

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**GENÓTIPOS DE FEIJOEIRO, SILÍCIO E NIM NO CONTROLE  
DE *Bemisia tabaci* (GENNADIUS, 1889) BIÓTIPO B  
(HEMIPTERA: ALEYRODIDAE)**

**Marília Lara Peixoto**

Bióloga

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**GENÓTIPOS DE FEIJOEIRO, SILÍCIO E NIM NO CONTROLE  
DE *Bemisia tabaci* (GENNADIUS, 1889) BIÓTIPO B  
(HEMIPTERA: ALEYRODIDAE)**

**Marília Lara Peixoto**

**Orientador: Prof. Dr. Arlindo Leal Boiça Júnior**

Tese Apresentada à Faculdade de  
Ciências Agrárias e Veterinárias –  
UNESP, Campus de Jaboticabal, como  
parte das exigências para a obtenção do  
título de Doutora em Agronomia  
(Entomologia Agrícola)

**2012**

Peixoto, Marília Lara  
P379g Genótipos de feijoeiro, silício e nim no controle de *Bemisia tabaci*  
(Gennadius, 1889) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) / Marília Lara  
Peixoto. -- Jaboticabal, 2012  
iv, 63 f. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de  
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012

Orientador: Arlindo Leal Boiça Junior

Banca examinadora: César Freire Carvalho, Juliana Altafin Galli,  
Nilza Maria Martinelli, Ricardo Antonio Polanczyk

Bibliografia

1. *Azadirachta indica*. 2. Mosca-branca. 3. Resistência de plantas.  
4. Feijão comum. 5. Indução de resistência I. Título. II. Jaboticabal-  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 595.75:635.652

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –  
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

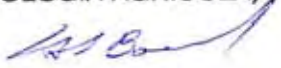
**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO:** GENÓTIPOS DE FEIJOEIRO, SILÍCIO E NIM NO CONTROLE DE *Bemisia tabaci* (GENNADIUS, 1889) BIÓTIPO B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE)

**AUTORA:** MARÍLIA LARA PEIXOTO

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. ARLINDO LEAL BOICA JUNIOR

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM AGRONOMIA (ENTOMOLOGIA AGRÍCOLA), pela Comissão Examinadora:



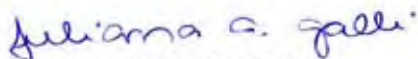
Prof. Dr. ARLINDO LEAL BOICA JUNIOR

Departamento de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



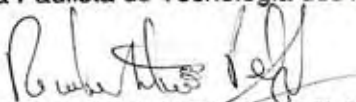
Prof. Dr. CÉSAR FREIRE CARVALHO

Universidade Federal de Lavras / Lavras/MG



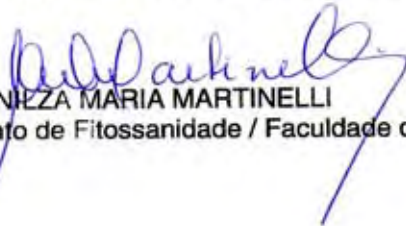
Prof. Dr. JULIANA ALTAFIN GALLI

Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios / Pindorama/SP



Prof. Dr. RICARDO ANTÔNIO POLANCZYK

Departamento de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Profa. Dra. NILZA MARIA MARTINELLI

Departamento de Fitossanidade / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Data da realização: 11 de outubro de 2012.

## **DADOS CURRICULARES DA AUTORA**

**Marília Lara Peixoto** – Filha de Rinaldo de Andrade Peixoto e Maria Alice Lara Peixoto nasceu em Divinópolis, MG, no dia 29 de Julho de 1983. Formada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Lavras – UFLA, no ano de 2007. Em 2008 iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Entomologia Agrícola, pela Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras, MG. Em 2010 iniciou o curso de Doutorado em Agronomia, Área de Concentração em Entomologia Agrícola, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – FCAV/UNESP – Jaboticabal, SP.

## **Vida ...**

*Já perdoei erros quase imperdoáveis,  
tentei substituir pessoas insubstituíveis  
e esquecer pessoas inesquecíveis.*

*Já fiz coisas por impulso,  
já me decepcionei com pessoas  
que eu nunca pensei que iriam me decepcionar,  
mas também já decepcionei alguém.*

*Já abracei pra proteger,  
já dei risada quando não podia,  
fiz amigos eternos,  
e amigos que eu nunca mais vi.*

*Amei e fui amado,  
mas também já fui rejeitado,  
fui amado e não amei.*

*Já gritei e pulei de tanta felicidade,  
já vivi de amor e fiz juras eternas,  
e quebrei a cara muitas vezes!*

*Já chorei ouvindo música e vendo fotos,  
já liguei só para escutar uma voz,  
me apaixonei por um sorriso,  
já pensei que fosse morrer de tanta saudade  
e tive medo de perder alguém especial  
(e acabei perdendo).*

*Mas vivi!  
E ainda vivo!  
Não passo pela vida.  
E você também não deveria passar!*

*Viva!!*

*Bom mesmo é ir à luta com determinação,  
abraçar a vida com paixão,  
perder com classe  
e vencer com ousadia,  
porque o mundo pertence a quem se atreve  
e a vida é MUITO para ser insignificante.*

*- Augusto Branco -*

***DEDICO...***

À Maria Alice Lara Peixoto e Rinaldo de Andrade Peixoto, meus amados pais, exemplo de força, fé e determinação! Amor incondicional... Exemplo de vida!

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, fonte de luz e paz, sempre presente em minha vida.

A Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Departamento de Fitossanidade, pela oportunidade de realização do curso de Doutorado.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Arlindo Leal Boiça Junior, pela orientação, ensinamentos e amizade.

Aos amigos e colegas do Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, Anderson da Silva, Aniele Campos, Bruno Sardinha, Daline Bottega, Eduardo Costa, Flávia Queiroz, Gislane Lopes, Joseane Souza, Nara Rodrigues, Renato Moraes e Wellington Eduardo.

A Zulene Antonio Ribeiro pela amizade e ajuda durante os experimentos.

Aos Professores do Departamento de Fitossanidade pelos ensinamentos.

Aos funcionários do Departamento de Fitossanidade, José Altamiro de Souza (Sr. Altamiro), Lígia Dias Tostes Fiorezzi e Lúcia Helena Farina pela disponibilidade e amizade.

Aos membros da banca examinadora, Dr. César Freire Carvalho, Dra. Juliana Altafin Galli, Dr. Ricardo Antonio Polanczyk e Dra. Nilza Maria Martinelli, pela disponibilidade em participar da banca.

A bibliotecária Luciane Meire Ribeiro pela ajuda nas referências bibliográficas.

Aos queridos amigos de Jaboticabal, em especial, Diego Fraga, Diego Lopes, Jaqueline Maeda, Luan Odorizzi, Joseane Souza, Vanessa Paes, Marina Funichello Leandro Souza, entre tantos outros que conheci na pós-graduação...

A Renata Ferreira dos Santos e Glaucenyra Cecília Pinheiro, amigas e companheiras de casa, pela amizade, respeito e pelos momentos de convívio.

A meus amados pais, Rinaldo Peixoto e Maria Alice Lara Peixoto, pelo amor, carinho, atenção, paciência, dedicação, ensinamentos, enfim, por minha vida.

A minha irmã querida Mariana Lara Peixoto, pela amizade, amor incondicional, paciência e o meu irmão Rinaldo Lara Peixoto e a todos os meus familiares que fizeram parte dessa caminhada...



## SUMÁRIO

	Página
<b>SUMÁRIO</b> .....	i
<b>RESUMO</b> .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	iv
<b>CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	1
1. Introdução .....	1
1.2 Revisão de literatura .....	3
1.2.1 A cultura do feijoeiro.....	3
1.2.2 Características biológicas e comportamentais de <i>B. tabaci</i> biótipo B.....	4
1.2.3 Danos na cultura do feijoeiro.....	6
1.2.4 Uso de variedades resistentes e nim no controle de mosca-branca.....	7
1.2.5 Indução de resistência, silício e produção de compostos secundários .....	9
1.3 Referências .....	12
Capítulo 2 - Antibiose e não preferência para oviposição de <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius,1889) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em genótipos de feijoeiro comum	
Resumo.....	18
Abstract.....	19
2.1 Introdução .....	20
2.2 Material e Métodos .....	21
2.2.1 Teste de antibiose em <i>B. tabaci</i> biótipo B.....	22
2.2.2 Testes de não preferência para oviposição de <i>B. tabaci</i> biótipo B, com e sem chance de escolha.....	23
2.2.2.1 Teste com chance de escolha.....	23
2.2.2.2 Teste sem chance de escolha.....	24
2.3 Resultados e Discussão.....	24
2.3.1 Teste de antibiose em <i>B. tabaci</i> biótipo B.....	24
2.3.2 Teste de não preferência para oviposição de <i>B. tabaci</i> biótipo B.....	26

2.4 Conclusões .....	28
2.5 Referências .....	29
Capítulo 3 - Efeito de genótipos de <i>Phaseolus vulgaris</i> L. associados a óleo de nim e silício na oviposição e no desenvolvimento de <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius, 1889) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae)	
Resumo .....	31
Abstract .....	32
3.1 Introdução.....	33
3.2 Material e Métodos.....	34
3.2.1 Teste de não preferência para oviposição de <i>B. tabaci</i> biótipo B, com e sem chance de escolha, em genótipos de feijão comum (1° Experimento).....	35
3.2.2 Teste de Antibiose em <i>B. tabaci</i> biótipo B, em genótipos de feijão comum.....	36
3.2.3 Teste de não preferência para oviposição de <i>B. tabaci</i> biótipo B, com e sem chance de escolha, em genótipos de feijão comum (2° Experimento) e análise química de fenóis e lignina.....	37
3.2.4 Análise estatística.....	38
3.3 Resultados e discussão.....	39
3.3.1 Teste de não preferência para oviposição de <i>B. tabaci</i> biótipo B, com e sem chance de escolha, em genótipos de feijão comum (1° Experimento).....	39
3.3.2 Teste de Antibiose em <i>B. tabaci</i> biótipo B, em genótipos de feijão comum.....	42
3.3.3 Teste de não preferência para oviposição de <i>B. tabaci</i> biótipo B, com e sem chance de escolha, em genótipos de feijão comum (2° Experimento) e análise química de fenóis e lignina.....	51
3.4 Conclusões .....	58
3.5 Referências .....	60

## GENÓTIPOS DE FEIJOEIRO, SILÍCIO E NIM NO CONTROLE DE *Bemisia tabaci* (GENNADIUS, 1889) BIÓTIPO B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE)

**RESUMO** – A mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B se destaca como uma das pragas mais importantes na cultura do feijoeiro. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar a resistência de feijão comum associado a doses de nim e silício no desenvolvimento e oviposição de mosca-branca assim como o teor de fenóis e lignina em plantas tratadas com esses produtos. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação no Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP/Campus de Jaboticabal-SP. Foram realizados testes para oviposição, com e sem chance de escolha e antibiose. Para a seleção inicial avaliou-se onze genótipos de feijoeiro. De acordo com os dados obtidos pode-se concluir que o genótipo IAC-Harmonia apresentou resistência do tipo não preferência para alimentação e/ou antibiose; o genótipo Pérola foi o mais suscetível, e o genótipo IAC-Carioca Tybatã intermediário. Os genótipos testados foram igualmente ovipositados. Os três genótipos selecionados na antibiose foram associados a diferentes doses de óleo de nim e silício. De acordo com os dados obtidos pode-se concluir que o silício reduziu o número de ovos em teste com chance de escolha e o nim reduziu em ambos os testes. O óleo de nim proporcionou alta mortalidade ninfal. No segundo teste de não preferência para oviposição para o teste com chance o menor número de ovos foi na dose de nim 0,75% e na dose nim 1% para o teste sem chance. O maior teor de fenóis foi obtido no genótipo Pérola e entre os tratamentos para o silício via solo 1%. O maior teor de lignina foi no genótipo IAC-Harmonia e entre os tratamentos não houve diferença exceto para a testemunha.

**Palavras-chave:** *Azadirachta indica*, feijão comum, indução de resistência, mosca-branca, resistência de plantas, silício

**BEAN GENOTYPES, SILICON AND NEEM TO CONTROL *Bemisia tabaci*  
(GENNADIUS, 1889) BIOTYPE B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE)**

**ABSTRACT** – Whitefly *Bemisia tabaci* biotype B stands out as one of the major pests of bean crop. Thus, the aim of this work was to evaluate the resistance of common bean associated to doses of neem and silicon on the development and oviposition of the whitefly as well as the content of phenols and lignin in plants treated with these products. The assays were carried out in greenhouse in the Departamento de Fitossanidade of Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP/Campus of Jaboticabal-SP. Free-choice and non-choice for oviposition and antibiosis tests were performed. For the initial screening, 11 bean genotypes were assessed. According to the obtained data we can conclude the genotype IAC-Harmonia showed non-preference for feeding and/or antibiosis-type resistance; the genotype Pérola was the most susceptible; and the genotype IAC-Carioca Tybatã was intermediate. Tested genotypes were equally oviposited. The three screened genotypes from antibiosis test were associated to different doses of neem oil and silicon. From the obtained data we concluded silicon reduces the number of eggs in free-choice test and neem reduces it in both tests. Neem oil provided high mortality of nymphs. In the second non-preference for oviposition assay, for free-choice test, the lower number of eggs was found for neem dose at 0.75% and for non-choice test, neem in the dose of 1%. The highest content of phenols was obtained in the genotype Pérola and among treatments for silicon in the soil at 1%. The highest content of lignin was found in the genotype IAC-Harmonia and among treatments there were no differences except for the control treatment.

**Keywords:** *Azadirachta indica*, common bean, induction of resistance, whitefly host plant resistance, silicon

## CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1.1 Introdução

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma Fabaceae de extrema importância na economia brasileira sendo explorado durante todos os meses do ano, em quase todo território nacional (BARBOSA FILHO et al. 2001, CARBONELL et al., 2007) totalizando a produção do país na safra 2010/2011 em 3.736.600 toneladas (AGRIANUAL, 2012).

Os insetos-pragas podem afetar a produção antes e após a colheita, sendo que as perdas estimadas na produção variam de 33 a 86% (YOKOYAMA, 2006). Dentre esses insetos-pragas destaca-se a mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) (BOIÇA JUNIOR et al., 2008; JESUS et al., 2009). Os danos provocados por esse inseto estão associados ao se alimentar da seiva, provocando alterações no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da planta (VILLAS BÔAS et al., 2002) e principalmente a transmissão do vírus do mosaico dourado do feijoeiro (*Bean golden mosaic virus*, BGMV) causando perdas que variam de 30% a 100% na produtividade (FERREIRA; ÁVIDOS, 1998).

A seleção de plantas resistentes à mosca-branca representa uma forma importante de pesquisa visando reduzir as perdas causadas por esses insetos (McAUSLANE, 1996). A resistência de plantas é uma tática de controle dentro do manejo integrado de pragas que reduz a população do inseto a níveis que não causa danos, não interfere no ecossistema e não polui, não provoca desequilíbrio ambiental, tem efeito cumulativo e persistente, não onera o custo de produção e não exige conhecimento específico do produtor (LARA, 1991).

Dentro da resistência de plantas, a indução de resistência é uma alternativa à utilização de produtos químicos, de fácil manejo, baixo custo, a qual consiste no aumento do nível de resistência da planta por meio da utilização de agentes externos (indutores). A resistência induzida representa uma alternativa promissora para a utilização de genótipos suscetíveis, mas que possuem características agrônomicas desejáveis, sem a alteração do genoma da planta (STADNIK, 2000).

Um composto é considerado indutor de resistência quando provoca alguma resposta de defesa da planta, desde alterações celulares, fisiológicas e morfológicas

até modificações como a ativação da transcrição dos genes que codificam as respostas de defesa (DIXON et al., 1994).

Vários estudos têm apontado o silício como exemplo de indutor de resistência podendo atuar na constituição de barreira física e/ou química de maneira a impedir o desenvolvimento de pragas, resultando na ativação mais rápida e extensiva dos mecanismos de defesa pré e pós-formados da planta e principalmente a sua relação com a síntese de compostos polifenólicos, como a lignina e os compostos fenólicos (EPSTEIN, 1999; GOMES et al., 2008).

Dentre as alternativas que vêm sendo estudadas para redução do uso de inseticidas sintéticos no controle de pragas estão a utilização de produtos naturais como os extratos botânicos, com baixa toxicidade ao homem e ao ambiente (CARNEIRO, 2002; MARTINEZ 2002a, b).

O nim, *Azadirachta indica* A. Juss. é uma das plantas com potencial inseticida, sendo encontrado em diferentes formulações disponíveis no mercado. Devido aos diferentes modos de ação e complexidade da molécula de azadiractina, que é o seu principal componente, os insetos dificilmente são selecionados para resistência (MARTINEZ, 2002a).

Vários estudos têm relatado os componentes do nim atuando sobre *B. tabaci* biótipo B causando repelência na oviposição, deterrência na alimentação, podendo ocorrer alterações na viabilidade dos ovos e no desenvolvimento de ninfas e adultos (SOUZA; VENDRAMIM 2000, 2004; QUINTELA; PINHEIRO 2009).

Dessa forma, os objetivos do presente trabalho foram: avaliar a resistência de genótipos de feijoeiro à *Bemisia tabaci* biótipo B e selecionar os genótipos resistentes e suscetíveis; identificar o tipo de resistência envolvido; verificar a eficiência do óleo de nim e silício, assim como a associação entre os dois produtos para o controle da mosca-branca e quantificar o teor de fenóis e lignina das plantas de feijão tratadas com esses produtos.

## 1.2 REVISÃO DE LITERATURA

### 1.2.1 A cultura do feijoeiro

O gênero *Phaseolus* é um dos mais importantes economicamente dentro da família botânica Fabaceae. As espécies componentes desse gênero são culturas dominantes em regiões de média e baixa altitude das Américas (BROUGHTON et al., 2003). Compreende aproximadamente 55 espécies, das quais quatro são cultivadas: o feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.); o feijão-de-lima (*P. lunatus* L.); o feijão-aycote (*P. coccineus* L.) e o feijão-tepari (*P. acutifolius* A.), todas derivadas de um mesmo ancestral comum.

