V. *Fertilidade do solo e adubação*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1991. 343 p.

RAVEN, J. A. The transport and function of silicon in plants. *Biological Reviews*, Cambridge, v. 58, n. 2, p. 179-207, 1983.

RESENDE, M. L. V.; NOJOSA, G. B. A.; SILVA, L. H. C. P.; AGUILAR, M. A. G.; NIELLA, G. R.; CARVALHO, G. A.; GIOVANINI, G. R.; CASTRO, R. M. Perspectivas da indução de resistência em cacaueteiro contra *Crinipellis pernicioso* através do benzotriazolozole (ASM). *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 25, n. 2, p. 149-156, Jun. 2000.

RODRIGUES, F. A.; CORREA, G. F.; KORNDORFER, G. H.; SANTOS, M. A.; DATNOFF, L. E. Efeito do silicato de cálcio e da autoclavagem na supressividade e na condutividade de dois solos à *Rhizoctonia solani*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 34, n. 8, p. 1367-1371, Ago. 1999.

RONCATTO, M. C. *Atividade de peroxidases, quitinases, β -1,3-glucanases e alterações no perfil eletroforético de peroxidases em milho (*Zea mays*) e sorgo (*Sorghum bicolor*) tratados com *Saccharomyces cerevisiae**. 1997. 108 p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.

ROSELL, R. G.; BEDFORD, I. D.; FROHLINCH, R.; GILL, R. J.; BROWN, J. K.; MARKHAM, P. G. Analysis of morphological variation in distinct populations of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). In: GERLING, D.; MAYER, R. T. *Bemisia 1995: taxonomy, biology, damage control and management*. Andover: Intercept, 1996. p. 147-149.

ROSSETTO, D.; COSTA, A. S.; MIRANDA, M. A. C.; NAGAI, V.; ABRAMIDES, E. Diferenças na oviposição de *Bemisia tabaci* em variedades de soja. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Itabuna, v. 6, n. 2, p. 256-263, 1977.

SALGUEIRO, V. Perspectivas para el manejo del complejo mosca blanca virosis In: HILJE, L.; ARBOLEDA, O. *Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central e El Caribe*. Turrialba, Costa Rica, 1993. p. 20-26.

SAMUELS, A. L.; GLASS, A. D. M.; EHRET, D. L; MENZIES, J. G. Mobility and deposition of silicon in cucumber plants. *Plant Cell and Environment*, Oxford, v. 14, n. 5, p. 485-492, June 1991.

SAVANT, N. K.; DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H. Depletion of plant available silicon in soils: a possible cause of declining rice yields. *Communications Soil Science in Plant Analysis*, New York, v. 28, n. 13/14, p. 1245-1252, 1997.

SAWANT, A. S.; PATIL, V. H.; SAVANT, N. K. Rice hull ash applied to seedbed reduces deadhearts in transplanted rice. *International Rice Research Notes*, Manial, v. 19, n. 4, p. 20-21, Aug. 1994.

SCHUSTER, D. J.; STALANSKY, P. A.; POLSTON, J. E. Expression of plant damage by *Bemisia*. In: GERLING, D.; MAYER, R. T. *Bemisia 1995: taxonomy, biology, damage control and management*. Andover: Intercept, 1996. p. 153-166.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variances. *Biometrics*, Raleigh, v. 30, n. 3, p. 507-512, Sept. 1974.

SECKER, A. E.; BEDFORD, I. A. MARKHAM, P. G.; WILLIAM, M. E. C. Squash, a reliable field indicator for the presence of B biotype of tobacco whitefly, *Bemisia tabaci*. In: BRITISH CROP PROTECTION COUNCIL. *Brighton Crop Protection Conference-Pest and Diseases*. Farnham, 1998. p. 837-842.

SIEGRIST, L.; GLENEWINKEL, D.; KOLLE, C.; SCHMIDTKE, M. Chemically induced resistance in green bean against bacterial and fungal pathogens. *Journal of Plant Disease and Protection*, Stuttgart, v. 104, n. 6, p. 599-610, Dec. 1997.

SILVA, J. A. *Plant, mineral nutrition*. New York: McGraw - Hill Book, 1973. (Year book of Science and Technology).

SILVA, L. H. C. P. *Resistência sistêmica ativada pelo acibenzolar-s-metil contra doenças em tomateiro*. 2002. 89 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SILVEIRA, C. A. O novo ritmo da proteção – Mosca-branca. In: SEMANA INTERNACIONAL DE FRUTICULTURA E AGROINDÚSTRIA - SINDIFRUTA, 7., 2000, Fortaleza, CE. Setima... Fortaleza, 2000. p. 01-04.

SONNENBERG, P. E. *Olericultura especial: cultura de alface, alho, cebola, cenoura, batata e tomate*. 3. ed. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 1981. 173 p.

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

STEIN, B. D.; KLOMPARENS, K. L.; HAMMERSCHMIDT, R. Histochemistry and ultrastructure of the induced resistance of cucumber plants of *Colletrotichum lagenarium*. *Journal of Phytopathology*, Berlin, v. 137, n. 3, p. 177-188, Mar. 1993.

