

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
MESTRADO EM AGRONOMIA/FITOTECNIA**

JEFTÉ FERREIRA DA SILVA

**RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE *Vigna unguiculata* (L.) Walp. À *Aphis craccivora*
Koch E *Crinoceru sanctus* Fabricius**

**FORTALEZA
2008**

JEFTE FERREIRA DA SILVA

RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE *Vigna unguiculata* (L.) Walp. À *Aphis craccivora*
Koch E *Crinocerus sanctus* Fabricius

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Agronomia/Fitotecnia

Área de concentração: Fitotecnia

Orientador: Prof. Dr. Ervino Bleicher

FORTALEZA
2008

S580r Silva, Jefté Ferreira da
Resistência de genótipos de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. à *Aphis craccivora* Koch e *Crinocerus sanctus* Fabricius / Jefté Ferreira da Silva
2008.

67 f. ;il. color. enc.

Orientador: Prof. Dr. Ervino Bleicher

Área de concentração: Fitotecnia

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias. Depto. de Fitotecnia, Fortaleza, 2008.

1. Feijão-de-corda 2. Pulgão-preto 3. Cis-jasmona 4. Preferência I.
Bleicher, Ervino (orient.) II. Universidade Federal do Ceará – Curso de Mestrado em Agronomia III. Título

CDD 632

JEFTE FERREIRA DA SILVA

RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE *Vigna unguiculata* (L.) Walp À *Aphis craccivora* Koch
E *Crinocerus sanctus* Fabricius

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia,
da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre
em Agronomia/Fitotecnia

Aprovada em 17/03/2008

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ervino Bleicher (Orientador)
Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof^a. Dr^a. Cândida Hermínia Campos de Magalhães Bertini
Universidade Federal do Ceará - UFC

Pesq. Dr. Paulo Henrique Soares da Silva
Embrapa Meio Norte

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter-me dado saúde, disposição, capacidade, proteção e a oportunidade de concluir o curso de mestrado.

Aos meus pais Raimundo Maia da Silva e Margarida Maria Ferreira da Silva pela educação dado nos caminhos de Deus, pelo apoio e incentivo no decorrer do curso. Aos meus familiares que sempre estiveram ao meu lado.

Ao professor doutor Ervino Bleicher pela orientação neste trabalho bem como pela amizade e repasse de conhecimentos e experiências.

Ao professor doutor Antônio Euzébio Goulart Sant'Ana responsável pelo projeto com a *cis*-jasmona pelo apoio a esta pesquisa bem como o Rothamsted Research na pessoa do pesquisador doutor Michael Birkett pelo fornecimento da *cis*-jasmona para a realização dos experimentos.

Aos pesquisadores Francisco das Chagas Vidal Neto (Embrapa algodão), Francisco R. Freire Filho (Embrapa Meio Norte) e Elizita Maria Teófilo (Universidade Federal do Ceará) por disponibilizarem as sementes dos genótipos utilizados nos experimentos.

Ao CNPq pela bolsa de estudos além do financiamento para a execução dos experimentos.

Aos colegas Francisco Elivan Arruda Rodrigues e Janser Nobre Oliveira e o técnico agrícola Pedro Djacir pela ajuda na instalação e condução do experimento na fazenda Experimental Lavoura Seca em Quixadá.

Aos colegas Sadi Santos, Fred Denilson, Francisco Herbeth Costa, Fábio Costa, Ciro de Miranda Pinto, Francisco José Carvalho, Vlairton Tomé Maciel, Júnior Régis Batista Cysne pela amizade, convivência e compreensão.

A jornalista Larissa Lima Ferreira pela ajuda na tradução dos trabalhos em inglês.

Ao secretário da pós-graduação Deocleciano Xavier pelo apoio e ajuda na resolução nos problemas burocráticos.

A Universidade Federal do Ceará e todos os professores que participaram do meu processo educativo.

RESUMO

O pulgão-preto-do-feijoeiro (*Aphis craccivora* Koch, 1854) é uma das mais importantes pragas do feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) e é citada como praga chave desta cultura. Uma das formas mais simples de controle é a resistência da planta a esta praga podendo ser esta resistência natural ou induzida. Objetivou-se com este trabalho avaliar genótipos de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. quanto a resistência genética natural ao pulgão-preto e observar o efeito de um indutor de resistência, a *cis*-jasmona, sobre o feijão-de-corda para o controle do pulgão e do percevejo e os efeitos deste indutor sobre a produção. Em casa de vegetação foram realizados experimentos de preferência com e sem chance de escolha para definir quais dos vinte genótipos testados possuíam resistência natural e de preferência após a aplicação de *cis*-jasmona na concentração de 50 g/ha no genótipo Vita 7. Também foi realizado experimento para mensurar o tempo de uma geração de *Aphis craccivora* nos genótipos EPACE 10 e Vita 7. O experimento de campo foi realizado em Quixadá, Ceará, onde foi aplicado a *cis*-jasmona na concentração de 39,06 g/ha e 78,13 g/ha no genótipo EPACE 10 para observar a infestação de *Aphis craccivora*, percevejos e um possível efeito do indutor sobre a produção. Os genótipos TVu 408P₂, TVu 410, TVu 36 e TVu 1037 apresentaram resistência natural sendo os menos preferidos pelo pulgão. A *cis*-jasmona não influenciou na resistência ao pulgão uma vez que o tratamento com o produto não diferiu da testemunha sem aplicação. O tempo médio para uma geração de pulgão no genótipo Vita 7 foi, em média, cinco dias e dezenove horas. No genótipo EPACE 10 nenhum pulgão completou o ciclo. Em campo a infestação por pulgão foi baixa devido à resistência natural do genótipo utilizado não apresentando diferença entre os tratamentos. Também não houve diferença estatística entre os tratamentos para o ataque dos percevejos que surgiram na área do experimento. A *cis*-jasmona não influenciou a produção do feijão-de-corda.

Palavras-chave: Feijão-de-corda. Pulgão-preto. *Cis*-jasmona. Preferência.