A origem da cultura do feijão no Brasil ocorreu por pelo menos duas regiões distintas, pois há a ocorrência de feijões de grãos pequenos e grandes. Dos Andes, foram introduzidos feijões grandes de tipos variados como Jalo, Pintado e outros e, da América Central, feijões pequenos, pretos, marrons-claros e mulatinhos (GEPTS, 1988).

O Brasil é o maior produtor e consumidor da espécie *P. vulgaris* que constitui uma das mais importantes fontes de proteína, carboidratos, vitaminas, minerais, fibras e compostos fenólicos com ação antioxidante. A cultura também se destaca pela importância socioeconômica em razão da mão-de-obra empregada durante o ciclo da cultura (BORÉM; CARNEIRO, 2006).

Devido sua adaptação as mais variadas condições edafoclimáticas do Brasil, o feijoeiro faz parte da maioria dos sistemas produtivos, cuja produção é direcionada ao consumo familiar e à comercialização do excedente. O feijoeiro é cultivado nos mais variados tipos de solo, clima, sistemas de produção e em três safras anuais, safra das “águas”, da “seca”, e a de “inverno” (YOKOYAMA et al., 1996).

O interesse de produtores de classes econômicas mais elevadas aumenta cada vez mais, os quais vêm adotando tecnologias mais avançadas como irrigação e colheita mecanizada em cultivo de feijão para grandes áreas, chegando a alcançar produtividades superiores a 3.000 Kg/ha (WANDER, 2005).

Entretanto, diversos fatores podem ocasionar à baixa produtividade da cultura do feijão, entre eles, a incidência de insetos-pragas desde a semeadura até após a colheita (MAGALHÃES; CARVALHO, 1988).

### **1.2.2 Características biológicas e comportamentais de *B. tabaci* biótipo B**

A mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) biótipo B pertence à ordem Hemiptera, subordem Sternorrhyncha, família Aleyrodidae e subfamília Aleyrodinae. São insetos de coloração amarelo clara, mas todo seu corpo é recoberto por uma pulverulência branca, e a sua semelhança a um díptero, originou a denominação “mosca-branca”. São insetos sugadores de seiva, com o aparelho bucal do tipo sugador labial, opistognatos, considerados pragas importantes devido, principalmente, a transmissão de vírus durante o processo de alimentação (VILLAS BÔAS et al., 1997).

Possuem metamorfose incompleta, com fases de ovo, ninfas de primeiro, segundo, terceiro, quarto ínstares e adulto (BELLOWS JUNIOR et al., 1994). Quando a reprodução é sexuada, a prole é composta por machos e fêmeas, enquanto se partenogenética é composta apenas por machos (VILLAS BÔAS et al., 1997).

Os ovos são fixos à planta por um pedicelo curto inserido preferencialmente na superfície inferior da folha através de uma fenda aberta pela fêmea com seu ovipositor e uma substância ‘glue-like’, colocada na base do pedicelo, permite a fixação dos ovos no local. O pedicelo atua como condutor de água da folha para o ovo, protegendo-o da desidratação, e a oviposição pode ser feita isoladamente, em grupos irregulares, ocasionalmente em semicírculo e até mesmo em círculos (EICHELKRAUT; CARDONA, 1989; HODDLE, 2011). Quanto à coloração dos ovos, esses são amarelados nos primeiros dias e próximos à eclosão ficam marrons. O número de ovos pode variar de 70 a 80 ao longo do ciclo de vida da fêmea (BUTLER et al., 1983) ou de 100 a 300 ovos (BROWN; BIRD, 1992) pois além dos fatores climáticos, a planta hospedeira é um fator importante envolvido na fecundidade (OLIVEIRA, 2001).



As ninfas possuem formato elíptico sendo ventralmente planas e dorsalmente convexas, e a ninfa de primeiro ínstar eclode através de uma fenda a partir do ápice do ovo e se locomove até encontrar um local apropriado onde irá se fixar e dar início a alimentação por meio da sucção da seiva do floema, sendo chamada nesse ínstar de 'crawler' (EICHELKRAUT; CARDONA, 1989). A ninfa não mais se locomove, exceto durante as ecdises que pode ocorrer algum movimento (BYRNE; BELLOWS JR., 1991). No primeiro ínstar são de coloração amarela a amarelo-pálida e translúcidas (VILLAS BÔAS et al., 1997). A ninfa de segundo ínstar aumenta de tamanho, é achatada, a coloração começa a ficar branca amarelada, mas ainda transparente com uma duração média de quatro dias. As ninfas de terceiro ínstar são morfologicamente similares às de segundo ínstar, mas além do aumento de tamanho ela passa a apresentar um formato globoso e a coloração se torna fosca, tendo duração média de 5,5 dias. O quarto e último ínstar apresenta três formas distintas. No início, a ninfa é achatada, translúcida e se alimenta; a seguir, torna-se branca e opaca e é mais larga e, por último, exibe coloração amarela e olhos vermelhos bem visíveis, e a forma do corpo do adulto pode ser percebida por meio do tegumento da ninfa. Nessa fase, também é denominada de "pupa" e não se alimenta (EICHELKRAUT; CARDONA, 1989; BYRNE; BELLOWS JR., 1991).

Completado o desenvolvimento, o adulto emerge através de uma "fenda" em formato de "T" invertido, saindo por meio de movimentos de contração e expansão do corpo. Inicialmente, o adulto apresenta coloração amarelo-pálida, mas, três a cinco horas depois, assume coloração branca característica (EICHELKRAUT; CARDONA, 1989). As asas membranosas são recobertas por uma substância pulverulenta branca secretada por glândulas do inseto, enquanto que o corpo é recoberto por uma cera extracuticular de cor amarelada (GILL, 1990). Os adultos podem apresentar de 0,8 a 2 mm de comprimento, sendo as fêmeas maiores que os machos (GILL, 1990; VILLAS BÔAS et al., 1997).

Adultos de mosca-branca têm a habilidade de andar e de voar tanto à curta quanto à longa distância (BERLINGER, 1986; OLIVEIRA; SILVA, 1997).

Segundo Lima e Lara (2001), *B. tabaci* apresenta mais de uma dezena de biótipos distribuídos pelo mundo, dos quais a maior parte se encontra na Região Neotropical. O biótipo B quando comparado com o biótipo A, provoca danos mais

intensos por apresentar maior taxa de alimentação, maior fecundidade, ampla gama de hospedeiros, capacidade de causar desordens fisiológicas, alta resistência aos inseticidas e um tamanho menor. Além disso, o biótipo B é considerado o mais importante vetor de fitopatógenos virais do mundo (VILLAS BÔAS et al., 2002).

### 1.2.3 Danos na cultura do feijoeiro

A mosca-branca *B. tabaci* biótipo B pode causar danos diretos à cultura ao se alimentar da seiva, provocando alterações no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da planta (VILLAS BÔAS et al., 2002).

Os danos indiretos são devido à transmissão de vários geminivírus, principalmente o vírus do mosaico dourado do feijoeiro e a excreção de “*honeydew*” que cobrem as folhas, favorecendo o desenvolvimento de fungos saprófitas, resultando na formação da fumagina, ocasionando a redução do processo fotossintético (VILLAS BÔAS et al., 1997, 2002; LACERDA; CARVALHO, 2008).

Os danos causados pelo vírus do mosaico dourado do feijoeiro podem variar conforme a cultivar plantada, a porcentagem de infecção pelo vírus e o estágio de desenvolvimento da planta por ocasião da incidência da doença (ALMEIDA et al., 1984). As perdas oriundas da infecção podem variar de 30% a 100%, sendo influenciadas pelas condições ambientais, como altas temperaturas e umidade relativa baixa e também pela presença de hospedeiros alternativos, como a cultura da soja, que é excelente hospedeira para alimentação e reprodução da mosca-branca (FARIA et al., 1996).

Os sintomas nítidos da doença são observados quando as plantas têm de três ou quatro folhas trifoliadas, o que representa de 25 a 30 dias de idade, e iniciam-se nas folhas mais novas com a coloração amarelo vivo e brilhante. Posteriormente atingem toda a planta, sendo que as folhas podem enrolar-se ligeiramente, mas em geral há pouca redução de seu tamanho. As plantas infectadas precocemente, ou seja, até os 20 dias de idade, podem apresentar redução no porte, vagens e sementes deformadas e peso reduzido (BARBOSA et al., 2001).

Estudos indicam que a porcentagem de infecção pelo vírus aumenta com o período de alimentação do inseto e que o tempo necessário para que o inseto

adquirir e transmitir o vírus é de vinte minutos a três horas de alimentação. Um único inseto virulífero é capaz de transmitir o vírus, por isso o manejo da mosca-branca é composto principalmente de ações preventivas para inibir a população da praga (BARBOSA et al., 2001).

#### **1.2.4 Uso de variedades resistentes e nim no controle de mosca-branca**

Resistência de plantas é a capacidade intrínseca que certos genótipos de plantas possuem em relação a outros da mesma espécie, para obter maior produção e/ou qualidade, sob o mesmo ataque de determinada população de um inseto praga, em igualdade de condições ambientais e plantio (LARA, 1991).

Os tipos de resistência descritos por Painter (1951) referem-se à antibiose, não preferência e tolerância. A antibiose refere-se aos efeitos letais diretos sobre os diferentes estágios do inseto alvo, enquanto que a não preferência ou antixenose refere-se aos aspectos comportamentais do inseto sobre a planta. A tolerância é outro tipo de resistência, definida como a capacidade da planta de suportar o ataque de determinado inseto-praga sem significativa redução na produção.

A seleção de plantas resistentes a *B. tabaci* biótipo B representa uma forma importante de manejo, visando diminuir os danos e perdas causadas por esse inseto (McAUSLANE, 1996). Para isso, características morfológicas e fisiológicas da planta, o comportamento e biologia do inseto e a sua relação com o hospedeiro são fatores imprescindíveis para determinar a resistência ou suscetibilidade da planta hospedeira (CAMPOS, 2003). Algumas características morfológicas e fisiológicas da planta podem conferir-lhe resistência, como o número, comprimento e tipo de tricomas, a forma e espessura da folha, pH, concentração de taninos e fenóis (MEAGHER JUNIOR et al., 1997).

No Brasil, cultivares resistentes à mosca-branca têm sido relacionadas, principalmente, nas culturas de feijão comum (BOIÇA JÚNIOR et al., 2000; ORIANI; LARA, 2000), de feijão caupi (COSTA et al., 2004; SILVA et al., 2008), de abóbora (BALDIN et al., 2000), de tomateiro (BALDIN et al., 2005) e de soja (LIMA; LARA, 2004).

Além do uso de cultivares resistentes outros métodos alternativos aos inseticidas estão sendo estudados nas últimas décadas, como o uso de produtos naturais extraídos de plantas. A família Meliaceae foi identificada como um dos grupos mais promissores, pois grande parte de suas espécies tem compostos com ação inseticida e toxicidade geralmente baixa para vertebrados (SOUZA; VENDRAMIM, 2000).

Dentre as espécies mais estudadas destaca-se o nim, *Azadirachta indica* A. Juss., que apresenta eficiência e ação sobre mais de 400 espécies de insetos, causando efeitos como: repelência, redução da alimentação, repelência à postura, interrupção do desenvolvimento e da ecdise, retarda o desenvolvimento, reduz a fecundidade e outras alterações comportamentais dos insetos-pragas, podendo levar a morte (MARTINEZ, 2011). A ação dos compostos do nim, principalmente a azadiractina depende da espécie de inseto e da concentração aplicada (BARBOSA et al., 2000).

Algumas características específicas do nim o tornam promissor para o uso no controle de pragas, tais como: não há necessidade de se destruir a planta para o preparo de extratos; possui vários compostos ativos dificultando aos insetos o desenvolvimento de resistência; a concentração dos compostos é alta e são solúveis em água, sendo fáceis de extrair e de baixo custo; devido à sua forma de ação os compostos são mais tóxicos às pragas do que aos inimigos naturais; os produtos derivados são praticamente inócuos ao ambiente e ao homem, e são totalmente biodegradáveis, apresentando baixa persistência no ambiente (MARTINEZ, 2011).

Diversos estudos têm comprovado a eficiência de azadiractina no controle de mosca-branca e sua capacidade de translocamento nas plantas, dependendo da espécie e da estrutura da planta na qual se aplica o composto. Souza e Vendramim (2004) testaram extratos de sementes a 1% pulverizando na face adaxial das folhas de tomate, ou seja, face contrária daquela onde se fixam as ninfas de mosca-branca, obtendo 56% de mortalidade, observando-se o seu efeito translaminar. Kumar et al. (2005) testaram a ação sistêmica com aplicação no solo de 0,5%, ocasionando 61% de mortalidade das ninfas. O tratamento de sementes com óleo de nim também foi eficiente no controle de ninfas de mosca-branca em tomate, porém, o tratamento via solo ainda foi mais eficiente.

A repelência aos insetos é outra forma de ação do nim, principalmente para o controle de mosca-branca, pois, como o principal problema relacionado a esses insetos é a transmissão de vírus, a melhor forma de controle é a prevenção, ou seja, evitar que o inseto se aproxime da cultura. Essa repelência à adultos da mosca-branca foi observada por Cubillo et al. (1999), que aplicando diferentes produtos a base de nim obtiveram redução do número de insetos adultos e do número de ovos em plantas de tomate.

### **1.2.5 Indução de resistência, silício e produção de compostos secundários**

Todas as plantas apresentam estruturas e substâncias de proteção contra o ataque de herbívoros ou patógenos, sendo essas denominadas defesas constitutivas das plantas. As estruturas são representadas pela cutícula, cera, parede celular espessa, tricomas, adaptações em estômatos e fibras vasculares, bem como as substâncias químicas pré-formadas, como os fenóis, alcalóides, fototoxinas, entre outros (PASCHOLATI; LEITE, 1995; AGRIOS, 2005).

Por outro lado, há mecanismos de defesa que se manifestam somente quando a planta sofre injúrias ou danos por um herbívoro ou patógeno, ou também através de um indutor de resistência. Portanto, a indução de resistência envolve a ativação de mecanismos de defesa latentes existentes na planta em resposta ao tratamento com agentes bióticos ou abióticos. Nesse caso, os mecanismos envolvem a formação de papilas, lignificação, além de compostos como fitoalexinas, proteínas relacionadas a patogênese, entre outros (PASCHOLATI; LEITE, 1995).

A indução de resistência pode ser local, isto é, apenas nos tecidos onde se efetuou o tratamento com o agente indutor, ou resistência sistêmica, que se manifesta a distância do local de aplicação do indutor (MORAES, 1992).

O silício tem sido estudado como indutor de resistência em diversas culturas, podendo atuar na constituição de barreira física e/ou química de maneira a impedir o desenvolvimento de pragas, resultando na ativação mais rápida e extensiva dos mecanismos de defesa pré e pós-formados da planta (EPSTEIN, 1999; GOMES et al., 2009).

Como função estrutural, proporciona mudanças anatômicas nos tecidos, como células epidérmicas com a parede celular mais espessa devido à deposição de sílica nessas estruturas, denominada dupla camada de silício-cutícula (BLAICH; GRUNDHÖFER, 1998), favorecendo a melhor arquitetura das plantas, deixando as folhas mais eretas e aumentando a capacidade fotossintética (KORNDÖRFER et al., 2002).

Várias fontes de silício são usadas para aumentar a resistência de plantas aos herbívoros, sendo que os fertilizantes podem ser aplicados via solo ou via foliar. Os silicatos são as principais fontes empregadas no Brasil e como exemplos têm-se o silicato de cálcio ( $\text{CaSiO}_3$ ), silicato de sódio ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) e silicato de potássio ( $\text{K}_2\text{SiO}_3$ ) (KORNDÖRFER et al., 2002).

As plantas tratadas com silício provavelmente desencadeiam mecanismos naturais de defesa, como a produção de compostos fenólicos, quitinases, peroxidases e acúmulo de lignina, o que poderia interferir no crescimento e desenvolvimento de insetos-pragas (EPSTEIN, 1999; GOMES et al., 2008).

Os fenóis vegetais são compostos secundários, não nitrogenados, baseados em cadeias de carbono, cujo elemento estrutural fundamental caracteriza-se por um anel benzênico ao qual está ligada pelo menos uma hidroxila (BRUNETON, 1991). Constituem um grupo quimicamente heterogêneo, com aproximadamente 10.000 compostos – alguns solúveis apenas em solventes orgânicos, outros solúveis em água, e há ainda aqueles que são grandes polímeros insolúveis (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Os fenóis podem atuar sobre o inseto como deterrentes de alimentação ou antibióticos e através da fortificação da parede celular (HEIL; BALDWIN, 2002). Esses compostos fenólicos são convertidos em vários derivados, como as fitoalexinas (ação antimicrobiana), cumarinas (anticoagulantes), vários flavonóides e taninos (deterrentes de alimentação) e lignina (fornece resistência a parede celular) (CHAN et al., 1978).

Mengel e Kirkby (1987) citaram que tanto o ácido silícico como o ácido bórico reagem com fenóis como o ácido caféico, um precursor da lignina, para formar mono, di ou complexos polímeros de silício. Portanto, possivelmente, o silício afeta a

síntese de lignina e esta possível ligação entre silício durante a síntese de lignina é um importante foco da função bioquímica do silício.

Quimicamente a lignina é um polímero de fenilpropanos, altamente ramificado. É um componente estável das paredes das células, atuando na defesa contra agentes patogênicos e perdas por estresse hídrico (KOZLOWASKA; KRZYWANSKI, 1994), podendo responder por 20 a 30% do peso das células lenhosas. Assim, quando ocorre o crescimento dos tecidos de suporte e condução, a competição por recursos pode limitar a produção de compostos secundários que possuem a mesma via de síntese, como os taninos (WARING; SCHLESINGER, 1985).