STICHER, L.; MAUCH-MANI, B.; MÉTRAUX, J. P. Systemic acquired resistance. *Annual Review of Phytopathology*, Palo Alto, v. 35, p. 235-270, 1997.

STOUT, M. J.; WORKMAN, J.; DUFFEY, S. S. Differential induction of tomato foliar proteins by arthropod herbivores. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v. 20, n. 10, p. 2575-2594, Oct., 1994.

STROBEL, N. E.; GOPALAN, S.; KUC, J. A.; HE, S. Y. Induction of systemic acquired resistance in cucumber by *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* 61 HrpZPss protein. *Plant Journal*, Oxford, v. 9, n. 4, p. 431-439, Apr. 1996.

SUBRAMANIAN, S.; GOPALASWAMY, A. Effect of silicate materials on rice crop pests. **International Rice Research Newsletter**, Manial, v. 13, n. 3, p. 32, Jun. 1988.

TAKAHASHI, E. Uptake mode and physiological functions of silica. In: MATSUO, T.; KUMAZAWA, K.; ISHH, R.; ISHIHARA, K.; HIRATA, H. (Ed). **Science of the rice plant: physiology**. Tokyo: Food and agriculture Policy Research Center, 1995. Cap. 5, p. 420-433.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. **Soil Fertility and Fertilizers**. New York: McMillan Publishing Company, 1985. 754 p.

TOSCANO, N. C.; CASTLE, S. J.; HENNEBERRY, T. J.; PRABHAKER, N. Persistent silverleaf whitefly exploits desert crop systems. **California Agriculture**, Berkeley, v. 52, n. 1, p. 29-33, Jan./Feb. 1998.

TOSCANO, L. C.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; MARUYAMA, W. I. Fatores que afetam a oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em tomateiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 631-634, Oct./Dec. 2002.

TOSCANO, L. C.; SANTOS, T. M.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Preferência de *Bemisia tabaci* biótipo B para oviposição em cultivares de algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 155-160, Jan. 2003.

TSAI, J. H.; WANG, K. Development and reproduction of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on five host plants. **Entomological Society of America**, Lanham, v. 25, n. 4, p. 810-816, Aug. 1996.

TSCHARNTKE, T.; THIESSEN, S.; DOLCH, R.; BOLAND, W. Herbivore, induced resistance, and interplant signal transfer in *Alnus glutinosa*. **Biochemical Systematics and Ecology**, Oxford, v. 29, n. 10, p. 1025-1047, Nov. 2001.

van LENTEREN, J. C.; NOLDUS, L. P. P. J. Whitefly-plant relationships: behavioral and ecological aspects. In: GERLING, D. **Whiteflies: their bionomics, pest status and management**. Andover: Intercep, 1990. p. 47-89.

VANDAMME, E. J. M.; WILLEMS, P.; VAN LEUVEN, F. Garlic (*Allium sativum*) chitinases characterization and molecular cloning. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, 87, n. 2, p. 177-186, Feb. 1993.

VALLE, G. E. Resistência de genótipos de soja a *Bemisia tabaci* biótipo B. 2001. 80 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Produção Agrícola) - Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, SP.

VAZQUEZ, L. L. Mosca blanca-geminivírus en el Caribe: estado actual y perspectivas. In: TALLER LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE SOBRE MOSCAS-BLANCAS Y GEMINIVÍRUS, 7., 1999, Recife, PE, Brazil. Setimo... Recife, Brasil, 1999. p. 45-58.

VIEIRA, M. R.; CORREA, L. S. Ocorrência de moscas brancas (Hemiptera: Aleyrodidae) e do predador *Delphastus pusillus* (LeConte) (Coleoptera: Coccinellidae) em mamoeiro (*Carica papaya* L.) sob cultivo em ambiente protegido. *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 30, n. 1, p. 171-173, Jan./Mar. 2001.

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

VILLAS BÔAS, G. L.; FRANÇA, F. H.; MACEDO, N. Potencial biótico da mosca-branca *Bemisia argentifolii* a diferentes plantas hospedeiras. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 1, p. 71-79, Mar. 2002.

VILLAS BÔAS, G. L.; FRANÇA, F. H.; MACEDO, N.; MOITA, A. W. Avaliação da preferência de *Bemisia argentifolii* por diferentes espécies de plantas. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 19, n. 2, p. 130-134, Jul. 2001.

WARD, E. R.; UKNES, S. J.; WILLIAMS, S. C.; DINCHER, S. S.; WIEDERHOLD, D. L.; ALEXANDER, D. C.; AHL-GOY, P.; MÉTRAUX, J. P.; RYALS, J. A. Coordinate gene activity in response to agents that induce systemic acquired resistance. *Plant Cell*, Rockville, v. 3, n. 10, p. 1085-1094, Oct. 1991.

YANG, Y.; SHAH, J.; KLESSIG, D. F. Signal perception and transduction in plant defense responses. *Genes e Development*, New York, v. 11, p. 1621-1639, 1997.

ZHANG, W.; DICK, W. A.; HOITINK, H. A. Compost-induce systemic acquired resistance in cucumber to *Pythium* root rot and *Anthraco*se. *Phytopathology*, St. Paul, v. 86, n. 10, p. 1066-1070, Oct. 1996.