ABSTRACT

The cowpea black aphid (*Aphis craccivora* Koch, 1854) is the most important insect pest of cowpea beans (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) and is cited as a key pest of this crop. One of the easiest way for its control is by the use of plant resistance to this pest being those natural or induced resistance. The objective of this research was evaluate natural resistance of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. genotypes against black aphid and observe the effect of an resistance inductor, the *cis*-jasmone on cowpea to control aphid and a true bug and the effects of this material on production parameters. In green house were realized choice and no choice essays to search among 20 genotypes whose would have natural resistance and preference after *cis* jamone spray at a rate of 50g/ha on the Vita 7 cultivar. It also was realized one bioassay to determine the length of one generation on EPACE 10 and Vita 7 genotypes. The field work was done at Quixada, Ceará State (Brazil) by applying *cis*-jasmone at the dosage of 39.06 g/ha and 78.13 g/ha using EPACE 10 variety and observe the infestation of *Aphis craccivora* and bugs and a possible effect on production. The genotypes TVu 408P₂, TVu 410, TVu 36 and TVu 1037 presented natural resistance being less susceptible to the aphid. *Cis*-jasmone had no effect, as resistance is concerned, on aphid population when compared to untreated control plants. O mean generation time of aphid on Vita 7 cultivar was five days and nineteen hours. No insect completed its life cycle on EPACE 10. In field the low insect level, is believed to be due to the natural resistance of genotype used, so no treatment differences were observed. There was also no difference for bug in the evaluation done. *Cis*-jamone had no effect on production parameters.

Key words: Cowpea. Black aphid. *Cis*-jamone. Preference.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ataque de <i>Aphis craccivora</i> Koch em feijão-de-corda (Foto: E. Bleicher).....	17
Figura 2 - Planta de feijão-de-corda debilitada pelo ataque de <i>Aphis craccivora</i> Koch. (Foto: E. Bleicher)	17
Figura 3 - Dano na vagem provocado por percevejo. Em destaque o estrangulamento no local do grão sugado (Foto: E. Bleicher)	19
Figura 4 - Gaiolas utilizadas no experimento (Foto: J. F. Silva).....	36
Figura 5 - Detalhe das gaiolas suspensas (Foto: J. F. Silva)	36
Figura 6 - Gaiolas de PVC utilizadas no experimento (Foto: J. F. Silva)	37
Figura 7 - Inserção do pulgão na gaiola para posterior fixação na planta (Foto: J. F. Silva)...	37
Figura 8 - Pulverização das plantas com <i>cis-jasmona</i> (Foto: J. F. Silva).....	38
Figura 9 - Gaiola de PVC fixada à planta (Foto: J. F. Silva).	38
Figura 10 - Área preparada para o plantio (Foto: J. F. Silva).....	40
Figura 11 - Vista do experimento aos 32 dias após o plantio (Foto: J. F. Silva).....	40
Figura 12 - Evolução do grau de infestação do <i>Aphis craccivora</i> Koch nas cinco avaliações realizadas em campo. Quixadá, 2008.....	56
Figura 13 - Percevejo <i>Crinocerus sanctus</i> (Fabricius, 1775) presente no experimento de campo (Foto: E. Bleicher).....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características químicas do solo da área experimental. Quixadá-CE, 2007.	41
Tabela 2 – Análise de variância referente ao número de adultos, número de ninfas e relação número de ninfas/número de adulto de <i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854, em vinte genótipos de <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp. em experimento de preferência com chance de escolha. Fortaleza, 2008.	45
Tabela 3 – Médias e média geral referentes ao número de adultos, número de ninfas e relação número de adulto/número de ninfas de <i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854, em vinte genótipos de <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp. em experimento de preferência com chance de escolha. Fortaleza, 2008.	46
Tabela 4 – Análise de variância referente ao número de adultos vivos, número de adultos mortos, número de ninfas e relação número de ninfas/número de adulto de <i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854, em vinte genótipos de <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp. em experimento de preferência sem chance de escolha. Fortaleza, 2008.	48
Tabela 5 – Médias e média geral referente ao número de adultos vivos, número de adultos mortos, número de ninfas e relação número de adulto/número de ninfas de <i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854, em vinte genótipos de <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp. em experimento de preferência sem chance de escolha. Fortaleza, 2008.	49
Tabela 6 – Classificação de vinte genótipos de <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp. quanto a preferência de <i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854 em relação as variáveis dos experimentos de preferência sem chance de escolha e com chance de escolha. Fortaleza, 2008.	50
Tabela 7 – Análise de variância referente ao número de adultos vivos, número de adultos mortos, número de ninfas e relação número de ninfas/número de adulto de <i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854. Fortaleza, 2008.	52
Tabela 8 – Médias e média geral referente ao número de adultos vivos, número de adultos mortos, número de ninfas e relação número de adulto/número de ninfas de <i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854. Fortaleza, 2008.	52
Tabela 9 – Tempo médio, em horas:minutos, para as variáveis tempo para 1ª ninfa, tempo para filha da 1ª ninfa, Tempo morte da 1ª ninfa de <i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854. Fortaleza, 2008.	53
Tabela 10 – Análise de variância referente ao grau de infestação por <i>Aphis craccivora</i> Kock, 1854, em feijão-de-corda em experimento de campo. Quixadá, 2008.	54
Tabela 11 – Médias e média geral referentes ao grau de infestação por <i>Aphis craccivora</i> Kock, 1984, em feijão-de-corda em experimento de campo. Quixadá, 2008.	55
Tabela 12 – Resultado da análise de variância referente ao número de grãos atacados por percevejo por vagem, número de grãos atacados pelo percevejo total e relação entre o número de grãos atacados e número total de grãos. Quixadá, 2008.	56
Tabela 13 – Médias e média geral referente ao número de grãos atacados por percevejo por vagem, número de grãos atacados pelo percevejo total e relação entre o número de grãos atacados e número total de grãos. Quixadá, 2008.	57
Tabela 14 – Resultado da análise de variância referente ao número de vagens por planta, comprimento de vagem, número de grãos por vagem, peso de cem sementes, peso de grãos por planta e peso de grãos por linha colhida. Quixadá, 2008.	58

Tabela 15 – Médias e média geral referentes ao número de vagens por planta, comprimento de vagem, número de grãos por vagem, peso de cem sementes, peso de grãos por planta e peso de grãos por linha colhida. Quixadá, 2008.....	58
---	----