### 1.3 REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL 2012: anuário de agricultura brasileira. São Paulo: Informa Economics/FNP, 2012. p. 292.
- AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5<sup>th</sup>. ed. San Diego: Elsevier Academic Press, 2005. 922 p.
- ALMEIDA, L. D.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; RONZELLI JÚNIOR, P.; COSTA, A. S. Avaliação de perdas causadas pelo mosaico dourado do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) em condições de campo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 9, n. 2, p. 213-219, 1984.
- BALDIN, E. L. L.; TOSCANO, L. C.; LIMA, A. C. S.; LARA, F. M.; BOIÇA JUNIOR, A. L. Preferência para oviposição de *Bemisia tabaci* biótipo B por genótipos de *Cucurbita moschata* e *Cucurbita maxima*. **Boletim de Sanidad Vegetal. Plagas**, Madrid, v. 26, n. 3, p. 409-413, 2000.
- BALDIN, E. L. L.; VENDRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, A. L. Resistência de genótipos de tomateiro à mosca branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 3, p. 435-441, 2005.
- BARBOSA, A. P.; AMBROSANO, E. J.; ABREU JÚNIOR, H. **Nim**: o protetor natural múltiplo. Campinas: Instituto Agrônômico, 2000. 41 p.
- BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K.; SILVA, O. F. **Aplicação de nitrogênio em cobertura no feijoeiro irrigado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa-CNPAF, 2001. 8 p.
- BARBOSA, F. R.; QUINTELA, E. D.; BLEICHER, E.; SILVA, P. H. S. da; ALENCAR, J. A. de; HAJI, F. N. P. **Manejo da mosca-branca na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) no Nordeste do Brasil**. Petrolina: Embrapa SEMI-ÁRIDO, 2001. 12 p. (Circular Técnica, 72).
- BELLOWS JUNIOR, T. S.; PERRING, T. M.; GILL, R. J.; HEADRICK, D. H. Description of a species of *Bemisia* (Homoptera: Aleyrodidae). **Annals of the Entomological Society of America**, Lanhan, v. 87, n. 2, p. 195-206, 1994.
- BERLINGER, M. J. Host plant resistance to *Bemisia tabaci*. **Agriculture Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 17, n. 1-2, p. 69-82, 1986.
- BLAICH, R.; GRUNDHÖFER, H. Silicate incrusts induced by powdery mildew in cell walls of different plant species. **Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz**, Stuttgart, v. 105, p.114-120, 1998.



BOIÇA JUNIOR, A. L.; JESUS, F. G.; CARBONEL, S. A. M.; PITTA, R. M.; CHIORATTO, A. F. Efeito de genótipos de *Phaseolus vulgaris* associados ou não a inseticidas, no controle de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) e *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae). **Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas**, Madrid, v. 34, p. 27-35, 2008.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; MUÇOUÇA, M. J.; SANTOS, T. M. dos; BAUMGARTNER, J. G. Efeito de cultivares de feijoeiro, adubação e inseticidas sobre *Empoasca kraemeri* Ross & Moore, 1957 e *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 22, n. 4, p. 955-961, 2000.

BORÉM, A.; CARNEIRO, S. E. J. A cultura do feijão. In: \_\_\_\_\_ **Feijão**. 2. ed. (atual. e ampl.) Viçosa: UFV, 2006. cap. 3, p. 45.

BROUGHTON, W. J.; HERNÁNDEZ, G.; BLAIR, M.; BEEBE, S.; GEPTS, P.; VANDERLEYDEN, J. Beans (*Phaseolus* spp.): model food legumes. **Plant and Soil**, Netherlands, v. 252, n. 1, p. 55-128, 2003.

BROWN, J. K.; BIRD, J. Whitefly transmitted geminivirus in the Americas and the Caribbean Basin: past and present. **Plant Disease**, Quebec, v. 76, n. 3, p. 220-225, 1992.

BRUNETON, J. **Elementos de fitoquímica y de farmacognosia**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1991. 594 p.

BUTLER, J. G. D.; HENNEBERRY, T. J.; CLAYTON, T. E. *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae): development, oviposition, and longevity in relation to temperature. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 76, p. 310-313, 1983.

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

CAMPOS, O. R. **Resistência de genótipos de algodoeiro a mosca branca *Bemisia tabaci* (Gennadius 1889) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae)**. 2003. 69 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

CARBONELL, S. A. M.; CHIORATO, A. F.; RESENDE, M. D. V.; DIAS, L. A. S.; BERALDO, A. L. A.; PERINA, E. F. Estabilidade de cultivares e linhagens de feijoeiro em diferentes ambientes no estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 2, p.193-201, 2007.

CARNEIRO, S. M. de T. P. G. Ação do nim sobre fungos fitopatogênicos. In: MARTINEZ, S. S. (Ed.). **O nim *Azadirachta indica* – natureza, usos múltiplos, produção**. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 2002. p. 59-64.

CHAN, B. G.; WAISS, A. C.; LUKEFAHR, M. Condensed tannins, an antibiotic chemical from *Gossypium hirsutum*. **Journal of Insect Physiology**, Exeter, v. 24, n. 2, p. 113-118, 1978.

COSTA, N. P.; SANTOS, T. M.; BOIÇA JUNIOR, A. L. Preferência para oviposição de *Bemisia tabaci* biótipo-B em genótipos de caupi. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 227-230, 2004.

CUBILLO, D.; SANABRIA, G.; HILJE, L. Evaluación de la repelencia y mortalidad causada por insecticidas comerciales y extractos vegetales sobre *Bemisia tabaci*. **Manejo Integrado de Plagas**, Turrialba, v. 53, p. 65-71, set. 1999.

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.

EICHELKRAUT, K.; CARDONA, C. Biología, cria massal 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. 55-62, 1989.

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

FARIA, J. C.; ANJOS, J. R. N. dos; COSTA, A. F. da; SPERÂNDIO, C. A.; COSTA, C. L. Doenças causadas por vírus e seu controle. In: ARAÚJO, R. D.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Ed.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p. 731-769.

FERREIRA, L. T.; ÁVIDOS, M. F. D. **Mosca branca**: presença indesejável no Brasil. Brasília, DF: Biotecnologia: ciência e desenvolvimento, 1998. p. 22-26.

GEPTS, P.; KMIECIK, K.; PEREIRA, P.; BLISS, F. A. Dissemination pathways of common bean (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae) deduced from phaseolin electrophoretic variability, I - The Americas. **Economic Botany**, New York, v. 42, n. 1, p. 73-85, 1988.

GILL, R. J. The morphology of whiteflies. In: GERLING, D. (Ed.). **Whiteflies**: their bionomics, pest status and management. Andover: Intercept, 1990. p. 13-46.

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

GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; SANTOS, C. D. dos; ANTUNES, C. S. Uso de silício como indutor de resistência em batata a *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 37, n. 2, p. 185-190, 2008.

HEIL, M.; BALDWIN, I. T. Fitness cost of induced resistance: emerging experimental support for a slippery concept. **Trends in Plant Science**, Kidlington, v. 7, n. 2, p. 61-67, 2002.

HODDLE, M. **The biology and management of silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring (Homoptera: Aleyrodidae) on greenhouse grown ornamentals**. Riverside: University of Califórnia, [may 2011]. Disponível em: <<http://www.biocontrol.ucr.edu/bemisia.html>>. Acesso em: 17 set. 2012.

JESUS, F. G.; BOIÇA JUNIOR, A. L.; JANINI, J. C.; SILVA, A. G.; CARBONEL, S. A. M.; CHIORATO, A. F. Interação de variedades, óleo de nim e inseticida no controle de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotipo B (Homoptera:Aleyrodidae) e *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae) na cultura do feijoeiro. **Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas**, Madrid, v. 35, n. 3, p. 491-500, 2009.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. **Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura**. Uberlândia: UFU, GPSi, ICIAG, 2002. 23 p. (Boletim Técnico, 1).

KOZLOWASKA, M.; KRZYWANSKI, Z. The possible role of phenolic compounds is red raspberry resistance to *Didymella applanata* (Niessl) Sacc. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 381, p. 671-674, 1994.

KUMAR, P.; POEHLING, H. M.; BORGEMEISTER, C. Effects of different application methods of azadirachtin against sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* Gennadius (Hom., Aleyrodidae) on tomato plants. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 129, n. 9/10, p. 489-497, 2005.

LACERDA, J. T.; CARVALHO, R. A. Descrição e manejo integrado da mosca-branca (*Bemisia* spp.) transmissora de geminivirus em culturas econômicas. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 2, n. 2, p. 15-22, 2008.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. 2. ed. São Paulo: Ícone, 1991. 336 p.

LIMA, A. C. S.; LARA, F. M. **Mosca-Branca (*Bemisia tabaci*): morfologia, bioecologia e controle**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 76 p.

LIMA, A. C. S.; LARA, F. M. Resistência de genótipos de soja à mosca branca *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Homoptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 71-075, 2004.

MAGALHÃES, B. P.; CARVALHO, S. M. Insetos associados à cultura. In: ZIMMERMANN, M. J. de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. p. 573-589.

MARTINEZ, S. S. Ação do nim sobre os insetos. In: \_\_\_\_\_ (Ed.). **O nim *Azadirachta indica* - natureza, usos múltiplos, produção**. Londrina: IAPAR, 2002b. p. 31-57.

MARTINEZ, S. S. Composição do nim. In: \_\_\_\_\_ (Ed.). **O nim *Azadirachta indica* - natureza, usos múltiplos, produção**. Londrina: IAPAR, 2002a. p. 23-30.

MARTINEZ, S. S. O emprego do nim. In: \_\_\_\_\_ (Ed.). **O nim *Azadirachta indica* - natureza, usos múltiplos, produção**. 2. ed. Londrina: IAPAR, 2011. p. 95-110.

McAUSLANE, H. J. Influence of leaf pubescence on ovipositional preference of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on soybean. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 25, n. 4, p. 834-841, 1996.

MEAGHER JUNIOR, R. L.; ROBERT, L.; SMITH, W. C.; SMITH, W. J. Preference of *Gossypium* genotypes to *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 90, n. 4, p. 1046-1052, 1997.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plants nutrition**. 4. ed. Bern: International Potash Institute, 1987. 687p.

MORAES, W. B. C. Controle alternativo de fitopatógenos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, p. 175-190, 1992.

OLIVEIRA, M. R. V. Mosca-branca, *Bemisia tabaci* raça B (Hemiptera: Aleyrodidae). In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. (Ed.). **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2001. cap. 9, p. 61-71.

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

ORIANI, M. A. G.; LARA, F. M. Antibiosis effects of wild bean lines containing arcelin on *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B (Homoptera: Aleyrodidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 573-582, 2000.

PAINTER, R. H. **Insect resistance in crop plants**. New York: McMillan, 1951. 520 p.

PASCHOLATI, S. F.; LEITE, B. Hospedeiro: mecanismos de resistência. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v. 1, p.193-217.

QUINTELA, E. D.; PINHEIRO, P. V. Redução da oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em folhas de feijoeiro tratadas com extratos botânicos. **BioAssay**, Piracicaba, v. 4, n. 8, p. 1-10, 2009.

SILVA, P. H. S.; CASTRO, M. J. P.; FILHO, F. R. F. **Resistência do tipo não-preferência para a alimentação e oviposição de mosca-branca em genótipos de feijão-caupi**. Teresina: Embrapa, 2008. 4 p. (Comunicado Técnico, 207).

SOUZA, A. P.; VENDRAMIM, J. D. Bioatividade de extratos orgânicos e aquosos de meliáceas sobre *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B em tomateiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 71, n. 4, p. 493-497, 2004.

SOUZA, A. P.; VENDRAMIM, J. D. Efeito de extratos aquosos de meliáceas sobre *Bemisia tabaci* biótipo B em tomateiro. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n. 2, p. 173-179, 2000.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

VILLAS BÔAS, G. L.; FRANÇA, F. H.; ÁVILA, A. D. de; BEZERRA, I. C. **Manejo integrado da mosca-branca *Bemisia argentifolii***. Brasília, DF: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 6 p. (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, DF, v. 20, n. 1, p. 71-79, 2002.

WANDER, A. E. Mercado e comercialização. In: COBUCCI, T.; BIAVA, M. Cultivo do feijão irrigado na região noroeste de Minas Gerais. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2005. (Sistemas de produção, 5). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoIrrigadoNoroesteMG/index.htm>>. Acesso em: 17 set. 2012.

WARING, R. H.; SCHLESINGER, W. H. **Forest ecosystems: concepts and management**. Orlando: Academic Press, 1985. 340 p.

YOKOYAMA, L. P.; BANNO, K.; KLUTHCOUSCKI, J. Aspectos econômicos da cultura. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa de Potassa e de Fosfato, 1996. p. 1-20.

YOKOYAMA, M. **Feijão**. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T. J. de; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. p. 341-357.

**CAPÍTULO 2 – Antibiose e não preferência para oviposição de *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em genótipos de feijoeiro comum**

**RESUMO** - O feijoeiro comum, *Phaseolus vulgaris* L., constitui importante fonte de renda para muitos países, entre eles o Brasil. Diferentes fatores contribuem para a redução da produção, entre eles os insetos-pragas, destacando-se *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) biótipo B. O presente trabalho teve por objetivo selecionar genótipos de feijoeiro comum resistentes a *B. tabaci* biótipo B e os tipos de resistência envolvidos. Para isso foram realizados dois experimentos, desenvolvidos em casa de vegetação do Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos do Departamento de Fitossanidade, da FCAV/UNESP – Jaboticabal, SP, avaliando-se onze genótipos de feijoeiro comum. Para o teste com chance de escolha o delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, e inteiramente casualizado para os testes sem chance de escolha e antibiose, totalizando seis repetições para cada teste. As variáveis avaliadas foram: período embrionário, período ninfal, período de ovo a adulto, viabilidade de ovo a adulto e longevidade de adultos. O genótipo IAC-Harmonia prolongou os períodos ninfal e de ovo a adulto de *B. tabaci* biótipo B, caracterizando o tipo de resistência por não preferência para alimentação e/ou antibiose. Os genótipos testados foram igualmente ovipositados pela mosca-branca em testes com e sem chance de escolha.

**Palavras-chave:** mosca-branca, tipos de resistência de plantas, *Phaseolus vulgaris*

**CHAPTER 2 - Antibiosis and non-preference for oviposition of *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) in common bean genotypes**

**ABSTRACT** - The common bean *Phaseolus vulgaris* L. constitutes an important source of income for many countries, including Brazil. Different factors contribute to the reduction of production, including pest insects, especially *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) biotype B. This study aimed to select common bean genotypes resistant to *B. tabaci* biotype B and the types of resistance involved. For this, two experiments were developed in a greenhouse Laboratory of Plant Resistance to Insect at the Department of Plant Protection, the FCAV / UNESP - Jaboticabal, SP, evaluating eleven genotypes of common bean. To test the free-choice experimental design was a randomized block design and completely randomized to the no-choice tests and antibiosis, with six replications for each test. Variables evaluated were: embryonic period, nymphal, egg to adult, from egg to adult viability and adult longevity. The IAC-Harmony prolonged periods nymphal and egg to adult *B. tabaci* biotype B, characterizing the type of resistance by non-preference for feeding and/or antibiosis-type resistance. Tested genotypes were equally oviposited by the whitefly in free-choice test and non-choice.

**Keywords:** whitefly, type of plant resistance, *Phaseolus vulgaris*

## 2.1 Introdução

*Phaseolus vulgaris* L. é a espécie mais cultivada de feijoeiro comum dentro da família Fabaceae. Constitui em uma das mais importantes fontes de proteína na dieta alimentar de grande parte da população mundial (ANTUNES et al., 1995).

A produção brasileira do grão na safra de 2010/2011 foi de 3.736.600 toneladas, em uma área plantada em 2011, 11% maior que na safra anterior. O crescimento da produção em 2011 foi de 14% e o ganho na produtividade de 2,6% (AGRIANUAL, 2012).

Os insetos-pragas contribuem para a diminuição da produção dessa leguminosa, e a mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) biótipo B, é uma das principais pragas, devido à injeção de toxina e a transmissão de vírus como o causador do mosaico dourado do feijoeiro ou *Bean Golden Mosaic Virus* (BGMV) (GALLO et al., 2002).

As perdas econômicas ocasionadas por esse vírus podem variar entre 30% e 100%, sendo influenciadas pela presença de hospedeiros alternativos e pelas condições ambientais. Os danos também podem variar conforme a cultivar utilizada, o estágio de desenvolvimento da planta e a porcentagem de infecção pelo vírus (FARIA et al., 1996).

O controle de *B. tabaci* é realizado principalmente através da aplicação de produtos químicos, e a utilização intensiva de inseticidas pode provocar o ressurgimento da praga alvo e o aparecimento de novas pragas, além de deixar resíduos no ambiente (PRATISSOLI, 2002).

O uso de variedades resistentes é considerado um método importante em um programa de manejo integrado de pragas (MIP) e de grande potencial no controle da mosca-branca (McAUSLANE, 1996). Características morfológicas ou fisiológicas da planta, como por exemplo, o número e o tipo de tricomas ou a concentração de compostos químicos, podem conferir algum tipo de resistência ao genótipo (MEAGHER JUNIOR et al., 1997).

Os tipos de resistência descritos por Painter (1951) referem-se a antibiose, não preferência e tolerância. A antibiose refere-se aos efeitos letais diretos sobre os diferentes estágios do inseto alvo, enquanto que a não preferência ou antixenose



refere-se aos aspectos comportamentais do inseto sobre a planta. A tolerância é outro tipo de resistência, definida como a capacidade da planta de suportar o ataque de determinado inseto-praga sem significativa redução na produção.

Estudos sobre variedades resistentes à *B. tabaci* biótipo B estão sendo realizados em feijoeiro, como aqueles desenvolvidos por Oriani e Lara (2000), constataram que os materiais selvagens Arc 3s e Arc 5s apresentaram resistência do tipo não preferência para oviposição. Em outro trabalho Oriani et al., (2005) verificaram que esses mesmos materiais selvagens de feijoeiro apresentaram não preferência para alimentação e/ou antibiose.

De acordo com Boiça Júnior e Vendramim (1986), a cultivar de feijoeiro Bolinha influenciou negativamente o desenvolvimento de *B. tabaci*, sugerindo resistência do tipo antibiose.

Bianchini (1994) caracterizou as linhagens IAPAR 57 e IAPAR 72 (grão carioca) e a linhagem IAPAR 65 (grão preto) como resistente ao vírus do mosaico dourado, as quais foram recomendadas para o plantio em regiões do sul do Brasil.

Foi observado por Lemos et al., (2003) que os genótipos IAPAR 57, IAPAR 65, IAPAR 72, Ônix, Aporé e 606 (5)(214-17) destacaram-se como os mais tolerantes ao vírus do mosaico dourado e ao ataque de mosca-branca.

Diante desses relatos, o uso de cultivares resistentes pode ser um método importante em um programa de manejo integrado da mosca-branca na cultura do feijoeiro. O trabalho teve por objetivo selecionar genótipos de feijoeiro comum resistentes a *B. tabaci* biótipo B e caracterizar os tipos de resistência envolvidos.

## **2.2 Material e Métodos**

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação e no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP.

Foram utilizados os genótipos de feijoeiro: IAC-Harmonia, IAC-Carioca Tybatã, Pérola, IAC-Una, IAC-Diplomata, IPR-Siriri, IAPAR 81, IAC-Alvorada, BRS Pontal, IAC-Formoso, BRS Requite.

As sementes de feijão foram semeadas em vasos de polietileno com capacidade para cinco litros, contendo terra e composto orgânico na proporção 3:1, sendo quatro sementes por vaso. A irrigação foi realizada conforme a necessidade. As plantas foram desbastadas dez dias após a emergência, deixando-se uma planta por vaso.

Os espécimes de *B. tabaci* utilizados no experimento foram oriundos da criação de manutenção mantida em casa-de-vegetação do setor de Entomologia, do Departamento de Fitossanidade da FCAV/UNESP, e multiplicados em plantas de couve cultivar Manteiga Georgia (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*), sendo realizados os tratos culturais e irrigação sempre que necessário. Esses vasos foram mantidos em gaiola de metal (1,5m de comprimento x 1,5m de largura x 1,8m de altura), revestida por tela anti-afídeo. As moscas-brancas foram adquiridas inicialmente do Setor de Entomologia do IAC (Instituto Agrônomo de Campinas) identificados como *Bemisia tabaci* biótipo B.

Foram realizados dois experimentos: um de antibiose e outro de não preferência para oviposição, sendo ambos instalados em casa-de-vegetação.

Para análise estatística os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados de contagem foram transformados em  $\log(x + 5)$  através do programa estatístico AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO JUNIOR, 2010).

### **2.2.1 Teste de antibiose em *B. tabaci* biótipo B**

Para esse estudo foram utilizados onze genótipos e seis repetições, em delineamento inteiramente casualizado.

Vinte dias após a emergência das plantas, foram coletados adultos não sexados de mosca-branca da criação de manutenção através de um sugador manual de borracha acoplado a um tubo de ensaio de vidro (CAMPOS et al., 2009).

Para cada planta, utilizou-se uma folha onde foi fixada uma gaiola de plástico, contendo 60 adultos de mosca-branca para obtenção de ovos. A gaiola utilizada seguiu a metodologia proposta por Campos et al. (2009), sendo confeccionada com copos plásticos com capacidade de 40 mL, cujo fundo foi tampado com tecido *voile* e na extremidade menor foi colocada uma tampa feita de papelão e espuma para não causar injúria na folha. O copo foi acoplado a uma haste de madeira para sua fixação ao solo. A gaiola foi presa à folha por um grampo de metal.

Após vinte e quatro horas as gaiolas com os adultos foram retiradas e as folhas contendo os ovos foram marcadas para avaliação diária em lupa.

Após a eclosão, 15 ninfas de primeiro ínstar foram separadas para avaliação do seu ciclo biológico em cada um dos genótipos. Os parâmetros analisados foram: período embrionário, período ninfal, período de ovo a adulto, viabilidade total (ovo a adulto) e longevidade de adultos.

Por ocasião do quarto ínstar ninfal, ou seja, na fase de “pupa”, foram colocados saquinhos de *voile* na folha, onde foram coletados os adultos emergidos. Esses foram coletados com sugador manual e individualizados em tubos de ensaio, armazenados em laboratório, a  $26 \pm 2^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $70 \pm 5\%$  e fotofase de 12 horas, sem alimentação, para a avaliação da longevidade.

### **2.2.2 Testes de não preferência para oviposição de *B. tabaci* biótipo B, com e sem chance de escolha**

Vinte dias após a emergência das plantas, foram realizados os testes de não preferência para oviposição, com e sem chance de escolha. Como o objetivo era selecionar um genótipo como padrão de resistência, um como suscetível e um intermediário, foram selecionados oito genótipos do teste de antibiose, que se destacaram no parâmetro período ninfal, sendo eles: IAC-Harmonia, IAC-Carioca Tybatã, Pérola, IAC-Una, IAC-Diplomata, IPR-Siriri, IAC-Alvorada, BRS Pontal.

### 2.2.2.1 Teste com chance de escolha

Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso, sendo seis blocos e oito genótipos. Cada bloco era formado por gaiola de metal (1,5m de comprimento x 1,5m de largura x 1,8m de altura) revestida por tela anti-afídeo, contendo os vasos com as plantas dos oito genótipos dispostos em círculo e eqüidistantes do centro e ao acaso. Baseando-se na metodologia proposta por Jesus et al. (2011), foram liberados ao centro da gaiola 100 adultos de mosca-branca por planta, totalizando 800 adultos por gaiola.

Após 48 horas, todas as folhas de cada planta foram retiradas, acondicionadas em sacos de papel identificados e armazenadas em geladeira. A contagem dos ovos foi realizada usando estereomicroscópico observando-se a face abaxial das folhas. Após a contagem, foi feita a medição da área foliar, usando medidor modelo LI-COR 3100<sup>®</sup>, para a obtenção do número de ovos por cm<sup>2</sup> de folha.

### 2.2.2.2 Teste sem chance de escolha

Para a realização deste teste foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, sendo oito genótipos e seis repetições. Cada uma das plantas (genótipos) representando uma repetição foi individualizado em uma gaiola cilíndrica de metal (60cm de altura x 40cm de diâmetro) revestida com tecido *voile*.

Cada repetição foi infestada com 100 adultos de mosca-branca, colocando-se o tubo (2,5 x 8,5cm) com os insetos na base das plantas dos genótipos de feijoeiro.

Após 48 horas, todas as folhas foram retiradas e acondicionadas em sacos de papel. O número de ovos e área foliar foram determinados utilizando-se a mesma metodologia empregada no teste com chance de escolha.

## 2.3 Resultados e Discussão

### 2.3.1 Teste de antibiose em *B. tabaci* biótipo B

O período embrionário de *B. tabaci* variou de 8,00 dias nos genótipos IPR–Siriri, IAPAR 81, IAC-Alvorada, IAC-Una e IAC-Harmonia a 8,59 dias no genótipo IAC-Carioca Tybatã, sendo o único genótipo que apresentou diferença significativa em relação aos outros genótipos (Tabela 1).

Oriani et al. (2008) observaram um período semelhante em cultivares de feijoeiro comum, variando entre 7,7 (Porrillo 70) e 8,0 dias (G11056). Em estudo realizado por Oriani e Lara (2000) foi relatado que o período embrionário variou de 7,5 (ARC 1, ARC 5s) a 8,2 dias (IAPAR MD 808) também em feijoeiro comum.

Para o período ninfal constatou-se uma variação de 16,89 a 21,00 dias, sendo o genótipo Pérola o que apresentou a menor média, e o genótipo IAC-Harmonia o que ocasionou o maior período de desenvolvimento das ninfas (Tabela 1). Esses resultados demonstram que o genótipo Pérola se caracteriza como suscetível em relação aos outros genótipos, pois as ninfas se desenvolveram em um tempo menor. O genótipo IAC-Harmonia se caracteriza como resistente em relação aos outros genótipos, pois houve um prolongamento no desenvolvimento das ninfas, podendo ser algum composto ou estrutura da planta responsável por essa alteração no desenvolvimento. Resultados próximos foram obtidos por Oriani et al. (2008) na cultura do feijão comum, com uma duração de 13,3 dias (Porrillo 70) a 18,8 dias (Arc 3s). Para o período de ovo a adulto o genótipo Pérola foi o que obteve menor duração (24,93 dias), como também o genótipo IAPAR 81 (25,32 dias) diferindo significativamente do genótipo IAC-Harmonia (29,00 dias) e do IAC-Carioca Tybatã (27,85 dias) (Tabela 1).

Em relação à viabilidade de ovo a adulto, não houve diferença significativa entre os genótipos, sendo as menores viabilidades nos genótipos IAC-Carioca Tybatã e IAC-Harmonia (91,11 %) (Tabela 1).

Quanto à longevidade de adultos não houve diferença significativa entre os genótipos de feijoeiro, sendo que a menor duração foi de 1,14 dias (IAC-Harmonia) e a maior de 1,46 dias (IAC-Diplomata) (Tabela 1).

Os dados biológicos de *B. tabaci* biótipo B obtidos para o genótipo IAC-Harmonia sugerem um possível mecanismo de resistência por não preferência para alimentação e/ou antibiose, já que afetou negativamente o desenvolvimento do inseto. Pelos resultados verificou-se um prolongamento de 4,07 dias no período de ovo a adulto do inseto no genótipo IAC-Harmonia em relação ao Pérola, que se destacou como o mais adequado ao desenvolvimento da mosca-branca. De acordo com Lara (1991) quando os insetos necessitam de um tempo maior para completar o estágio imaturo sugere-se o tipo de resistência de não preferência para alimentação e/ou antibiose.

Tabela 1. Período embrionário, período ninfal, duração de ovo a adulto, longevidade (dias) e viabilidade do período de ovo a adulto (%) de *Bemisia tabaci* biótipo B obtidos em genótipos de feijoeiro comum, em casa-de-vegetação. Jaboticabal, SP, 2011.

Genótipos (G)	Período Embrionário (dias) <sup>1</sup>	Período Ninfal (dias) <sup>1</sup>	Duração de ovo a adulto (dias) <sup>1</sup>	Viabilidade de ovo a adulto (%) <sup>1</sup>	Longevidade adultos (dias) <sup>1</sup>
IPR - Siriri	8,00 b	18,79 ab	26,79 abc	100,00 a	1,25 a
IAC - Diplomata	8,03 b	19,14 ab	27,17 abc	100,00 a	1,46 a
Pérola	8,03 b	16,89 b	24,93 c	100,00 a	1,28 a
IAPAR 81	8,00 b	17,32 b	25,32 c	100,00 a	1,30 a
IAC-Carioca Tybatã	8,59 a	19,26 ab	27,85 ab	91,11 a	1,41 a
IAC - Alvorada	8,00 b	18,49 b	26,49 bc	100,00 a	1,33 a
BRS - Pontal	8,03 b	19,13 ab	27,27 abc	100,00 a	1,25 a
IAC - Formoso	8,19 b	18,05 b	26,25 bc	98,89 a	1,33 a
BRS - Requite	8,15 b	18,07 b	26,21 bc	100,00 a	1,26 a
IAC - Una	8,00 b	18,55 b	26,55 bc	100,00 a	1,26 a
IAC - Harmonia	8,00 b	21,00 a	29,00 a	91,11 a	1,14 a
F (G)	5,45**	4,67**	4,84**	2,07*	1,00 <sup>NS</sup>
C.V. (%)	2,29	6,65	4,69	6,17	16,03

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Na tabela os dados são originais.

<sup>NS</sup> Não significativo.

### 2.3.2 Teste de não preferência para oviposição de *B. tabaci* biótipo B

Para o teste com chance de escolha e considerando o número de ovos por  $\text{cm}^2$ , os genótipos não diferiram significativamente entre si (Tabela 2), variando de 0,79 (IPR-Siriri) a 2,63 ovos por  $\text{cm}^2$  (BRS-Pontal).

Para o teste sem chance de escolha, as médias do número de ovos por  $\text{cm}^2$  também não diferiram significativamente entre os genótipos (Tabela 2). O menor número de ovos por  $\text{cm}^2$  foi de 0,45 (IAC-Harmonia) e o maior foi 1,36 ovos por  $\text{cm}^2$  (IAC-Diplomata).

Resultados semelhantes foram observados por Jesus et al. (2009), que avaliando a média do número de ovos de *B. tabaci* biótipo B entre os genótipos de feijoeiro IAC-Harmonia, IAC-Centauro, Pérola e Carioca comum, em cinco amostragens (aos 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a emergência das plantas) na época da seca verificaram que não houve diferença significativa entre os genótipos em nenhuma das avaliações.

Em outro estudo, o autor verificou que o número médio de ovos de *B. tabaci* obtidos em seis amostragens em campo efetuadas aos 25, 32, 39, 46, 53 e 60 dias após a emergência das plantas de dezenove genótipos de feijoeiro, entre eles IAC-Carioca Tybatã, Pérola, IAC-Alvorada, IAC-Diplomata, BRS Pontal, IAC- Una, genótipos comuns a essa pesquisa, não diferiram significativamente entre si (JESUS, 2007).

Tabela 2. Número médio de ovos de *Bemisia tabaci* biótipo B por cm<sup>2</sup> de folha, em genótipos de *Phaseolus vulgaris*, em testes com e sem chance de escolha, em casa-de-vegetação. Jaboticabal, SP, 2011.

Genótipos (G)	Número de ovos/cm <sup>2</sup>	
	Teste com chance <sup>1</sup>	Teste sem chance <sup>1</sup>
IAC - Harmonia	2,49 a	0,45 a
IAC - Carioca Tybatã	2,10 a	0,70 a
IPR - Siriri	0,79 a	0,94 a
BRS - Pontal	2,63 a	1,00 a
Pérola	1,62 a	0,93 a
IAC - Una	1,39 a	0,96 a
IAC - Diplomata	1,06 a	1,36 a
IAC - Alvorada	0,97 a	0,61 a
F (G)	1,18 <sup>NS</sup>	0,92 <sup>NS</sup>
C.V. (%)	10,04	6,17

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para análise, os dados foram transformados em  $\log(x + 5)$ . Na tabela os dados são originais.

<sup>NS</sup> Não significativo.

## 2.4 Conclusões

O genótipo IAC-Harmonia prolongou os períodos ninfal e de ovo a adulto de *B. tabaci* biótipo B, caracterizando o tipo de resistência de não preferência para alimentação e/ou antibiose.

Para o genótipo Pérola foi obtido o menor período de ovo a adulto, caracterizando-o como padrão de suscetibilidade.

Os genótipos testados foram igualmente ovipositados pela mosca-branca, em testes com e sem chance de escolha.



## 2.5 Referências

- AGRIANUAL 2012: anuário de agricultura brasileira. São Paulo: Informa Economics/FNP, 2012. p. 292.
- ANTUNES, P. L., BILHALVA, A. B., ELIAS, M. C. S., GERMANO, J. D. Valor nutricional de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.), cultivares Rico 23, Carioca, Piratã-1 e Rosinha-G2. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 1, n. 1, p. 12-18, 1995.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JR, W. **AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agrônomicos**. Jaboticabal: FCAV, 2010, Versão 1.0.
- BIANCHINI, A. Novas linhagens de feijoeiro resistentes ao vírus do mosaico dourado e cultivares recomendadas para o controle da virose. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 19, p. 329, ago. 1994. Suplemento.
- BOIÇA JÚNIOR, A. L.; VENDRAMIM, J. D. Desenvolvimento de *Bemisia tabaci* em genótipos de feijão. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 231-238, 1986.
- CAMPOS, Z. R.; BOIÇA JUNIOR, A. L.; LOURENÇÃO, A. L.; CAMPOS, A. R. Parâmetros biológicos de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em genótipos de algodoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 4, p.1003-1007, 2009.
- FARIA, J. C.; ANJOS, J. R. N. dos; COSTA, A. F. DA; SPERÂNDIO, C. A.; COSTA, C. L. Doenças causadas por vírus e seu controle. In: ARAÚJO, R. D.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Ed.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p. 731-769.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, S. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.
- JESUS, F. G.; BOIÇA JUNIOR, A. L.; JANINI, J. C.; SILVA, A. G.; CARBONEL, S. A. M.; CHIORATO, A. F. Interação de variedades, óleo de nim e inseticida no controle de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) e *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae) na cultura do feijoeiro. **Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas**, Madrid, v. 35, n. 3, p. 491-500, 2009.
- JESUS, F. G.; BOIÇA JUNIOR, A. L.; PITTA, R. M.; CAMPOS, A. P.; TAGLIARI, S. R. A. Fatores que afetam a oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em feijoeiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 2, p. 190-195, 2011.

JESUS, F. G. **Resistência de genótipos de feijoeiro ao ataque de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) e *Caliothrips phaseoli* (Hood.) (Thysanoptera: Thripidae)**. 2007. 83 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2007.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. 2. ed. São Paulo: Ícone, 1991. 336 p.

LEMOS, L. B.; FORNASIERI FILHO, D.; SILVA, T. R. B.; SORATTO, R. P. Suscetibilidade de genótipos de feijão ao vírus-do-mosaico-dourado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 5, p. 575-581, 2003.

McAUSLANE, H. J. Influence of leaf pubescence on ovipositional preference of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on soybean. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 25, n. 4, p. 834-841, 1996.

MEAGHER JUNIOR, R. L.; ROBERT, L.; SMITH, W. C.; SMITH, W. J. Preference of *Gossypium* genotypes to *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 90, n. 4, p. 1046-1052, 1997.