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	4
RESUMO	5
ABSTRACT	6
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	7
LISTA DE TABELAS	8
SUMÁRIO	10
1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 O pulgão, <i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854	14
2.2 Percevejos	18
2.3 Resistência de plantas a insetos	19
2.3.1 Definição de resistência	20
2.3.2 Tipos de resistência	20
2.3.2.1 Antibiose	20
2.3.2.2 Não preferência	21
2.3.2.2.1 Fatores que condicionam a preferência	21
2.3.2.3 Tolerância	22
2.4 Resistência ao pulgão-preto-do-feijoeiro	22
2.5 Metabólitos secundários	25
2.6 Resistência induzida	26
2.6.1 Produtos utilizados na indução de resistência	28
2.7 A <i>cis</i>-jasmona	30
2.7.1 Efeitos da <i>cis</i> -jasmona sobre plantas e insetos	30
2.8 Estatística aplicada a pesquisa com resistência de plantas a insetos	32
2.8.1 Método para comparações múltiplas de Scott-Knott	32
2.8.2 Índice com base em soma de postos (ou “ranks”)	33
3 MATERIAL E MÉTODOS	35
3.1 Experimentos em casa de vegetação	35
3.1.1 Local	35
3.1.2 Forma de plantio	35
3.1.3 Genótipos utilizados	35
3.1.4 Teste de preferência com chance de escolha	36
3.1.5 Teste de preferência sem chance de escolha	37
3.1.6 Protocolo para estudo de preferência utilizando <i>cis</i> -jasmona	38
3.1.7 Ensaio de análise da duração de uma geração do <i>Aphis craccivora</i> Koch	39
3.2 Experimento de campo	40
3.2.1 Avaliações no campo	42
3.2.1.1 Pulgão	42
3.2.1.2 Percevejo	43
3.2.1.3 Avaliação dos parâmetros de produção	43
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1 Experimentos em casa de vegetação	45
4.1.1 Teste de preferência com chance de escolha	45
4.1.2 Teste de preferência sem chance de escolha	48
4.1.3 Índice com base em soma de postos	50
4.1.4 Preferência após aplicação da <i>cis</i> -jasmona	52
4.1.5 Ensaio de análise da duração de uma geração do <i>Aphis craccivora</i>	53

4.2	Experimento de campo	54
4.2.1	Avaliação da infestação por <i>Aphis craccivora</i> Koch	54
4.2.2	Avaliação do ataque dos percevejos	56
4.2.3	Avaliação dos parâmetros de produção	58
5	CONCLUSÕES	60
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

1 INTRODUÇÃO

O feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), também chamado de feijão-macassar ou caupi, é uma leguminosa comestível, dotada de alto conteúdo protéico, boa capacidade de fixar nitrogênio, sendo, ainda, pouco exigente em fertilidade de solo. Seu cultivo é amplamente distribuído nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, sendo ainda um alimento básico para a população destas regiões (FREIRE FILHO; LIMA; RIBEIRO, 2005). Além disso, contém os dez aminoácidos essenciais ao ser humano e tem um excelente valor calórico. Em virtude dessas características, é uma espécie de grande valor atual e estratégico (ARAÚJO; WATT, 1988).

No Brasil é amplamente cultivado pelos pequenos produtores do Nordeste semi-árido e por migrantes Nordestinos em regiões isoladas da Amazônia, constituindo-se em sua principal cultura de subsistência (FREIRE FILHO; LIMA; RIBEIRO, 2005).

Sua provável origem é o continente africano, tendo, no mundo, cerca de 415 regiões do clima quente (úmida ou semi-árida) como hábitat. No Brasil o feijão-de-corda é cultivado, predominantemente, nas regiões Norte e Nordeste do país encontrando, nestas regiões, boas condições de clima e solo para a sua adaptação. Estas regiões, com características edafoclimáticas distintas sendo o Norte, bastante úmido e coberto pela floresta e o Nordeste, com o semi-árido coberto pela caatinga, enquadram-se na faixa de temperatura ideal (entre 18°C e 34°C) para o desenvolvimento do feijão-de-corda (FREIRE FILHO; LIMA; RIBEIRO, 2005).

Possui uma grande variabilidade genética que o torna versátil, sendo usado para várias finalidades e em diversos sistemas de produção. Um amplo banco de germoplasma do feijão-de-corda, que provavelmente é o maior do mundo, está no Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA), Ibadan, Nigéria (OFUYA, 1997). É possuidor também de uma grande plasticidade, adaptando-se bem a diferentes condições ambientais, e tem uma grande capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, por meio da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* (ARAÚJO; WATT, 1988).

O feijão-de-corda é atacado por uma grande gama de insetos provocando danos a cultura e prejuízo aos produtores. Dentre as pragas que atacam esta cultura destacam-se o pulgão-preto-do-feijoeiro, *Aphis craccivora* Koch, 1854 (Hemiptera: Aphididae), o percevejo *Crinocerus sanctus* (Fabricius, 1775) (Hemiptera: Coreidae), a cigarrinha-verde, *Empoasca* sp. (Hemiptera: Cicadellidae), o manhoso, *Chalcodermus bimaculatus* (Fiedler, 1936)

(Coleoptera: Curculionidae) e o gorgulho, *Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775) (Coleoptera: Bruchidae) (SANTOS; QUINDERÉ, 1988; CIRINO, 2008; SINGH, 1977).

O controle desta praga, quando é feito, é através do emprego de inseticidas de síntese. No entanto, uma medida de controle eficiente, e de fácil emprego pelo pequeno produtor é a utilização de variedades resistentes, as quais têm a habilidade de reduzir a infestação ou os danos causados pelos insetos (CIRINO, 2008; QUARTAU, 1988).

Com este trabalho objetivou-se avaliar genótipos de feijão-de-corda quanto à resistência natural ao pulgão-preto-do-feijoeiro e observar o efeito de um indutor de resistência sobre o feijão-de-corda para o controle do pulgão e do percevejo e os efeitos deste indutor sobre a produção.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O pulgão, *Aphis craccivora* Koch, 1854

Essa espécie, conhecida vulgarmente como pulgão-preto-do-feijoeiro, é uma das mais importantes pragas do feijão-de-corda e é citada como praga chave desta cultura por Pettersson *et al.* (1998). Ocorre em todo o Nordeste brasileiro, sobretudo, no período sem chuvas, atacando a cultura de feijão-de-corda sob irrigação (SANTOS; QUINDERÉ, 1988). Também é a principal praga do feijão-de-corda na África (SINGH, 1987).

O *A. craccivora* mede cerca de 3 a 4 mm de comprimento e é de coloração negra brilhante. Suas antenas são mais curtas que o corpo. Os cornículos, ou sifúnculos, são quase cilíndricos e têm comprimento, aproximadamente, duas vezes maior que a cauda. Os fêmures e as tíbias têm as partes basais mais claras do que as partes distais (SANTOS; QUINDERÉ, 1988). Nos trópicos as colônias são formadas exclusivamente por fêmeas que se reproduzem sem o macho. São insetos ovovivíparos, pois parem suas ninfas vivas, já que elas se desenvolvem dentro do corpo da mãe (DANAC, 2008).

O período crítico de ataque de *A. craccivora* ao feijão-de-corda, sobretudo em cultura irrigada, vai até os 35 dias após a emergência das plantas. Após este período, normalmente, a população declina, a não ser nos anos muito favoráveis, quando o ataque pode continuar por mais tempo, havendo, então a infestação das vagens. O pulgão, geralmente, desenvolve suas colônias nos brotos terminais e, sobretudo, nos pecíolos das folhas do feijão-de-corda. Essas colônias são constituídas por muitos indivíduos, em diferentes fases, inclusive alados (SANTOS; QUINDERÉ, 1988).