ORIANI, M. A. G.; LARA, F. M. Antibiosis effects of wild bean lines containing arcelin on *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B (Homoptera:Aleyrodidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 573-582, 2000.

ORIANI, M. A. G.; VENDRAMIM, J. D.; BRUNHEROTTO, R. Aspectos biológicos de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera:Aleyrodidae) em seis genótipos de feijoeiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 37, n. 2, p. 191-195, 2008.

ORIANI, M. A. G.; VENDRAMIM, J. D.; BRUNHEROTTO, R. Influência dos tricomas na preferência para oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera:Aleyrodidae) em genótipos de feijoeiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 97-103, 2005.

PRATISSOLI, D. Manejo de pragas em hortaliças com ênfase em controle biológico. In: CONGRESSO DE LA SOCIEDAD COLOMBIANA DE ENTOMOLOGÍA (SOCOLEN), [30]., 2002, Monteiro. **Memórias...** Monteiro, Colômbia: Sociedad Colombiana de Entomologia, 2002. p. 5-10.

**CAPÍTULO 3 - Efeito de genótipos de *Phaseolus vulgaris* L. associados a óleo de nim e silício na oviposição e no desenvolvimento de *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae)**

**RESUMO** - Em feijoeiro, *Bemisia tabaci* biótipo B causa grandes prejuízos, principalmente pela transmissão do vírus do mosaico dourado. O nim, *Azadirachta indica* é uma das plantas inseticidas utilizadas no controle de insetos-pragas, enquanto o silício se destaca como importante indutor de resistência nas plantas. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da associação de genótipos de feijão comum com doses de óleo de nim e silício no desenvolvimento e oviposição da mosca-branca, assim como quantificar o teor de fenóis e lignina em plantas tratadas com esses produtos. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, no Departamento de Fitossanidade da FCAV/UNESP, realizando dois experimentos para oviposição, ambos com e sem chance de escolha e o teste de antibiose. De acordo com os dados obtidos pode-se concluir que no primeiro experimento de oviposição, o silício 1% reduziu a oviposição da mosca-branca em teste com chance de escolha e o nim 1% reduziu a oviposição em ambos os testes. O óleo de nim proporcionou alta mortalidade ninfal. No segundo experimento de oviposição o menor número de ovos foi na dose de nim 0,75% para o teste com chance de escolha e a dose de nim 1% foi melhor para o teste sem chance. Em relação ao teor de fenóis, foi obtido maior teor para o genótipo Pérola e o teor de lignina foi maior para o genótipo IAC-Harmonia. Entre os tratamentos para o silício solo 1% foi obtida a maior concentração de fenóis e para lignina somente houve diferença entre os tratamentos e a testemunha. Não houve correlação significativa entre o número de ovos e os teores de fenóis e lignina.

**Palavras-chave:** indução de resistência, feijão comum, mosca-branca, produto natural, silício

**CHAPTER 3 - Effects of *Phaseolus vulgaris* L. genotypes associated to neem oil and silicon on the oviposition and development of *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae)**

**ABSTRACT** – In bean plants, *Bemisia tabaci* biotype B causes great losses, especially through the transmission of golden mosaic virus. Neem, *Azadirachta indica* is one of the insecticide plants used to control insect pests. And silicon highlights as an important resistance inducer in plants. The aim of this work was to evaluate the effect of the association of common bean genotypes with doses of neem oil and silicon on the development and oviposition of the whitefly, as well as to quantify the content of phenols and lignin in plants treated with these products. Experiments were carried out in greenhouse, in the Departamento de Fitossanidade of FCAV/UNESP, where two oviposition assays were performed, both with free and non-choice, in addition to the antibiosis test. According to the obtained data we concluded in the first oviposition experiment that silicon at 1% reduced the oviposition in free-choice and neem 1% reduced oviposition in both tests. Neem oil provided high mortality of nymphs. In the second oviposition experiment, the lowest number of eggs was found for the dose of neem at 0.75% in free-choice test and for neem in the dose of 1% in non-choice test. Regarding the phenols content, higher quantity was obtained for the genotype Pérola, and for lignin, higher content was in the genotype IAC-Harmonia. Among treatments, the higher concentration of phenols was obtained for silicon in the soil at 1%, whereas for lignin there were only differences between the treatments and control. There was no significant correlation between the number of eggs and the contents of phenols and lignin.

**Keywords:** induction of resistance, common bean, whitefly, natural product, silicon

### 3.1 Introdução

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma Fabaceae muito importante para a alimentação humana. A produção brasileira dessa espécie está em torno de 20% da produção mundial. A proteína do feijão é responsável por mais de 80% do total de proteínas da dieta da população brasileira, além de ser importante fonte de ferro (ARAGÃO; FARIA, 2005).

A mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) é uma das principais pragas do feijoeiro devido à sucção de seiva do floema, que altera o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das plantas e principalmente pela transmissão do vírus do mosaico dourado do feijoeiro ou *Bean Golden Mosaic Virus* (BGMV), cujas perdas podem variar de 30% a 100%. Esse percentual é influenciado pela cultivar, estágio de desenvolvimento da planta, fatores como a densidade populacional da praga e presença de plantas hospedeiras alternativas na área de cultivo ou próximas dela e pelas condições ambientais (FARIA et al., 1996).

O uso intenso de inseticidas gera grandes desequilíbrios ecológicos, assim, a demanda pela produção orgânica vem aumentando e pesquisas empregando produtos naturais, como os extratos botânicos vem sendo realizados (CARNEIRO 2002; MARTINEZ, 2002a, b).

O nim, *Azadirachta indica* A. Juss. destaca-se entre as plantas com potencial inseticida e seus componentes ativos atuam em *B. tabaci* causando repelência, deterrência na alimentação e oviposição, redução na viabilidade de ovos e alterações no desenvolvimento de ninfas e adultos (SOUZA; VENDRAMIM 2000, 2005; SILVA et al., 2003; AZEVEDO et al., 2005).

Além do uso de inseticidas naturais outras táticas de manejo devem ser utilizadas com o intuito de aprimorar o Manejo Integrado de Pragas como, por exemplo, o uso de práticas culturais que aumentem o grau de resistência das plantas, como o uso do silício (GOUSSAIN et al., 2002). Esse mineral pode conferir resistência às plantas pela sua ação como elicitador do processo de resistência induzida por meio de barreiras físicas ou químicas, estimulando o crescimento e a produção vegetal por meio de várias ações indiretas, propiciando proteção contra fatores abióticos, como estresses hídricos, toxidez de alumínio, ferro, entre outros, e

fatores bióticos, como a incidência de insetos-pragas e doenças (EPSTEIN 1994; GOMES et al., 2008a, 2009). A silicificação da epiderme dificulta a penetração de estiletes e a mastigação pelos insetos, devido ao endurecimento da parede das células vegetais (DATNOFF et al., 1991).

Assim, objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito da associação de genótipos de feijoeiro comum com óleo de nim e silício, na oviposição e desenvolvimento de *B. tabaci* biótipo B.

### 3.2 Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos e em casa-de-vegetação do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP.

Avaliaram-se os genótipos de feijoeiro resistente IAC-Harmonia, o genótipo suscetível Pérola, e um intermediário IAC-Carioca Tybatã, selecionados dos testes realizados anteriormente.

As sementes de feijão foram semeadas em vasos de polietileno com capacidade para cinco litros, sendo quatro sementes por vaso. As plantas foram desbastadas dez dias após a emergência, deixando-se uma planta por vaso.

Os espécimes de *B. tabaci* utilizados no experimento foram adquiridos da criação de manutenção em casa-de-vegetação do setor de Entomologia, do Departamento de Fitossanidade da FCAV/UNESP, mantidas em plantas de couve cultivar Manteiga Georgia (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*), sendo realizados os tratamentos culturais e irrigação sempre que necessário. Essas moscas foram adquiridas inicialmente do Setor de Entomologia do IAC (Instituto Agrônomo de Campinas) identificadas como *Bemisia tabaci* biótipo B.

Foram realizados três experimentos: um de antibiose e dois de não preferência para oviposição. No primeiro experimento de não preferência foram testados o óleo de nim pulverizado até o ponto de escorrimento nas plantas e o silício aplicado somente via solo, e no segundo experimento foram testados as doses de óleo de nim pulverizado e o silício aplicado via solo e foliar, assim como a

associação entre os dois produtos. Para a antibiose, o silício foi aplicado via solo e as ninfas da mosca-branca imersas na emulsão de óleo de nim.

O produto comercial de óleo de nim utilizado foi o AZAMAX<sup>®</sup>, um concentrado emulsionável à base de azadiractina, do grupo dos tetranortriterpenóides, com 1,2% de azadiractina (12 g/L). Esse produto foi introduzido no mercado brasileiro em 2009, sendo o único registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o controle de pragas na agricultura e certificado pelo Instituto Biodinâmico (IBD) para emprego em sistemas de produção orgânica (AGROFIT, 2003).

Com relação à fonte de silício foi utilizado o silicato de sódio ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) na concentração de 20 a 30% de  $\text{SiO}_2$ .

Após a realização do segundo experimento de não preferência para oviposição, foi feita a análise química do teor de fenóis e lignina (Item 3.2.3).

O delineamento experimental foi de blocos casualizados para o teste com chance de escolha e inteiramente casualizado para os testes sem chance de escolha e antibiose.

### **3.2.1 Teste de não preferência para oviposição de *B. tabaci* biótipo B, com e sem chance de escolha, em genótipos de feijão comum (1º Experimento)**

Os tratamentos avaliados foram: T1 – Silício solo 1%; T2 – Nim 1%; T3 – Silício solo 1% + nim 1%; T4 – Testemunha. Os testes foram realizados vinte dias após a emergência das plantas. Foram realizadas três aplicações de silício no solo, correspondendo a dosagem 2 t/ha, sendo 500 mL de solução para cada vaso, com um intervalo de cinco dias entre as aplicações, sendo a primeira aplicação realizada cinco dias após a emergência das plantas. O nim foi aplicado uma única vez, com pulverizador manual até o ponto de escorrimento, e esperou-se cerca de trinta minutos para a liberação dos insetos. O delineamento ficou disposto em esquema fatorial 3x2x2, representando os genótipos de feijão, o silício (com ou sem) e o nim (com ou sem), respectivamente, totalizando 12 tratamentos e seis repetições.

No teste com chance de escolha, utilizou-se gaiola de metal (1,5m de comprimento x 1,5m de largura x 1,8m de altura) revestida por tela anti-afídeo. Cada

gaiola corresponde a um bloco, totalizando seis blocos. Para cada gaiola foi colocada uma planta de cada tratamento, totalizando doze plantas por gaiola. Foram liberados ao centro e equidistantes as plantas, 100 adultos de mosca-branca por tratamento, totalizando 1.200 indivíduos por gaiola e 7.200 para o teste com chance.

No teste sem chance de escolha, foi realizada a individualização de cada tratamento em gaiolas cilíndricas de metal (60cm de altura x 40cm de diâmetro), revestida por tecido *voile*, e os tubos de ensaio contendo 100 adultos da mosca-branca por tubo, foram colocados na base da planta, sendo um tubo por planta, totalizando para esse teste também 7.200 indivíduos.

Para ambos os testes os adultos foram retirados 48 horas após a infestação, sendo feita a contagem de ovos na face abaxial de todas as folhas das plantas com auxílio do estereomicroscópio em laboratório e medida a área foliar através do aparelho LI-COR modelo 3100<sup>®</sup>, para se obter o número de ovos por cm<sup>2</sup>.

### **3.2.2 Teste de Antibiose em *B. tabaci* biótipo B, em genótipos de feijão comum**

Os tratamentos para o teste de antibiose foram: T1 - Silício solo 1%; T2 - Nim 1%; T3 – Silício solo 1% + nim 0,25%; T4 – Nim 0,75%; T5 – Nim 0,50%; T6 – Nim 0,25%; T7 – Testemunha. O delineamento ficou disposto em esquema fatorial 3x7, representando os genótipos de feijão e os tratamentos, respectivamente, totalizando 21 tratamentos e cinco repetições. Cada planta correspondeu a uma repetição, e as plantas foram utilizadas com 20 dias após a emergência.

Para obtenção de ovos, foram coletados 60 adultos de *B. tabaci* biótipo B da criação de manutenção com auxílio de um sugador de borracha acoplado a um tubo de ensaio de vidro, os quais foram liberados em pequenas gaiolas, confeccionadas conforme a metodologia de Campos et al. (2009). Essas gaiolas foram feitas com copo plástico com capacidade para 40 mL, cujo fundo foi retirado, sendo a extremidade maior protegida por tecido *voile* e a extremidade menor por tampa feita com espuma e papelão e fixada na lateral do copo por um grampo. Para a fixação da gaiola ao solo foi acoplada uma haste de madeira, colocando-se uma gaiola por planta.



Decorridas vinte e quatro horas as gaiolas com os adultos foram retiradas e as folhas contendo os ovos foram marcadas. Após a eclosão e fixação das ninfas foram separadas inicialmente trinta ninfas, e cinco dias após a eclosão das mesmas, foram escolhidas vinte ninfas por repetição. As folhas contendo as ninfas foram imersas nas emulsões dos respectivos tratamentos de doses de óleo de nim por dez segundos.

O desenvolvimento das ninfas foi acompanhado diariamente em lupa, observando sua sobrevivência. Determinaram-se os parâmetros biológicos: duração do período ninfal, mortalidade ninfal com 1, 3, 6 dias após a aplicação do óleo de nim, mortalidade ninfal total e o período médio de mortalidade ninfal. Por ocasião do quarto ínstar ninfal, ou seja, na fase de “pupa”, foram colocados saquinhos de *voile* na folha, onde foram coletados os adultos emergidos. Esses adultos foram coletados com sugador manual, e individualizados em tubos de ensaio, armazenados em laboratório, a  $26 \pm 2^\circ\text{C}$ , e umidade relativa de  $70 \pm 5\%$  e fotofase de 12 horas, sem alimentação, para a avaliação da longevidade.

### **3.2.3 Teste de não preferência para oviposição de *B. tabaci* biótipo B, com e sem chance de escolha, em genótipos de feijão comum (2º Experimento) e análise química de fenóis e lignina**

Os tratamentos avaliados nesse experimento foram: T1 – Silício solo 1%; T2 – Silício solo 0,50%; T3 – Silício foliar 0,25%; T4 – Silício foliar 0,125%; T5 – Nim 0,75%; T6 – Nim 1%; T7 – Testemunha. A idade das plantas, a aplicação de silício via solo, e a aplicação de nim foram realizadas da mesma forma que o primeiro experimento de não preferência para oviposição. A única aplicação do silício foliar foi feita através de pulverizador manual até o ponto de escorrimento, cinco dias antes da montagem do experimento.

O delineamento ficou disposto em esquema fatorial 3x7, representando os genótipos de feijão e os tratamentos, respectivamente, totalizando 21 tratamentos e seis repetições.

O teste com chance de escolha foi realizado da mesma forma que o primeiro experimento (item 3.2.1), sendo que cada gaiola corresponde a um bloco. Para cada

gaiola foi colocada uma planta de cada tratamento, totalizando vinte e uma plantas por gaiola. Foram liberados ao centro e equidistantes as plantas, 100 adultos de mosca-branca por tratamento, totalizando 2.100 indivíduos por gaiola e 12.600 indivíduos no total para o teste.

Para o teste sem chance de escolha o procedimento foi o mesmo adotado no primeiro experimento, sendo que cada planta individualizada corresponde a uma repetição. Foram liberados 100 adultos por planta, totalizando 12.600 adultos para o teste.

Para ambos os testes os adultos foram retirados 48 horas após a infestação, sendo feita a contagem de ovos na face abaxial de todas as folhas das plantas com auxílio do estereomicroscópio em laboratório e medida a área foliar através do aparelho LI-COR modelo 3100<sup>®</sup>, para se obter o número de ovos por cm<sup>2</sup>.

Com o objetivo de determinar o teor de fenóis e lignina, nas maiores concentrações dos produtos (nim e silício) utilizados, foram deixadas quatro plantas por vaso, constituindo-se os tratamentos: T1 – Nim 1%; T2 – Silício solo 1%; T3 – Silício foliar 0,25% e T4 – Testemunha. Previamente à infestação com os adultos da mosca-branca, três plantas de cada vaso (tratamento) foram retiradas para a análise do teor desses compostos. As folhas dessas plantas foram retiradas, secas em estufa a 60°C durante 48 horas. Após a secagem foram trituradas em Moinho do tipo Willye TE-650, e as amostras enviadas ao Laboratório de Produtos Vegetais, do Departamento de Ciências dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (UFLA), MG, para análise. A obtenção dos extratos foi realizada segundo Larrauri et al. (1997) e o conteúdo de fenóis e lignina foi determinado pela técnica de Waterhouse (2002).

#### **3.2.4 Análise estatística**

Para análise estatística os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados de contagem foram transformados em  $\log(x + 5)$  e a mortalidade em  $\arccos(x/100)^{1/2}$ . Para a mortalidade ninfal foi realizada também regressão polinomial, através do programa estatístico AgroEstat (BARBOSA;

MALDONADO JUNIOR, 2010). Para os dados do número de ovos e do teor de fenóis e lignina foi feita uma correlação utilizando o programa estatístico ASSISTAT (SILVA, 2011).

### **3.3 Resultados e discussão**

#### **3.3.1 Teste de não preferência para oviposição de *B. tabaci* biótipo B, com e sem chance de escolha, em genótipos de feijão comum (1º Experimento)**

Para ambos os testes, com e sem chance de escolha, não houve diferença estatística entre os genótipos avaliados (Tabela 1). Esses resultados coincidem com os de Jesus et al. (2009), que avaliando o número de ovos de *B. tabaci* biótipo B em cinco amostragens em campo aos 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a emergência das plantas, não observaram diferenças significativas para os genótipos IAC-Harmonia, IAC-Centauro, Pérola e Carioca comum.

As plantas de feijão comum tratadas com silício 1% foram menos ovipositadas quando comparadas às plantas não tratadas para o teste com chance de escolha. Para o teste sem chance de escolha não houve diferença significativa para o uso do silício 1% (Tabela 1). Os resultados corroboram com Peixoto et al. (2011) que verificaram redução na oviposição de *B. tabaci* na média das cultivares Carioca MG e Valente, da ordem de 1,9 vezes o número de ovos em plantas tratadas em relação às não tratadas em teste com chance de escolha. Correa et al. (2005) concluíram que o silicato de cálcio aplicado em plantas de pepino, induz a não preferência para oviposição de *B. tabaci* biótipo B em condições de livre escolha. Assim como os resultados observados por Almeida et al. (2008) sobre o efeito negativo do fertilizante organomineral na oviposição da mosca-branca quando aplicado também em plantas de feijão comum.

Essas pesquisas demonstram a eficiência de diferentes fontes de silício para a redução do número de ovos de *B. tabaci* biótipo B, sendo que a indução nas plantas de algum composto secundário de defesa ou a rigidez causada pelo acúmulo de sílica nas folhas podem ser fatores responsáveis por essa proteção, ocasionando repelência às fêmeas, ou dificultando, por exemplo, a inserção do

ovipositor. A aderência do ovo à folha, através do pedicelo, pode ter sido prejudicada devido à “dureza” da epiderme foliar, ou possivelmente, pela dificuldade de obtenção de água e nutrientes através dessas paredes mais espessas. O pedicelo, como descrito por Byrne e Bellows Júnior (1991) além de facilitar a fixação do ovo à folha, tem a função de absorver água da planta.

Em relação à utilização do óleo de nim, as plantas não tratadas foram mais ovipositadas, evidenciando a repelência ocasionada pelo produto à oviposição por *B. tabaci* biótipo B, tanto para o teste com chance de escolha quanto para o teste sem chance de escolha (Tabela 1).

Segundo Martinez (2002b) algumas espécies de insetos possuem quimiorreceptores nos tarsos que são capazes de detectar a presença de azadiractina, por isso reduzem a sua alimentação e postura.

Outra hipótese para explicar a redução significativa na oviposição da mosca-branca ocasionada pelo óleo de nim possivelmente seria o fato de que o pedicelo é inserido no tecido da planta e a fêmea secreta uma substância semelhante à cola ao redor do pedicelo para fixação do ovo (BYRNE; BELLOWS JÚNIOR, 1991), e devido à presença de compostos lipídicos no extrato de nim a eficiência dessa substância pode ter sido afetada, dificultando assim a aderência dos ovos às folhas (QUINTELA; PINHEIRO, 2009).

Resultados semelhantes a essa pesquisa foram obtidos por Jesus et al. (2009), que observaram redução do número de ovos de *B. tabaci* utilizando meia dose (0,5%) ou dose cheia (1%) de óleo de nim em plantas de feijão comum. Quintela e Pinheiro (2009) testando óleo de nim obtiveram reduções do número de ovos de *B. tabaci* próximas a 100% em feijoeiro, entretanto não houve redução significativa quando as plântulas foram tratadas com extrato comercial de folhas do nim.

Em relação à associação entre o silício e nim para a oviposição não foi obtida diferença significativa (Tabela 1), sendo que o efeito desses produtos foram independentes. Vieira et al. (2012) avaliando o efeito da associação entre dois produtos, um à base de nim e outro à base de silício para o controle de *B. tabaci* biótipo B, também não obtiveram ação satisfatória dos dois produtos no controle da mosca-branca na cultura da soja.

Tabela 1. Número médio de ovos de *Bemisia tabaci* biótipo B por cm<sup>2</sup> de folíolo, em genótipos de feijoeiro, associado com óleo de nim e silício em testes com e sem chance de escolha, em casa-de-vegetação. Jaboticabal, SP, 2012.

Genótipos (G)	Número de ovos /cm <sup>2</sup>	
	Teste com chance <sup>1</sup>	Teste sem chance <sup>1</sup>
IAC-Harmonia	2,17 a	3,30 a
IAC-Carioca Tybatã	1,60 a	2,89 a
Pérola	1,15 a	2,34 a
F (G)	1,22 <sup>NS</sup>	0,86 <sup>NS</sup>
Silício (S)		
Sem Si	2,66 a	3,17 a
Com Si	0,62 b	2,53 a
F (S)	21,89**	2,31 <sup>NS</sup>
Nim (N)		
Sem Nim	2,28 a	4,23 a
Com Nim	1,00 b	1,46 b
F (N)	9,02**	47,07**
F (G x S)	0,37 <sup>NS</sup>	0,70 <sup>NS</sup>
F (G x N)	2,85 <sup>NS</sup>	5,65**
F (S x N)	1,67 <sup>NS</sup>	0,83 <sup>NS</sup>
C.V. (%)	11,72	10,13

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para análise, os dados foram transformados em log (x + 5). Na tabela os dados são originais. <sup>NS</sup> Não significativo.

Para a interação entre os genótipos de feijoeiro versus aplicação de nim, no teste sem chance de escolha, e considerando o efeito do nim nos genótipos, constata-se que IAC-Harmonia foi mais preferido para oviposição (5,74 ovos/cm<sup>2</sup>) quando não foi aplicado o óleo de nim (Tabela 2).

Para o efeito de genótipos dentro da aplicação de nim observou-se para todos os genótipos redução no número de ovos quando as plantas foram tratadas com o óleo de nim (Tabela 2).

Janini et al. (2011) observaram redução no número de ovos de *B. tabaci* biótipo B em feijoeiro aos 14 dias após a emergência das plântulas (DAE) na dose de 1% de óleo de nim (1,10 ovos) em relação à testemunha (1,61 ovos); aos 28 DAE na mesma dose (1,43 ovos) em relação à testemunha (1,86 ovos) e aos 42 DAE também na dose cheia (1,62 ovos) em relação ao tratamento controle (2,30 ovos).

Assim como nessa pesquisa, Quintela e Pinheiro (2009) relataram que extratos de nim apresentaram deterrência para oviposição à mosca-branca e relataram também que a atividade restringente desses extratos persistiu por mais de sete dias em plantas de feijão comum.

Tabela 2. Desdobramento da interação genótipos de feijoeiro versus óleo de nim para número de ovos de *Bemisia tabaci* biótipo B por cm<sup>2</sup> de folíolo, em teste sem chance de escolha, em casa-de-vegetação. Jaboticabal, SP, 2012.

Genótipos (G)	Nim (N)		F (G)
	Sem <sup>1</sup>	Com <sup>1</sup>	
IAC-Harmonia	5,74 a A	0,87 a B	44,79**
IAC-Carioca Tybatã	3,81 ab A	1,97 a B	8,02**
Pérola	3,14 b A	1,55 a B	5,57*
F (N)	4,80*	1,71 <sup>NS</sup>	-

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para análise, os dados foram transformados em log (x+5). Na tabela os dados são originais. <sup>NS</sup> Não significativo.

### 3.3.2 Teste de Antibiose em *B. tabaci* biótipo B, em genótipos de feijão comum

Para o primeiro dia após a aplicação do óleo de nim, não foi observada diferença significativa para a mortalidade ninfal entre os genótipos avaliados. Para os tratamentos observou-se uma mortalidade ninfal de 75,00% na dose de óleo de nim de 0,75%. A testemunha apresentou 0,00% de mortalidade ninfal, seguida da

aplicação de silício a 1% que apresentou a segunda mortalidade mais baixa com 21,33% (Tabela 3).

Para o terceiro dia após a aplicação também não houve diferença significativa entre os genótipos. Sendo que entre os tratamentos a maior mortalidade foi para o óleo de nim na dose 0,75% (92,11%). A testemunha apresentou a menor mortalidade (2,33%) e em seguida a aplicação de silício a 1% com 42,33% de ninfas mortas (Tabela 3).

Aos seis dias após a aplicação não houve diferença significativa entre os genótipos testados. Para os tratamentos o óleo de nim na dose de 0,75% foi verificada a maior mortalidade ninfal (98,75%), sem diferir significativamente da dose de nim 1% (96,33%) e silício 1% + nim 0,25% (91,33%). A testemunha apresentou 11,33% de mortalidade ninfal, seguida do tratamento silício 1% com 64,00% (Tabela 3).

Em relação à mortalidade ninfal total os genótipos avaliados não diferiram significativamente entre si. Entre os tratamentos o óleo de nim nas doses de 0,75% e 1% proporcionaram 100% de mortalidade, sem diferir significativamente das doses de óleo de nim 0,25%, nim 0,50% e silício 1% + nim 0,25%. O tratamento testemunha obteve 14,67% de mortalidade e a aplicação de silício 1% obteve 95,00% de mortalidade total (Tabela 3).

De modo geral esses resultados indicam que o óleo de nim associado a genótipos de feijoeiro comum apresenta potencial para utilização no controle de *B. tabaci* biótipo B. A dose de 0,75% foi a mais eficiente para as três avaliações (primeiro, terceiro e sexto dias) e apresentou mortalidade de 75,00% já no primeiro dia após a aplicação.

Tabela 3. Mortalidades médias ao 1°, 3° e 6° dias após aplicação das doses de óleo de nim e silício e total de ninfas (%) de *Bemisia tabaci* biótipo B, obtidas em genótipos de feijoeiro em casa-de-vegetação. Jaboticabal, SP, 2012.

Genótipos (G)	Mortalidade <sup>1</sup>			Mortalidade total <sup>1</sup>
	1 DAP <sup>2</sup>	3 DAP <sup>2</sup>	6 DAP <sup>2</sup>	
IAC-Harmonia	40,86 a	62,21 a	76,32 a	87,28 a
IAC-Carioca Tybatã	46,00 a	63,83 a	77,14 a	86,00 a
Pérola	42,14 a	63,00 a	75,14 a	86,86 a
F (G)	0,93 <sup>NS</sup>	0,24 <sup>NS</sup>	0,45 <sup>NS</sup>	2,09 <sup>NS</sup>
Tratamentos (T)				
Silício 1%	21,33 d	42,33 d	64,00 c	95,00 b
Nim 1%	67,33 ab	86,67 ab	96,33 a	100,00 a
Silício 1% + Nim 0,25%	51,00 bc	78,67 bc	91,33 ab	99,67 a
Nim 0,75%	75,00 a	92,11 a	98,75 a	100,00 a
Nim 0,50%	52,00 bc	75,67 bc	88,33 b	98,33 ab
Nim 0,25%	34,33 cd	63,33 cd	83,33 bc	99,33 a
Testemunha	0,00 e	2,33 e	11,33 d	14,67 c
F (T)	40,68**	64,67**	61,43**	344,97**
F (G x T)	0,87 <sup>NS</sup>	2,14*	0,75 <sup>NS</sup>	1,97*
C.V. (%)	2,98	22,13	17,57	6,66

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para análise, os dados foram transformados em arco-seno ( $x/100$ )<sup>1/2</sup>. Na tabela os dados são originais.

<sup>2</sup>DAP = Dias após a aplicação dos produtos. <sup>NS</sup> Não significativo.

Bleicher et al. (2007) obtiveram redução na média de ninfas vivas na menor dose (12 ppm) de azadiractina (produto comercial) com eficiência de 82,3%. Para o extrato aquoso de sementes a 1% foi obtido eficiência de 71,1% e para a concentração de 16% a eficiência foi de 97,00% quando pulverizados sobre ninfas de primeiro ínstar de *B. tabaci* biótipo B na cultura do melão.

Souza e Vendramim (2000) obtiveram 89,79% de eficiência de extrato aquoso de semente de nim na concentração de 3% para a mortalidade de ninfas de mosca-



branca na cultura do tomate. Kumar et al. (2005) avaliando diferentes concentrações de nim obtiveram aumento da mortalidade ninfal de *B. tabaci* proporcional ao aumento da concentração de nim em aplicações foliares no tomateiro. A concentração de 10 mL/L do produto comercial foi a mais eficiente com 100% de mortalidade para os três estágios ninfais de *B. tabaci*.

O fato de no presente trabalho as ninfas terem sido “imersas” nas emulsões de nim sugere que além da ingestão, a ação de contato tenha potencializado o efeito da azadiractina.

A utilização de compostos com diferentes modos de ação, como o nim e outros extratos botânicos é importante para o manejo da mosca-branca, já que nenhum estágio de desenvolvimento apresenta resistência ao nim indiano (PRABHAKER et al., 1989).

Em relação à aplicação de silício 1% no solo, apesar de não ter sido observada uma mortalidade eficiente para o primeiro, terceiro e sexto dias de avaliação (Tabela 3), a mortalidade total obtida foi elevada. É provável que algum composto de defesa da planta induzido pela aplicação do silício foi o responsável pela redução na alimentação desses insetos ou pela alteração do seu desenvolvimento, ocasionando a morte dos mesmos. Em relação à associação entre os dois produtos, não foi obtido alta mortalidade para o primeiro, terceiro e sexto dias de avaliação, mas a mortalidade total foi elevada (99,67%) e não diferiu estatisticamente das doses de óleo de nim 0,25%; 0,75% e 1%.

Os resultados apresentados no presente trabalho corroboram com os obtidos por Peixoto et al. (2011), que avaliando o número médio de ninfas de *B. tabaci* biótipo B obtiveram redução de mais da metade de ninfas quando houve aplicação de ácido silícico a 1% no solo em plantas de feijão comum. Entretanto, Vieira et al. (2012) avaliando a ação de produtos comerciais a base de nim e silício e a eficiência dos dois produtos utilizados conjuntamente para repelência de adultos, número de ovos e de ninfas de *Bemisia tabaci* biótipo B, não verificaram diferença significativa entre os tratamentos em plantas de soja.

Para a interação entre os genótipos de feijoeiro versus aplicações dos produtos observou-se diferença significativa para o terceiro dia de avaliação.

Verificou-se diferença significativa para as doses de óleo de nim 0,75% e 1% entre os diferentes genótipos (Tabela 4).

Para o efeito de genótipos dentro de tratamentos obteve-se a maior mortalidade (97,50%) na dose de nim 1%, sem diferir significativamente dos tratamentos nim 0,75% e 0,50% para o genótipo IAC-Harmonia. Para o genótipo IAC-Carioca Tybatã a maior mortalidade foi na dose de nim 0,75% (93,33%) não diferindo estatisticamente da dose de 1%, 0,50% e silício 1% + nim 0,25%. Para o genótipo Pérola a maior mortalidade ninfal foi à dose de 0,75% (100,00%), sem diferir do tratamento silício 1% + nim 0,25% (Tabela 4). Esses resultados demonstram a eficiência do óleo de nim na mortalidade das ninfas da mosca-branca de mais de 50% para todos os genótipos avaliados, ao terceiro dia após a aplicação do produto.

Tabela 4. Desdobramento da interação genótipos de feijoeiro versus avaliação de terceiro dia após a aplicação dos produtos para a mortalidade média ninfal (%) de *Bemisia tabaci* biótipo B, em casa-de-vegetação. Jaboticabal, SP, 2012.

Tratamentos (T)	Genótipos (G) <sup>1</sup>			F (T)
	Harmonia	Carioca	Pérola	
Silício 1%	38,00 c A	46,00 b A	43,00 c A	0,22 <sup>NS</sup>
Nim 1%	97,50 a A	92,50 a AB	70,00 bc B	5,22**
Silício 1% + Nim 0,25%	73,00 bc A	77,00 ab A	86,00 ab A	1,89 <sup>NS</sup>
Nim 0,75%	83,00 ab B	93,33 a AB	100,00 a A	5,07**
Nim 0,50%	79,00 ab A	75,00 ab A	73,00 bc A	0,35 <sup>NS</sup>
Nim 0,25%	62,00 bc A	62,00 b A	66,00 bc A	0,08 <sup>NS</sup>
Testemunha	3,00 d A	1,00 c A	3,00 d A	0,25 <sup>NS</sup>
F (G)	21,29**	23,24**	24,41**	-

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para análise, os dados foram transformados em arcoseno  $(x/100)^{1/2}$ . Na tabela os dados são originais. <sup>NS</sup> Não significativo.

Souza e Vendramim (2000) aplicando extrato aquoso de semente de nim sobre ninfas de três dias de *B. tabaci*, obtiveram mortalidade ninfal (89,79%) superior aos valores constatados com os extratos de *Melia azedarach* L. e *Trichilia pallida* Swartz em plantas de tomate.

Vieira et al. (2012) avaliando produtos a base de óleo de nim, silício e a associação entre os dois produtos não obtiveram diferença estatística para o número de ninfas nas avaliações aos três e sete dias após a aplicação dos tratamentos. No presente trabalho, a associação entre o silício 1% + nim 0,25% obteve mortalidade de mais de 70,00% de ninfas para todos os genótipos no terceiro dia de avaliação.

A interação entre os genótipos de feijoeiro e a avaliação total de ninfas após a aplicação dos produtos apresentou diferença significativa para a mortalidade ninfal total (Tabela 5).

Para o efeito de genótipos dentro de tratamentos obteve-se mortalidade total de 100,00% para o óleo de nim em todas as doses utilizadas e silício 1% + nim 0,25% e mortalidade de 20,00% para a testemunha no genótipo IAC-Harmonia. Para o genótipo IAC-Carioca Tybatã todos os tratamentos, exceto a testemunha (13,00%), obtiveram mortalidade total acima de 90,00%, sendo que nas doses de óleo de nim 1% e 0,75% todas as ninfas morreram (100,00%). Para o genótipo Pérola também não houve diferença significativa entre os tratamentos (mortalidade acima de 95,00%) exceto para a testemunha que obteve 11,00%. Todos os tratamentos com óleo de nim e silício 1% + nim 0,25% apresentaram 100% de mortalidade total de ninfas (Tabela 5).

Para o efeito de tratamentos dentro de genótipos apenas houve diferença significativa para o óleo de nim na dose 0,50% em que os genótipos IAC-Harmonia e Pérola obtiveram mortalidade total de 100,00% e o genótipo IAC-Carioca Tybatã de 95,00% (Tabela 5).