Powell, Tosh e Hardie (2006) descreveram a seqüência de comportamentos do pulgão no seu processo de seleção do hospedeiro. Os seis estágios descritos são os seguintes:

- Estágio 1 – Comportamento pré-alinhamento: o pouso de pulgões alados envolve resposta fototática ao comprimento de onda refletida pela planta. Esses sinais visuais certamente não irão dar informações sobre o hospedeiro específico, mas as respostas de pouso podem ser modificadas pelos voláteis das plantas detectados pela sensila olfatória da antena.
- Estágio 2 – Contato inicial com a planta e avaliação dos sinais da superfície antes da inserção do estilete: após o pouso, uma variedade de sinais podem ser detectados

enquanto o pulgão anda pela superfície da planta. A antena se movimenta para frente e para trás durante este comportamento, permitindo a detecção de odores no espaço próximo à superfície da planta. Esse comportamento da antena também coloca os pêlos quimiosensitivos encontrados nas pontas das mesmas em contato com o substrato, permitindo a detecção de sinais gustativos. Ceras epicuticulares, exudados de tricomas, textura do substrato, topologia e cor podem influenciar o comportamento do pulgão antes da inserção do estilete, mas a penetração do estilete é tentada como um ato reflexo seguindo o contato tarsal com qualquer superfície sólida, mesmo na presença de sinais repelentes.

- Estágio 3 – Picada de prova da epiderme: as primeiras e poucas penetrações do estilete iniciadas depois do contato com a planta são geralmente picadas de prova breves (<1 min) que são limitados à epiderme. Formas aladas freqüentemente pousam na superfície adaxial da folha e fazem uma ou mais picadas de provas antes de voar ou passar para a superfície abaxial. Os estiletos e labium aparentemente não possuem quimiorreceptores de contato externos, mas a seiva da planta pode ser ingerida e entrar em contato com um órgão gustativo na área epifaringeal durante a penetração do estilete.
- Estágio 4 – Atividade invasora do estilete: as penetrações de estilete mais longas, de aproximadamente 30 segundos a 1 minuto, geralmente envolvem penetração além da epiderme adentrando em tecidos do mesófilo e do parênquima. Essas atividades podem incluir mais ingestões de pequenas quantidades de seiva da planta para discriminação gustativa.
- Estágio 5 – Perfuração do elemento crivado: a penetração do estilete no elemento crivado é inicialmente seguida pela ingestão da saliva aguada. Esta saliva pode condicionar as substâncias elemento a inibir os mecanismos defensivos que fecham o floema e permitir uma extração substancial de seiva.
- Estágio 6 – A aceitação do floema e a manutenção da ingestão: períodos de contato com o floema mais longos que aproximadamente 10 minutos, podem representar aceitação do floema, já que eles quase sempre incluem ingestão da seiva do floema e provavelmente continuarão por um período bem mais longo, freqüentemente várias horas.

Devido a uma dieta rica em líquidos, os pulgões possuem no seu aparelho digestivo uma estrutura, “câmara filtro”, que permite absorver rapidamente a água e os

açúcares, que posteriormente serão expelidos deixando que os aminoácidos e outros nutrientes essenciais sejam digeridos (KRISTOFFERSEN, 2003).

Apesar de os sinais detectados antes da inserção do estilete (estágios 1 e 2) sem dúvida terem um papel no processo de seleção do hospedeiro, estudos de campo e de laboratório indicam que os principais fatores que influenciam a preferência dos afídios por plantas são detectados após a inserção do estilete. Numa série de estudos de campo, Kennedy *et al.* (1961 apud POWELL; TOSH; HARDIE, 2005) estabeleceram que pulgões não demonstram discriminação clara entre hospedeiros e não hospedeiros até que tenham pousado na planta e inserido os estiletos. O aumento da população de pulgões em plantas hospedeiras apropriadas se dá, portanto, via uma taxa diferencial de partidas após o pouso em hospedeiras e não hospedeiras, e não via taxas diferenciais de pousos (POWELL; TOSH; HARDIE, 2005).

Em relação à alimentação dos pulgões no trigo, foi observado que a ausência do ácido hidroxâmico no floema estimula a alimentação. O fagoestimulante mais importante é a sucrose, enquanto outros açúcares também podem ser efetivos, mas bem menos. Em alguns pulgões, o padrão dos componentes na cera de certas plantas pode estimular a picada de prova. Os açúcares manose e ribose são deterrentes da alimentação nos pulgões (KRISTOFFERSEN, 2003).

Em virtude de sua alimentação ser exclusivamente de seiva, esses insetos eliminam grandes quantidades de um líquido contendo açúcares, do qual se alimentam as formigas que, em contrapartida, protegem-nas dos inimigos naturais. Esse líquido serve também de substrato para o desenvolvimento de um fungo, *Capnodium sp.*, denominado comumente de “fumagina”, de coloração escura, que pode cobrir totalmente a superfície foliar da planta, prejudicando os mecanismos de fotossintetização e respiração (SILVA; CARNEIRO; QUINDERÉ, 2005). A excessiva alimentação freqüentemente mata plantas jovens, causando nanismo, distorção das folhas, atraso no início da floração, e redução dos frutos nas plantas que sobreviveram ao ataque (OFUYA, 1997).

Durante a alimentação os pulgões injetam toxinas e podem transmitir os vírus *Cowpea aphid borne mosaic virus*, CABMV, e o *Cucumber mosaic virus*, CMV. Para a contaminação da planta por um vírus nem é preciso a instalação de uma colônia de pulgões, basta a picada de prova de um inseto contaminado (SILVA; CARNEIRO; QUINDERÉ, 2005). É por serem transmissores de vírus que esses insetos constituem uma das pragas mais sérias da cultura, merecendo, por isso, especial atenção (SANTOS; QUINDERÉ, 1988; PETERSON *et al.*, 1998).

Os danos ao feijão-de-corda por *A. craccivora* é causado por adultos e ninfas (Figura 1). O inseto primeiramente infesta plântulas de feijão-de-corda, mas à medida que a planta se desenvolve, ele pode infestar as flores e as vagens (OFUYA, 1997). A ação de sucção dos pulgões provoca o encarquilhamento das folhas, ou seja, suas bordas voltam-se para baixo e há deformação dos brotos (SILVA; CARNEIRO; QUINDERÉ, 2005). Com o decorrer do tempo e com o aumento da população de pulgões, as plantas atacadas ficam debilitadas em virtude da grande quantidade de seiva retirada e de toxinas injetadas (Figura 2).