Em relação à aplicação de silício 1% observou-se que apesar de não ocasionar uma mortalidade ninfal nos primeiros dias de avaliação, constatou-se mortalidade total acima de 90,00% para todos os genótipos, indicando ser um produto eficiente para o manejo da mosca-branca (Tabela 5).

Tabela 5. Desdobramento da interação genótipos de feijoeiro versus avaliação total de ninfas após a aplicação dos produtos para a mortalidade total (%) de ninfas de *Bemisia tabaci* biótipo B, em casa-de-vegetação. Jaboticabal, SP, 2012.

Tratamentos (T)	Genótipos (G) <sup>1</sup>			F (T)
	Harmonia	Carioca	Pérola	
Silício 1%	91,00 b A	97,00 a A	97,00 a A	3,26*
Nim 1%	100,00 a A	100,00 a A	100,00 a A	0,00 <sup>NS</sup>
Silício 1% + Nim 0,25%	100,00 a A	99,00 a A	100,00 a A	0,41 <sup>NS</sup>
Nim 0,75%	100,00 a A	100,00 a A	100,00 a A	0,00 <sup>NS</sup>
Nim 0,50%	100,00 a A	95,00 a B	100,00 a A	5,81**
Nim 0,25%	100,00 a A	98,00 a A	100,00 a A	1,64 <sup>NS</sup>
Testemunha	20,00 c A	13,00 b A	11,00 b A	2,81 <sup>NS</sup>
F (G)	104,09**	113,92**	130,92**	-

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para análise, os dados foram transformados em arcoseno  $(x/100)^{1/2}$ . Na tabela os dados são originais. <sup>NS</sup> Não significativo.

Resultados semelhantes foram observados por Janini et al. (2011), que verificaram redução no número de ninfas de *B. tabaci* biótipo B aos 21 dias após emergência das plantas (DAE), de feijão comum, com aplicações de óleo de nim, sem diferença estatística nas doses de 0,50% e 1%; e aos 35 DAE obtiveram redução no número de ninfas na dose de 1% em campo. Souza e Vendramim (2005), verificando o efeito de extrato aquoso de sementes de nim na mortalidade de ninfas de *B. tabaci* biótipo B, relataram que a eficiência aumentou conforme aumento na concentração, com mortalidade de 38,2% para nim 0,5% e mortalidade de 68,4 e 99,6 respectivamente, para as doses de 1% e 5% em plantas de tomate.

Quando avaliadas apenas as doses de óleo de nim em relação à mortalidade ninfal na análise de regressão polinomial, (Figura 1), observou-se que a mortalidade das ninfas aumentou com a sequência dos dias após a aplicação dos produtos. A mortalidade ninfal para o primeiro dia e mortalidade total, em relação às doses de nim, ajustaram-se melhor ao modelo cúbico. Para o terceiro e sexto dias após a

aplicação dos produtos a mortalidade ninfal se ajustou ao modelo quadrático (Figura 1). Segundo Martinez e Van Emden (2001) a mortalidade causada pela azadiractina aumenta ao longo do tempo, ou seja, o número de insetos mortos após o tratamento continua a aumentar durante todo o seu ciclo de vida, indicando que a azadiractina pode danificar irreversivelmente determinados processos fisiológicos essenciais ao desenvolvimento do inseto, afetando-o de forma progressiva, e finalmente causando sua morte, sendo essa informação coerente com os resultados obtidos.

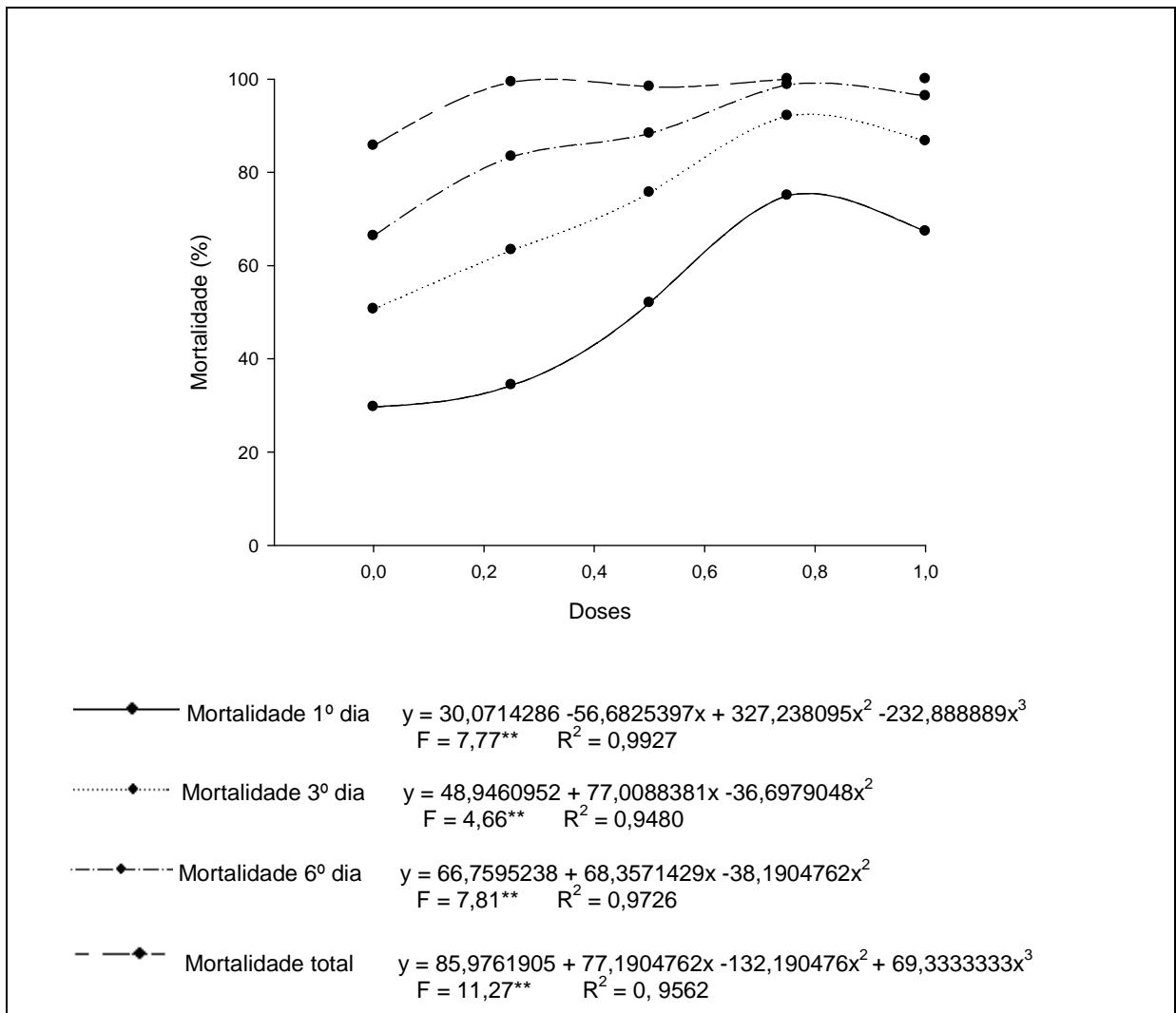


Figura 1. Curvas de mortalidade de ninfas de *Bemisia tabaci* biótipo B ao 1º, 3º, 6º dias e mortalidade total após a aplicação do produto em função das doses de óleo de nim.

O período médio de mortalidade ninfal de *B. tabaci* biótipo B não apresentou diferença significativa entre os genótipos de feijão comum (Tabela 6). Entre os tratamentos o menor período de mortalidade ninfal foi para o óleo de nim na dose de 0,75%, de 1,41 dias, não diferindo significativamente das doses de 1%; 0,50% e silício 1% + nim 0,25%, com 1,81; 2,63 e 2,50 dias, respectivamente (Tabela 6).

Coudriet et al. (1985) aplicando produtos à base de nim sobre ninfas de mosca-branca, observaram que a mortalidade máxima ocorreu entre dois e cinco dias após o tratamento. Esses resultados aproximam-se aos dessa pesquisa, na qual o tempo médio de mortalidade ninfal foi de 1,41 dias e com 6,00 dias houve mortalidade de 98,00% das ninfas, com aplicação de óleo de nim na dose 0,75%.

Para o período ninfal e a longevidade de adultos não foram obtidos dados suficientes para a análise estatística. Nas doses de 0,75% e 1% de óleo de nim verificou-se que todas as ninfas morreram (Tabela 6). A duração do período ninfal foi maior no genótipo IAC-Harmonia (13,41 dias) e menor no genótipo IAC-Carioca Tybatã (9,79 dias), confirmando a resistência do genótipo IAC-Harmonia demonstrada no Capítulo 2. Entre os tratamentos variou de 8,33 dias na dose 0,50% de óleo de nim até 13,56 dias para a testemunha. A longevidade de adultos ficou entre 1,30 dias para o genótipo IAC-Carioca Tybatã e de 1,19 dias para o genótipo IAC-Harmonia. Entre os tratamentos a longevidade de adultos obteve a maior duração no tratamento silício 1% + nim 0,25% (2,00 dias) e a menor longevidade foi nas doses 0,25% e 0,50% de óleo de nim (1,00 dia) (Tabela 6).

Tabela 6. Período médio de mortalidade ninfal (PMMN), período ninfal (PN) e longevidade de adultos (LA), em dias, de *Bemisia tabaci* biótipo B em genótipos de feijoeiro submetidos a aplicações de óleo de nim e silício, em casa-de-vegetação. Jaboticabal, SP, 2012.

Genótipos (G)	PMMN <sup>1</sup>	PN <sup>2</sup>	LA <sup>2</sup>
IAC-Harmonia	3,27 a	13,41	1,19
IAC-Carioca Tybatã	3,10 a	9,79	1,30
Pérola	3,32 a	10,59	1,20
F (G)	0,24 <sup>NS</sup>	-	-
Tratamentos (T)			
Silício 1%	5,29 a	9,66	1,04
Nim 1%	1,81 d	- <sup>3</sup>	-
Silício 1% + Nim 0,25%	2,50 cd	10,00	2,00
Nim 0,75%	1,41 d	-	-
Nim 0,50%	2,63 cd	8,33	1,00
Nim 0,25%	3,72 bc	9,00	1,00
Testemunha	5,24 ab	13,56	1,40
F (T)	19,08 <sup>**</sup>	-	-
F (G x T)	0,43 <sup>NS</sup>	-	-
C.V. (%)	43,01	-	-

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Na tabela os dados são originais.

<sup>2</sup>Número insuficiente de repetições

<sup>3</sup>Todos os insetos morreram.

<sup>NS</sup> Não significativo.

### 3.3.3 Teste de não preferência para oviposição de *B. tabaci* biótipo B, com e sem chance de escolha, em genótipos de feijão comum (2° Experimento) e análise química de fenóis e lignina

Para o número de ovos de *B. tabaci* biótipo B não houve diferença significativa entre os genótipos de feijoeiro para os testes com e sem chance de escolha (Tabela 7).

Em relação aos tratamentos para o teste com chance de escolha o menor número de ovos foi obtido para óleo de nim na dose 0,75% (0,07 ovos/cm<sup>2</sup>), que diferiu significativamente somente da testemunha (0,49 ovos/cm<sup>2</sup>). Os tratamentos silício solo 0,5% e silício foliar 0,25% apresentaram, respectivamente, 0,32 e 0,24 ovos/cm<sup>2</sup>, não diferindo significativamente da testemunha (Tabela 7).

Para o teste sem chance de escolha o menor número de ovos foi obtido para óleo de nim 1% (0,28 ovos/cm<sup>2</sup>), diferindo significativamente do tratamento silício solo 0,50% e testemunha, respectivamente com 0,71 e 1,11 ovos/cm<sup>2</sup> (Tabela 7).

Diante desses resultados pode-se afirmar que a utilização do óleo de nim na dose de 0,75% foi eficaz para a redução do número de ovos de *B. tabaci* biótipo B, assim como o óleo de nim a 1%, o silício foliar a 0,125% ou o silício via solo na dose 1%.

Rheinheimer et al. (2012) observaram que o óleo de nim reduziu a oviposição de *Bemisia tuberculata* (Bondar, 1923) com eficiência de 70% em plantas de mandioca e relataram que essa diminuição do número de ovos pode ter sido causada pela mortalidade das fêmeas antes de ovipositarem ou pela repelência aos adultos por compostos voláteis presentes nesse produto, fato provavelmente ocorrido nesta pesquisa. Quintela e Pinheiro (2009) obtiveram redução da oviposição de *B. tabaci* biótipo B acima de 80% quando pulverizado óleo de nim na face inferior de folhas de feijoeiro, em concentrações maiores que 1% e diminuição do número de ovos com o aumento da concentração dos produtos testados. Neri et al. (2006) concluíram que o extrato aquoso de folhas secas de nim reduziu significativamente o número de ovos de *B. tabaci* à medida em que se aumentava a concentração do extrato aplicado em plantas de melão, e quando pulverizadas com a concentração máxima de 10% apresentaram cerca de 50 ovos.

Almeida et al. (2008) testando diferentes formas e quantidade de aplicações de silício observaram que duas aplicações do fertilizante organomineral (via solo + foliar) e três aplicações (via solo + 2 foliares) reduziram significativamente o número de ovos de *B. tabaci* biótipo B em feijão comum. Correa et al. (2005) verificaram que duas aplicações de silicato de cálcio via foliar proporcionaram redução do número de ovos da mosca-branca em relação a uma aplicação via solo em plantas de pepino. Os resultados obtidos nesses estudos levam a concluir que o silício deve ser



aplicado mais de uma vez, tanto para a aplicação via solo quanto por via foliar. Costa e Moraes (2002) aplicando silicato de sódio por aspersão no coleto das plântulas de sorgo verificaram que o silício proporcionou moderada resistência ao pulgão-verde. Costa et al. (2007) verificaram que o ácido silícico a 0,5% via foliar reduziu em nove vezes o número de pulgões em relação à testemunha em plantas de trigo. Possivelmente esses resultados sugerem que para a cultura do feijoeiro uma dose menor de silício foliar (0,125%) foi suficiente para redução do número de ovos da mosca-branca em relação à testemunha.

Tabela 7. Número médio de ovos de *Bemisia tabaci* biótipo B por cm<sup>2</sup> de folíolo, em genótipos de feijoeiro, associado com óleo de nim e silício em testes com e sem chance de escolha, em casa-de-vegetação. Jaboticabal, SP, 2012.

Genótipos (G)	Número de ovos/cm <sup>2</sup>	
	Teste com chance <sup>1</sup>	Teste sem chance <sup>1</sup>
IAC-Harmonia	0,25 a	0,48 a
IAC-Carioca Tybatã	0,29 a	0,50 a
Pérola	0,17 a	0,68 a
F (G)	1,89 <sup>NS</sup>	2,19 <sup>NS</sup>
Tratamentos (T)		
Silício solo 1%	0,17 b	0,43 bc
Silício solo 0,50%	0,32 ab	0,71 ab
Silício foliar 0,25%	0,24 ab	0,44 bc
Silício foliar 0,125%	0,18 b	0,50 bc
Nim 0,75%	0,07 b	0,39 bc
Nim 1%	0,19 b	0,28 c
Testemunha	0,49 a	1,11 a
F (T)	4,32 <sup>**</sup>	6,83 <sup>**</sup>
F (G x T)	0,54 <sup>NS</sup>	1,12 <sup>NS</sup>
C.V. (%)	3,02	4,40

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para análise, os dados foram transformados em log (x + 5). Na tabela os dados são originais. <sup>NS</sup> Não significativo.

Para a análise química do teor de fenóis e lignina obteve-se diferença significativa entre os genótipos (Tabela 8). O maior teor de fenóis foi obtido no genótipo Pérola (3,04%) e o menor no genótipo IAC-Carioca Tybatã (2,26%). Em relação ao teor de lignina foi obtido o maior teor no genótipo IAC-Harmonia (5,10%), seguido pelos genótipos IAC-Carioca Tybatã (3,45%) e Pérola (3,57%), não diferindo esses dois últimos entre si. Entre os tratamentos o maior teor de fenóis foi obtido na aplicação de silício solo 1% (2,76%). Para o teor de lignina não houve diferença

significativa na dose de nim 1%, silício solo 1% e silício foliar 0,25%, com 4,03%, 4,17% e 4,30%, respectivamente, diferindo somente da testemunha (Tabela 8).

Epstein (1999) sugere que o silício possa agir como um segundo mensageiro dentro das células, afirmando, também, que os mecanismos de defesa mobilizados pelo silício incluem acumulação de lignina, compostos fenólicos, quitinas e peroxidases. Fawe et al. (1998) verificaram que o silício aplicado em plantas de pepino induziram a síntese de compostos fenólicos principalmente fitoalexinas.

De forma contrária a esta pesquisa, Peixoto et al. (2011) não verificaram resposta do silício para o teor de fenóis também em plantas de feijoeiro, podendo este fato estar relacionado ao número ou intervalo de aplicações do indutor que, segundo Pascholati e Leite (1995), pode ser necessária mais de uma aplicação para a síntese e acúmulo de substâncias que conferem resistência às plantas.

Em relação à produção de lignina Moraes et al. (2009) verificaram uma interação significativa entre cultivares de soja e indutores de resistência, sendo o maior teor desse composto na cultivar IAC-19 em relação a cultivar MONSOY-8001 pela aplicação do silício ou ASM (Acibenzolar-S-Methyl), um indutor de resistência de natureza sintética. No presente trabalho, apesar de não ter sido obtida diferença significativa entre o nim 1%, silício solo 1% e silício foliar 0,25%, houve diferença entre a aplicação desses produtos e a testemunha, com aumento do teor de lignina. Esses resultados corroboram com os de Gomes et al. (2008b) que verificaram aumento na porcentagem de lignina em batata inglesa adubada com silício foliar ou via solo. Entretanto, Ferreira et al. (2011) não observaram diferença na produção de lignina em plantas de soja tratadas com silício.

Tabela 8. Teores de fenóis (%) e lignina (%) em folhas de genótipos de feijoeiro submetidas à aplicação de óleo de nim, silício via solo e silício via foliar, em casa-de-vegetação. Jaboticabal, SP, 2012.

Genótipos (G)	Fenóis <sup>1</sup>	Lignina <sup>1</sup>
IAC-Harmonia	2,33 b	5,10 a
IAC-Carioca Tybatã	2,26 c	3,45 b
Pérola	3,04 a	3,57 b
<hr/>		
F (G)	260,45**	192,90**
<hr/>		
Tratamentos (T)		
Nim 1%	2,35 c	4,03 a
Si solo 1%	2,76 a	4,17 a
Si foliar 0,25%	2,55 b	4,30 a
Testemunha	2,53 b	3,67 b
<hr/>		
F (T)	95,48**	12,75**
<hr/>		
F (G x T)	72,40**	34,56**
<hr/>		
C.V. (%)	2,00	5,67

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Na tabela os dados são originais.

Foi obtida diferença significativa na interação entre os genótipos versus aplicação dos produtos para o teor de fenóis (Tabela 9). Para a aplicação dos produtos dentro de genótipos, no tratamento silício solo 1% foi obtido o maior teor de fenóis (2,89%) para o genótipo IAC-Harmonia. Para o genótipo IAC-Carioca Tybatã não houve diferenças significativas entre os maiores teores de fenóis para silício solo 1% (2,35%), silício foliar 0,25% (2,30%) e testemunha (2,38%). No genótipo Pérola o maior teor de fenóis foi obtido para o óleo de nim na dose de 1% (3,16%) (Tabela 9).

Para a análise de genótipos dentro da aplicação dos produtos, o genótipo Pérola apresentou os maiores teores de fenóis dentre os genótipos estudados, em todos os tratamentos e na testemunha (Tabela 9).

Tabela 9. Desdobramento da interação genótipos de feijoeiro versus aplicação dos produtos para o teor de fenóis. Jaboticabal, SP, 2012.

Tratamentos (T)	Genótipos (G) <sup>1</sup>			F (T)
	Harmonia	Carioca	Pérola	
Nim 1%	1,88 c C	2,02 b B	3,16 a A	567,56**
Si solo 1%	2,89 a B	2,35 a C	3,03 b A	148,45**
Si foliar 0,25%	2,31 b B	2,30 a B	3,03 b A	201,76**
Testemunha	2,27 b C	2,38 a B	2,96 b A	159,87**
F (G)	200,87**	31,67**	7,73**	-

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Na tabela os dados são originais.

A interação entre genótipos versus aplicação dos produtos para o teor de lignina foi significativa (Tabela 10). Para a aplicação dos produtos dentro de genótipos foi obtido o maior teor de lignina para nim 1% (6,00%) no genótipo IAC-Harmonia. No genótipo IAC-Carioca Tybatã o maior teor de lignina foi no silício solo 1% (4,60%) e para o genótipo Pérola a maior produção de lignina foi com silício foliar 0,25% (3,90%).

Para a análise de genótipos dentro da aplicação de produtos, o genótipo IAC-Harmonia apresentou os maiores teores de lignina em relação aos outros genótipos para todos os tratamentos e a testemunha, não diferindo significativamente do genótipo IAC-Carioca Tybatã no tratamento silício solo 1% (Tabela 10).

Tabela 10. Desdobramento da interação genótipos de feijoeiro versus aplicação dos produtos para o teor de lignina. Jaboticabal, SP, 2012.

Tratamentos (T)	Genótipos (G) <sup>1</sup>			F (T)
	Harmonia	Carioca	Pérola	
Nim 1%	6,0 a A	2,80 c C	3,30 b B	169,33**
Si solo 1%	4,20 c A	4,60 a A	3,70 ab B	11,62**
Si foliar 0,25%	5,30 b A	3,70 b B	3,90 a B	43,43**
Testemunha	4,90 b A	2,70 c C	3,40 ab B	72,19**
F (G)	32,38**	45,14**	4,33*	-

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Na tabela os dados são originais.

Como o silício afetou a oviposição da mosca-branca e também aumentou o teor de fenóis e o teor de lignina, o objetivo com a análise de correlação foi determinar se poderia haver relação entre o número de ovos e o teor de fenóis e/ou lignina. No entanto, essa análise não identificou relações entre o número de ovos de *Bemisia tabaci* biótipo B e a concentração de fenóis (Figuras 2A, 2B) e também em relação à concentração de lignina (Figuras 2C, 2D). Entretanto, pode-se observar que quando o número de ovos aumenta, há um pequeno decréscimo no teor de lignina (Figuras 2C, 2D), sugerindo que houve uma tendência de redução da oviposição com o aumento da concentração de lignina.

Existem relatos de que plantas que acumulam maior teor de fenóis podem favorecer o desenvolvimento de pragas, como os observados por Guimarães et al. (2008), que verificaram que a mortalidade e a duração da fase de ninfa da cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854), foram menores em genótipos de cana-de-açúcar com maior teor de fenóis totais.

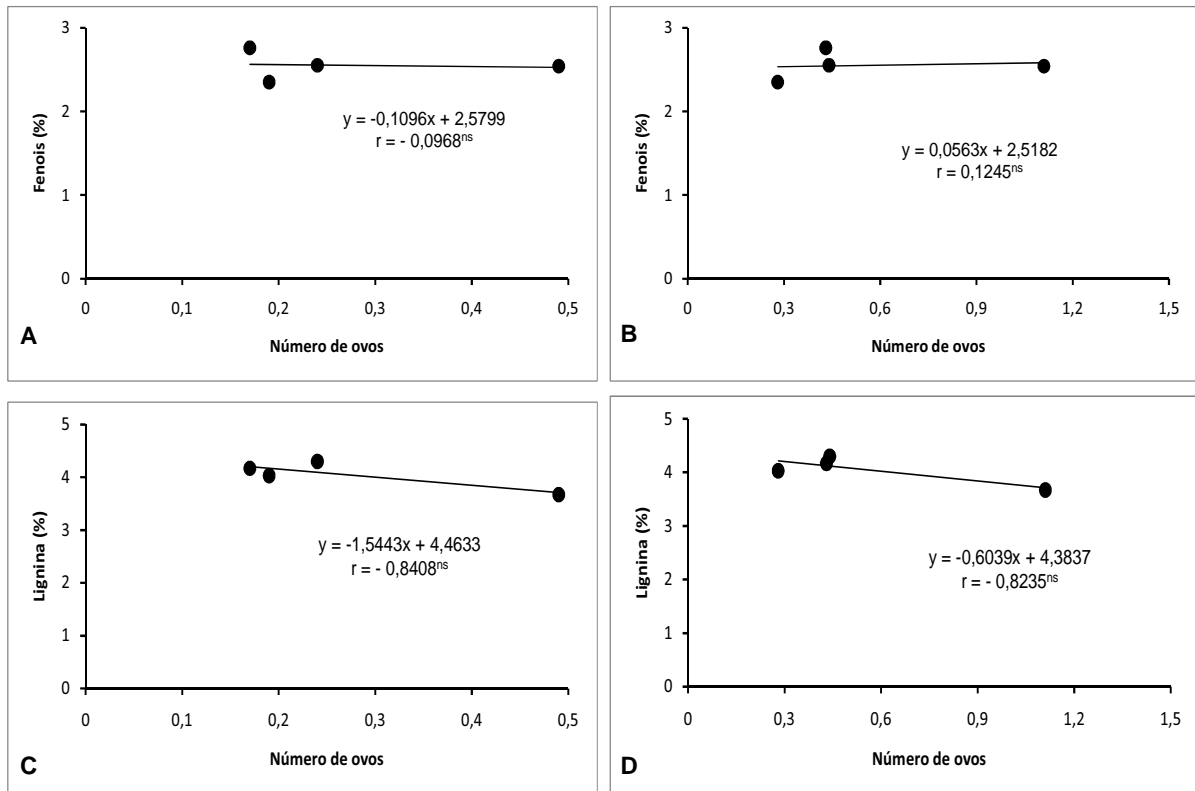


Figura 2. Correlação entre o teor de fenóis e o número de ovos/cm<sup>2</sup>, em teste com chance de escolha (A) e sem chance de escolha (B) e para o teor de lignina e o número de ovos/cm<sup>2</sup> em teste com chance de escolha (C) e sem chance de escolha (D).

### 3.4 Conclusões

- O silício 1% via solo e o óleo de nim 1% reduzem a oviposição de *Bemisia tabaci* biótipo B.
- Todos os produtos utilizados são eficientes na mortalidade total de ninfas de *B. tabaci*, com destaque para as concentrações de 0,75 e 1% de óleo de nim.
- Todos os produtos utilizados foram eficientes na diminuição do número de ovos, com exceção para a dose de óleo de nim de 0,50%.
- O genótipo Pérola apresenta o maior teor de fenóis e o genótipo IAC-Harmonia o maior teor de lignina.
- O silício aplicado via solo 1% induz um maior teor de fenóis.
- Não há correlação entre os teores de fenóis e lignina e o número de ovos de *B. tabaci* biótipo B em feijoeiro comum.

### 3.5 Referências

- AGROFIT. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), [2003]. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 20 de setembro de 2012.
- ALMEIDA, G. D.; PRATISSOLI, D.; HOLTZ, A. M.; VICENTINI, V. B. Fertilizante organomineral como indutor de resistência contra a colonização da mosca branca no feijoeiro. **IDESIA**, Chile, v. 26, n.1, p. 29-32, 2008.
- ARAGÃO, F. J. L.; FARIA, J. C. **Obtenção de feijoeiro resistente ao vírus do mosaico dourado**. Goiânia: EMBRAPA, 2005. 111 p.
- AZEVEDO, F. R.; GUIMARÃES, J. A.; BRAGA SOBRINHO, R.; LIMA, M. A. A. Eficiência de produtos naturais para o controle de *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em meloeiro. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 72, n. 1, p. 73-79, 2005.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JR, W. **AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agrônomicos**. Jaboticabal: FCAV, 2010, Versão 1.0.
- BLEICHER, E.; GONÇALVES, M. E. C.; SILVA, L. D. da. Efeito de derivados de nim aplicados por pulverização sobre a mosca-branca em meloeiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, n. 1, p. 110-113, 2007.
- BYRNE, D. N.; BELLOWS JUNIOR, T. S. Whitefly biology. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 36, p. 431-457, 1991.
- CAMPOS, Z. R.; BOIÇA JUNIOR, A. L.; LOURENÇÃO, A. L.; CAMPOS, A. R. Parâmetros biológicos de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em genótipos de algodoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 4, p. 1003-1007, 2009.
- CARNEIRO, S. M. de T. P. G. Ação do nim sobre fungos fitopatogênicos. In: MARTINEZ, S. S. (Ed.). **O nim *Azadirachta indica* – natureza, usos múltiplos, produção**. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 2002. p. 59-64.
- CORREA, R. S. B.; MORAES, J. C.; AUAD, A. M.; CARVALHO, G. A. Silicon and acibenzolar-S-methyl as resistance inducers in cucumber, against the whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype B. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 3, p. 429-433, 2005.
- COSTA, R. R.; MORAES, J. C.; ANTUNES, C. S. Resistência induzida em trigo ao pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) por silício e acibenzolar-S-methyl. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 393-397, 2007.



COSTA, R. R.; MORAES, J. C. Resistência induzida em sorgo por silicato de sódio e infestação inicial pelo pulgão-verde *Schyzaphis graminum*. **Revista Ecosystema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 27, n. 1/2, p. 37-39, 2002.

COUDRIET, D. L.; PRABHAKER, N.; MEYERDIRK, D. E. Sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae): Effects of neem-seed extract on oviposition and immature stages. **Environmental Entomology**, College Park, v. 14, n. 6, p. 776-779, 1985.

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, p. 729-732, 1991.

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

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

FARIA, J. C.; ANJOS, J. R. N. dos; COSTA, A. F. da; SPERÂNDIO, C. A.; COSTA, C. L. Doenças causadas por vírus e seu controle. In: ARAÚJO, R. D.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Ed.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p. 731-769.

FAWE, A.; ABOU-ZAID, M.; MENZIES, J. G.; BÉLANGER, R. R. Silicon-Mediated Accumulation of Flavonoid Phytoalexins in Cucumber. **Biochemistry and Cell Biology**, Ottawa, v. 88, n. 5, p. 396-401, 1998.

FERREIRA, R. S.; MORAES, J. C.; ANTUNES, C. S. Silicon influence on resistance induction against *Bemisia tabaci* biotype B (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae) and on vegetative development in two soybean cultivars. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 40, n. 4, p. 495-500, 2011.

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

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

GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; SANTOS, C. D.; ANTUNES, C. S. Use of Silicon as Inductor of the Resistance in Potato to *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 37, n. 2, p. 185-190, 2008b.

GOUSSAIN, M. M.; MORAIS, 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, 2002.

GUIMARÃES, E. R.; MUTTON, M. A.; FERRO, M. I. T.; SILVA, J. A.; MUTTON, M. J. R. Níveis constitutivos de compostos fenólicos podem estar relacionados à resistência da cana-de-açúcar à cigarrinha-das-raízes. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, Maringá, v. 1, n. 3, p. 357-365, 2008.

JANINI, J. C.; BOIÇA JUNIOR, A. L.; JESUS, F. G.; SILVA, A. G.; CARBONELL, S. A.; CHIORATO, A. F. Effect of bean genotypes, insecticides, and natural products on the control of *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) and *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae). **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 3, p. 445-450, 2011.

JESUS, F. G.; BOIÇA JUNIOR, A. L.; JANINI, J. C.; SILVA, A. G.; CARBONEL, S. A. M.; CHIORATO, A. F. Interação de variedades, óleo de nim e inseticida no controle de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotipo B (Hemiptera:Aleyrodidae) e *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae) na cultura do feijoeiro. **Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas**, Madrid, v. 35, n. 3, p. 491-500, 2009.

KUMAR, P.; POEHLING, H. M.; BORGEMEISTER, C. Effects of different application methods of azadirachtin against sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* Gennadius (Hom., Aleyrodidae) on tomato plants. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 129, n. 9/10, p. 489-497, 2005.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal Agriculture and Food Chemistry**, v. 45, p. 1390-1393, 1997.

MARTINEZ, S. S. Ação do nim sobre os insetos. In: \_\_\_\_\_ (Ed.). **O nim *Azadirachta indica* - natureza, usos múltiplos, produção**. Londrina: IAPAR, 2002b. p. 31-57.

MARTINEZ, S. S. Composição do nim. In: \_\_\_\_\_ (Ed.). **O nim *Azadirachta indica* - natureza, usos múltiplos, produção**. Londrina: IAPAR, 2002a. p. 23-30.

MARTINEZ, S. S.; VAN ENDEM, H. F. Growth disruption, abnormalities and mortality of *Spodoptera littoralis* caused by azadirachtin. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n.1, p. 113-125, 2001.

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

NERI, D. K. P.; GÓES, G. B. de; MARACAJÁ, P. B.; MEDEIROS, D. C. de; NUNES, G. H. de S. Efeito do extrato aquoso de nim sobre *Bemisia tabaci* biótipo B (Gennadius) (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE), em meloeiro. **Revista Verde**, Mossoró, v. 1, n. 2, p. 48-53, 2006.

PASCHOLATI, S. F.; LEITE, B. Hospedeiro: mecanismo de resistência. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v. 1, cap. 22, p. 417-454.

PEIXOTO, M. L.; MORAES, J. C.; SILVA, A. A.; ASSIS, F. A. Efeito do silício na preferência para oviposição de *Bemisia tabaci* biótipo B (GENN.) (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) em plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 3, p. 478-481, 2011.

PRABHAKER, N.; TOSCANO, N. C.; COUDRIET, D. L. Susceptibility of the immature and adult stages of the sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) to selected insecticides. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 82, n. 4, p. 983-988, 1989.

QUINTELA, E. D.; PINHEIRO, P. V. Redução da oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em folhas de feijoeiro tratadas com extratos botânicos. **BioAssay**, Piracicaba, v. 4, n. 8, p. 1-10, 2009.

RHEINHEIMER, A. R.; ALVES, L. F. A.; PIETROWSKI, V.; BELLON, P. P.; MIRANDA, A. M.; GAZOLA, D. Produtos fitossanitários alternativos no controle da mosca-branca (*Bemisia tuberculata*) (Matile-Ferrero), na mandioca. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 1419-1426, 2012.

SILVA, A. P.; BLEICHER, E.; ARAÚJO, A. C. Eficiência de azadiractina no controle de mosca-branca em meloeiro sob condições de casa de vegetação e de campo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 198-201, 2003.

SILVA, F. A. S. **ASSISTAT**. Versão beta 7.6. Campina Grande: DEAG, CTRN, UFCG, 2011.

SOUZA, A. P. de; VENDRAMIM, J. D. Efeito de extratos aquosos de meliáceas sobre *Bemisia tabaci* biótipo B em tomateiro. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n. 2, p. 173-179, 2000.

SOUZA, A. P. de; VENDRAMIM, J. D. Efeito translaminar, sistêmico e de contato de extrato aquoso de sementes de nim nobre *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B em tomateiro. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 83-87, 2005.

VIEIRA, S. S.; BOFF, M. I. C.; ADENEY FREITASBUENO, A. F.; GOBBI, A. L.; LOBO, R. V.; BUENO, R. C. O. de F. Avaliação da utilização de nim indiano em associação com silício e potássio no manejo da mosca branca na cultura da soja. **BioAssay**, Piracicaba, v. 7, n. 5, 2012. Comunicação científica.

WATERHOUSE, A. L. Phenolics: Determination of total phenolics. **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**. University of California, Davis, U.S.A. I1.1.1-I.1.1.8, 2002.