Figura 1 - Ataque de *Aphis craccivora* Koch em feijão-de-corda (Foto: E. Bleicher)



Figura 2 - Planta de feijão-de-corda debilitada pelo ataque de *Aphis craccivora* Koch. (Foto: E. Bleicher)

Além do ataque às folhas Ofuya (1989) estudou o efeito da infestação pelo pulgão em vagens novas, meio cheias e maduras na variedade Ife Brown em três níveis (um, dois e três insetos). Este autor observou que a infestação nos três níveis provocou encrespamento da vagem nova quando comparada com o controle, mas nas meio cheias foi observado danos somente quando foram infestadas com dois e três insetos. Já na vagem matura nenhum sintoma foi observado em todos os níveis de infestação. A produção por vagem foi significativamente maior no controle de que em todos os tratamentos envolvendo a infestação e em todos os períodos de crescimento da vagem. A produção diminuiu significativamente em cada aumento do nível de infestação.

Dentre as formas de controle dessa praga destacam-se o químico, cultural, biológico e o uso de plantas resistentes (OFUYA, 1997), considerando-se esse último de maior importância.

Nas recomendações feitas no Brasil para o controle químico do pulgão-preto-do-feijoeiro já foram indicados os seguintes produtos: Paration etílico CE e Acephate PS (SANTOS; QUINDERÉ, 1988). Posteriormente, Oliveira Júnior *et al.*, (2002) indicaram o

uso de Imidacloprid, Methamidophos, Malathion, Acefato e Dimethoato. Já Andrei (2005) indicava os mesmo produtos, apenas substituindo o Dimethoato pela Clotianidina. Atualmente os produtos indicados segundo a Agrofit (2007) são: Imidacloprido, Acefato e Clotianidina, todos não seletivos aos inimigos naturais segundo Kaspeq (s/d). Destes apenas a Clotianidina é indicada para pulverização de plantas, sendo os demais indicados para controle mediante o tratamento de sementes. O uso de um único produto provoca a perda da eficiência deste mediante seleção de populações de insetos resistentes devido a elevada pressão de seleção sobre os indivíduos. O surgimento dessas populações resistentes leva o agricultor a aumentar a dose e/ou o número de aplicações aumentando o perigo de contaminação do agricultor e do ambiente além de aumentar os custos com a produção (RIBEIRO; MAGALHÃES; GUEDES, 2003; FRAGOSO; GUEDES; LADEIRA, 2003).

A preocupação com o meio ambiente e o fato de os feijões-de-corda serem cultivados nos países de produção primária na agricultura familiar que raramente usam inseticidas, têm tornado necessárias investigações em alternativas de métodos de controle. O uso de variedades resistentes pode ser uma opção de controle mais viável para esta praga já que quase nenhuma habilidade em controle da praga ou investimento financeiro são requeridos do agricultor (OFUYA, 1988a). No entanto, triagens bem mais extensas e intensivas ainda precisam ser feitas para que mais variedades susceptíveis possam ser eliminadas dos programas de cultivo de feijão-de-corda (OFUYA, 1988b).

2.2 Percevejos

Dentre as espécies de percevejos que atacam o feijão-de-corda tem-se o *Crinocerus sanctus* (Fabricius, 1775) (Hemiptera: Coreidae), o percevejo-pequeno-da-soja, *Piezodorus guildinii* Westwood, 1837 e o percevejo-verde-da-soja, *Nezara viridula* Linnaeus, 1758 (Hemiptera: Pentatomidae).

Os danos causados pelos percevejos são semelhantes. Eles sugam brotos, folhas novas e vagens, causando deformações e má formação dos grãos. Os grãos atacados diminuem de tamanho, tornam-se enrugados ou ficam com a cor mais escura que o normal. Durante a sua alimentação os percevejos injetam toxinas nas plantas causando, assim, uma redução na produtividade. Também podem inocular o fungo *Nematospora sp.*, formando uma protuberância de coloração avermelhada depreciando os grãos (QUINTELA *et al.*, 1991;

ARAÚJO *et al.*, 1984; SILVA; CARNEIRO; QUINDERÉ, 2005). As sementes em formação, quando atacadas, atrofiam formando um sinal na vagem na forma de um estrangulamento (Figura 3) correspondente ao local de seu desenvolvimento. Os grãos já formados quando atacados perdem o vigor germinativo.



Figura 3 - Dano na vagem provocado por percevejo. Em destaque o estrangulamento no local do grão sugado (Foto: E. Bleicher)

2.3 Resistência de plantas a insetos

Uma das maneiras mais simples, mais econômica e mais eficaz de controlar insetos pragas consiste em desenvolver variedades de plantas resistentes às mesmas (QUARTAU, 1988). Esse método apresenta as vantagens de não influenciar negativamente o meio ambiente, ser de fácil utilização, principalmente pelo pequeno produtor, por não exigir conhecimentos específicos, não aumentar os custos de produção sendo o seu efeito cumulativo e persistente (OFUYA, 1988; LARA, 1991).

Entretanto deve ser considerado que a resistência a insetos não é a cura para todos os males, mas deve ser adequado cuidadosamente ao controle de insetos específicos e nos programas de melhoramento de plantas de culturas específicas. (PAINTER, 1968).

2.3.1 Definição de resistência

A resistência de plantas aos insetos pode ser definida como a quantidade relativa de qualidades herdáveis possuída pela planta que influencia o grau máximo de dano causado pelo inseto (PAINTER, 1968). Segundo o mesmo autor, na agricultura prática, ela representa a habilidade de certa variedade cultivada de produzir em maior quantidade e com boa qualidade, do que as variedades comuns no mesmo nível de população de insetos.

Com bases nesses conceitos Lara (1991) ressalta alguns pontos implícitos sobre a resistência:

- a) A resistência é *relativa*, ou seja, é necessária a comparação de duas ou mais plantas nessa comparação para se saber qual é a mais resistente em relação a outra.
- b) A resistência é *hereditária*: como se trata de um caráter genético, as progênies de uma planta devem se comportar da mesma forma quando testadas nas condições em que a resistência se revelou.
- c) Também é necessário que haja *repetibilidade*, isto é, todas as vezes que se testar a variedade resistente em comparação com as mesmas outras variedades testadas, aquela característica deverá manifestar-se.

2.3.2 Tipos de resistência

2.3.2.1 Antibiose

A planta possui a resistência do tipo antibiose quando o inseto se alimenta dela e esta exerce um efeito adverso sobre a biologia do mesmo. Assim uma planta que apresenta esta resistência afeta direta ou indiretamente o potencial reprodutivo do inseto. Os efeitos da antibiose normalmente observados na literatura segundo Lara (1991) são os seguintes: mortalidade (ou sobrevivência) de formas jovens; mortalidade na transformação para adulto; redução do tamanho e peso dos indivíduos; redução da fecundidade; alteração na proporção sexual e alteração no tempo de vida. Este tipo de resistência define uma reação da planta em relação ao inseto.

A morte de insetos em plantas resistentes freqüentemente acontece durante o primeiro instar. Essa é talvez a característica da antibiose mais comum e de mais fácil observação. A morte das ninfas ou larvas muito jovens tem sido observada em plantas resistentes em diversas espécies de pulgões, a mosca-Hesse (*Mayetiola destructor* (Say)), a *Ostrinia nubilalis* (Hübner), a *Leptinotarsa decemlineata* e a *Sitonia lineatus* (PAINTER, 1968).

2.3.2.2 Não preferência

O conhecimento dos meios em que os insetos localizam plantas para abrigo, alimentação, ou ovoposição envolve o estudo do comportamento de tais insetos na presença de vários estímulos derivados das plantas. A ausência de tais estímulos ou a presença de repelentes que possam reduzir os efeitos danosos ou estímulos antagônicos constitui a forma de resistência conhecida como “preferência e não-preferência” (PAINTER, 1968). Logo, uma planta ou variedade apresenta uma resistência do tipo não preferência, quando ela é menos utilizada pelo inseto do que outra em igualdade de condições, para alimentação, oviposição ou abrigo. Esse termo exprime uma reação comportamental do inseto em relação à planta (LARA, 1991).

2.3.2.2.1 Fatores que condicionam a preferência

A busca dos insetos por plantas para alimentação ou para ovoposição pode ser uma resposta a um ou a diferentes estímulos. No caso da maioria dos insetos com metamorfose incompleta e também no caso de muitos coleópteros, a mesma planta serve como alimento para jovens e adultos. Por isso a atração do adulto por alimento ou ovoposição pode ocorrer, pelo menos em parte, a partir dos mesmos estímulos.

Respostas à cor e intensidade da luz, o contato com a superfície das plantas e os constituintes químicos da planta são os principais meios pelos quais os insetos encontram sua planta hospedeira. Essas são as características principais das plantas que podem ser

modificadas geneticamente para aumentar a resistência aos insetos via a ausência de resposta para as plantas que possuem a modificação.

Insetos têm sido modelos usados para o estudo experimental ou observacional do comportamento, mas em sua maior parte esses estudos consideraram apenas a influência indireta na resistência das insetos em plantas. Os estudos mais sugestivos dizem mais em respeito à reação de insetos a espécies proximamente relacionadas de plantas do que às variedades. Interpretações da preferência devem, portanto, ter sido feitas com a ajuda de apenas pouquíssimos conhecimentos e são sugeridos mais como base para futuros estudos do que como interpretações completas. (PAINTER, 1968).

2.3.2.3 Tolerância

Uma planta é tolerante quando ela sofre poucos danos, em relação às outras, sob um mesmo nível de infestação de determinada espécie de inseto, sem afetar o comportamento deste ou sua biologia (LARA, 1991).

A planta tolerante possui a capacidade de suportar o ataque da praga através da regeneração dos tecidos destruídos, emissão de novos ramos ou perfilhos, ou por outro meio qualquer, de forma que aquele ataque não chega a provocar queda significativa na qualidade e quantidade de sua produção (LARA, 1991).

A tolerância difere da preferência e antibiose no papel predominante desempenhado pela planta. Nas outras duas divisões da resistência requerem uma reposta ativa do inseto ou ausência de resposta. Essas são relações essencialmente inseto-planta. O uso da tolerância em estudos de resistência requer, no entanto, um entendimento completo das formas em que os insetos podem causar danos às plantas assim como as maneiras em que as plantas podem reparar os danos feitos (PAINTER, 1968).

2.4 Resistência ao pulgão-preto-do-feijoeiro

Identificação de fontes de resistência através da coleta de germoplasma nos centros de domesticação e coleta de variedade locais têm sido realizada com a finalidade de se obter

fontes genéticas para serem utilizadas no desenvolvimento de plantas resistentes ao pulgão-preto-do-feijoeiro. A exploração das técnicas baseadas na mutagenese, ou a incorporação de genes exógenos através da engenharia genética, são alternativas capazes de originar germoplasma com genes de resistência (BALARDIM, 2007).

No feijão-de-corda a natureza e o nível de resistência têm sido extensivamente estudados. Os genótipos Tropical *Vigna unguiculata* (TVu) 310, TVu 801, TVu 408P₂ e TVu 3000 parecem ser quase imunes à infestação por *A. craccivora*. A fecundidade de cinco pulgões dez dias após a infestação nos genótipos TVu 310, TVu 801 e TVu 408P₂ foi zero comparada com as linhas susceptíveis, que aumentaram para 300 indivíduos, resultando na morte das plantas (SINGH, 1987).

Na coleção de germoplasma do Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA) na Nigéria, foram identificadas, em experimento em casa de vegetação, como plantas resistentes os genótipos TVu 408P₂, TVu 410, TVu 2740, TVu 3417 e TVu 3509. Uma severa mortalidade de pulgões foi observada nessas materiais indicando a antibiose como possível causa da resistência (SINGH, 1977).

Manawadu (1985) avaliando a susceptibilidade das variedades Kano White e Ife Brown verificou maior infestação por *Aphis craccivora* na variedade Kano White sendo esta a mais infestada em todos os órgãos estudados (ramos, folhas, flores e vagens). Em ambas as variedades os ramos foram a parte da planta mais infestadas e em segundo lugar as folhas. Quanto à produção a variedade Kano White apresentou maior grau de danos devido a baixa produção de grãos (81 kg/ha) quando comparada com a Ife Brown (124 kg/ha).

Ofuya (1988) em estudo feito em casa de vegetação e no campo na Nigéria, concluiu que os genótipos TVu 3000, TVu 2896 e TVu 1037, em ambiente de casa de vegetação, são resistentes ao pulgão e que o tipo de resistência era a antibiose devido a alta mortalidade de ninfas, baixa fecundidade e baixa longevidade quando comparada com o genótipo mais susceptível H113-1. Já em experimento de campo observou que os genótipos EW/1, TVu 1037, TVu 2896, TVu 2994 e TVu 3000 foram menos infestadas. O autor destaca como sendo o tipo de resistência a não preferência no caso em que as plantas foram pouco danificadas, devido à cor da folha verde-amarelada ser a mais preferida em ralação à verde, e a antibiose em plantas pouco atacadas.

No Brasil Moraes e Bleicher (2007) avaliando nove variedades de feijão-de-corda, em casa de vegetação, verificaram que os genótipos menos preferidos pelo pulgão foram as cultivares EPACE 10 e Patativa enquanto as cultivares EPACE 11, Pitiúba e Pingo de Ouro foram mais preferidos pela praga. O tipo de resistência ao qual eles atribuíram a essas

cultivares foi a de não preferência. Os mesmos autores em um segundo ensaio concluíram que as variedades BR-10 Piauí, BR-12 Canindé, BR-14 Mulato e BR-17 Gurguéia, provenientes da Embrapa Meio Norte, não diferiram estatisticamente da cultivar suscetível Pitiúba sendo todas estas preferias pelo pulgão.

Moraes (2007) em experimento de campo avaliou as cultivares Pitiúba, Vita 7, Paulistinha, BR 17-Gurguéia, BRS Marataoã e EPACE 10, sendo que todas foram igualmente preferidos pelo pulgão-preto possivelmente devido a interferência causada grande número de inimigos naturais presentes na área experimental. Entretanto, o mesmo autor, em condições de casa-de-vegetação, concluiu que o genótipo menos preferido pelo pulgão áptero foi o genótipo EPACE-10, provavelmente associado ao fato de o genótipo EPACE 10 possuir compostos secundários que causam um efeito de não preferência no inseto.

Ofuya (1993) avaliou doze genótipos de feijão-de-corda em duas fases de crescimento quanto à resistência a *A. craccivora*. Em condições de campo os genótipos IT84S-2231-15 e Vita 7 apresentaram uma alta infestação por pulgões na fase de plântula enquanto os genótipos TVu 3000, TVu 801 e TVu 408 tiveram uma baixa infestação. Na fase de vagem jovens os genótipos TVu 9930 e TVu 36 foram os menos infestados sendo que o TVu 9930 não apresentou pulgões em suas vagens durante as duas semanas de avaliação. Por outro lado os genótipos IT84S-2231-15, Ife Brow e Vita 7 apresentaram um alto número de pulgão em suas vagens. Em condição de casa de vegetação, seis dias após a infestação com pulgões ápteros pré-reprodutivos, o autor verificou um número muito baixo de ninfas nos genótipos TVu 3000 e TVu 810 e um número alto nos genótipos Vita 7 e Ife Brow ambos na fase de plântula. Os pulgões não se reproduziram nas vagens do genótipo TVu 9930. O genótipo TVu 36 apresentou, também, um baixo número de ninfas em suas vagens não diferindo estatisticamente do TVu 9930. O maior número de ninfas nas vagens foi encontrado no genótipo Ife Brow.

Ofuya (1989) sugere que as triagens para resistência a *A. craccivora* em variedades de feijão-de-corda sejam feitas tanto nas fases de crescimento plântula como na floração. Aparentemente, essa característica da resistência não é igualmente manifestada nos diferentes estágios de crescimento da planta em todas as variedades de feijão-de-corda. A resistência ao afideo manifestada somente na fase de plântula pode não proteger a produção de sementes de feijão-de-corda se o ataque continuar até o período pós-floração. A resistência a pulgões expressada em diferentes fases de crescimento (plântula e vagens) no mesmo feijão-de-corda iria assegurar uma ótima realização produtiva (OFUYA, 1993).

2.5 Metabólitos secundários

As plantas produzem uma grande e diversificada gama de compostos orgânicos que não parecem possuir uma função direta no seu crescimento e desenvolvimento. Essas substâncias são chamadas de metabólitos secundários. Sua distribuição é restrita ao reino vegetal podendo ser limitada a uma espécie vegetal ou a um grupo de espécies de plantas relacionadas (BUCHANAN; GRUISSEM; JONES, 2000). Esses compostos têm importância ecológica nos vegetais como a proteção contra herbívoros e contra a infecção de microrganismos patogênicos, bem como a atração de polinizadores e dispersores de sementes (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Os metabólitos secundários vegetais podem ser divididos quimicamente em três grupos distintos: terpenos, compostos fenólicos e compostos nitrogenados.

Os terpenos são o maior grupo de produtos secundários. São tóxicos e deterrentes para muitos insetos. Como exemplo pode-se citar os piretróides, que são ésteres monoterpenos encontrados em folhas e flores de espécies de *Crysanthemum* que possuem grande capacidade inseticida. Outros vegetais possuem misturas de monoterpenos e sesquiterpenos, denominado de óleos essenciais, que apresentam reconhecidas propriedades como repelentes de insetos herbívoros servindo de advertência sobre a toxicidade do vegetal antes que os herbívoros ataquem (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Entre os compostos fenólicos destacam-se os taninos, toxinas que reduzem significativamente o crescimento e desenvolvimento de muitos herbívoros quando adicionado as suas dietas também agindo como repelente alimentar em uma grande variedade de animais. Estes compostos interferem na digestão porque podem inativar enzimas digestivas e criam um complexo de toxinas e proteínas vegetais difíceis de digerir (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Os compostos nitrogenados se dividem em alcalóides, glicosídeos cianogênicos, glucosinolatos e aminoácidos não-protéicos. Os alcalóides possuem efeitos variados sobre os animais sendo que muitos alcalóides interagem com os componentes do sistema nervoso central, principalmente os transmissores químicos. Outros afetam o transporte de membrana, a síntese protéica ou a atividade de várias enzimas. Os glicosídeos cianogênicos não são tóxicos na sua forma original, mas rapidamente se decompõem quando as plantas são lesadas liberando então o ácido cianídrico (HCN) que é uma toxina volátil de ação rápida que inibe as metaloproteínas, como a feticrocromo oxidase, uma enzima-chave no processo de respiração celular. Os glucosinolatos liberam, quando a planta é atacada, produtos pungentes

quimicamente reativos como os isotiocianatos e nitrilas. Esses produtos são voláteis de defesa e atuam como toxinas e repelente de herbívoros (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Muitas plantas possuem aminoácidos não-protéicos que não são incorporados às proteínas, mas estão presentes na forma livre e atuam como substâncias protetoras. Eles são tóxicos de várias maneiras, por exemplo: bloqueando a síntese ou absorção de aminoácidos protéicos ou podem ser erroneamente incorporados às proteínas como, por exemplo, a canavanina que é um análogo muito próximo da arginina (ROSENTHAL, 1991).

Além destes compostos outros grupos fazem parte do conjunto de defesa da planta, destacando-se as proteínas que interferem no processo digestivo de herbívoros. Por exemplo algumas plantas produzem inibidores da α -amilase inibindo a digestão de amido. Outras espécies de plantas produzem lectinas que se ligam a carboidratos ou a glicoproteínas. A lectina após ter sido ingerida por um herbívoro, liga-se às células epiteliais que revestem o trato digestivo e interfere na digestão de nutrientes (PEUMANS; VAN DAMME, 1995). Dentre estas proteínas antidigestivas as mais conhecidas são as inibidoras de protease encontradas em legumes, no tomate e em outros vegetais. Estando no trato digestivo de herbívoros elas se ligam especificamente ao sítio ativo de enzimas proteolíticas, como tripsina e quimotripsina impedindo a digestão das proteínas. Como consequência os insetos que se alimentam de plantas que possuem inibidores de protease apresentam reduzidas taxas de crescimento e desenvolvimento.

Boa parte destes produtos pode estar associada a mecanismos de defesa induzida por artrópodes ligados à herbivoria.

2.6 Resistência induzida

As plantas têm desenvolvido uma variedade de mecanismos para resistir aos danos e estresses causados por patógenos e animais herbívoros, bem como os causados por fatores abióticos (BRUCE; PICKETT; SMART, 2003). Durante o último quarto do século XX houve um rápido crescimento no interesse sobre a função dos voláteis das plantas na interação inseto-planta e a indução de sistemas de defesa de plantas a ambos patógenos e herbívoros (PICKETT; POPPY, 2001).

Sabe-se que a atração do inseto pela planta e outros organismos envolve a detecção de semioquímicos específicos (sinal químico natural que media mudanças no

comportamento e desenvolvimento) ou proporções específicas dos semioquímicos resultado da infestação biótica ou dano mecânico, o qual pode afetar o desenvolvimento do patógeno e o comportamento do inseto herbívoro procurando por fonte de alimento (BRUCE; PICKETT; SMART, 2003a; CHABERLAIM; PICKETT; WOODCOCK, 2000). Também, mais recentemente, soube-se que a repulsão dos insetos por hospedeiros inadequados pode envolver a detecção de semioquímicos específicos. Durante a alternância de hospedeiros por muitos pulgões pragas, pode haver repulsão para longe do hospedeiro que não é apropriado para o uso naquele estágio de desenvolvimento da planta. Estes sinais podem repelir outros insetos, mas podem também aumentar a procura por alimentos por predadores e vespas parasitas (PICKETT *et al.*, 2005).

Os atributos químicos das plantas são, na maioria dos casos, mais específicos que os visuais, e assim dão melhores meios de reconhecimento para os insetos. Comparado com os estímulos visuais, o papel dos químicos, na relação planta-inseto, tem sido pesquisado com mais profundidade. O olfato desempenha um papel chave em distâncias curtas, no início da aterrissagem, mas os sinais olfativos estão provavelmente também ativos numa longa distância, quando o vôo de aproximação começa, apesar de isso ser mais incerto. O fato dos hemípteras, sternorrhyncha, geralmente serem voadores fracos complica a questão de algum modo. Pulgões podem alcançar uma velocidade máxima no ar de 1,5 m/s, o que significa que um vôo contrário ao sentido do vento em direção a uma fonte de odor apenas pode acontecer em condições de tempo sem vento (KRISTOFFERSEN, 2003).

O termo “indução de resistência” é usado para descrever a defesa da planta induzida pelo dano causado por insetos, e que faz com que ela se torne menos susceptível a um subsequente ataque feito por uma ampla gama de herbívoros (STOUT *et al.*, 1998). A indução de resistência direta é aquela que faz com que os mecanismos de resistência ativados na planta afetem a biologia ou o comportamento do inseto herbívoro como, por exemplo, a produção de toxinas pelas folhas. A indução de resistência indireta faz com que as plantas respondam aos ataques de herbívoros através da emissão de químicos voláteis que funcionam como sinais que indicam a localização de presas para artrópodes carnívoros, os predadores, atraindo estes para a planta (KOST; HEIL, 2006).

Plantas atacadas por herbívoros ativam as defesas nela presentes. Taiz e Zeiger (2004) postularam o processo de desencadeamento no tomateiro jovem, sendo que o acúmulo de inibidores de protease na planta é rápido e ocorre mesmo em áreas não danificadas que estão distantes do local do ataque. As etapas são as seguintes:

1. As folhas atacadas de tomateiro sintetizam prosistemina, um precursor protéico que contém 200 aminoácidos.
2. A prosistemina é processada proteoliticamente e produz um pequeno polipeptídeo (18 aminoácidos) chamado de sistemina, o primeiro (e até então, único) polipeptídeo com ação hormonal descoberto em plantas (PEARCE *et al.*, 1991).
3. A sistemina é liberada no apoplasto pelas células danificadas.
4. A sistemina é, então, transportada da folha danificada, através do floema.
5. Nas células alvo, acredita-se que a sistemina ligue-se a um sítio na membrana plasmática e inicie a biossíntese do ácido jasmônico, um regulador de crescimento, que apresenta efeitos bastantes variados (CREELMAN; MULLET, 1997).
6. Eventualmente, o ácido jasmônico ativa a expressão de genes que codificam os inibidores de protease. Outros sinais como o ácido abscísico, ácido salicílico e fragmentos de pectina parecem participar nessa cascata de sinalização desencadeada pelo ferimento, porém suas ações específicas ainda não estão claras.

Com o rápido desenvolvimento da biologia molecular de plantas é possível a modificação do seu metabolismo secundário. Assim, pode-se permitir que semioquímicos apropriados sejam produzidos pela planta no estágio certo de produção ou antes do ataque, previsto pelos sistemas de monitoramento de certa praga. Além disso, pela identificação da seqüência do promotor associados com os sinais externos da planta que induzem as reações bioquímicas podem ser usadas para “ativar” genes de significância tanto aqueles para a proteção de plantas quanto também, por exemplo, para a nutrição (CHABERLAIM; PICKETT; WOODCOCK, 2000).

2.6.1 Produtos utilizados na indução de resistência

Já foi demonstrado que o metil-salicilato, quando aplicado via aérea às plantas, induz defesa contra fungos patogênicos. (SHULAEV; SILVERMAN; RASKIN, 1997). No entanto, muita atenção tem sido dada a via metabólica do jasmonato, que é parte da via da lipoxigenase. O ácido jasmônico pode agir internamente como um hormônio de planta

associado com uma resposta de dano/estresse, mas quando metilado (por exemplo, o metil jasmonato), pode ser liberado pela planta e, quer naturalmente ou não, vai certamente ter um efeito naquelas intactas aumentando a defesa relacionada e outros genes. Infelizmente, um grande número de genes é influenciado pelo indutor e isso pode ter um efeito deletério no desenvolvimento das plantas e produção em culturas agrícolas.

O metil jasmonato é um composto de ocorrência natural que já foi identificado em pelo menos nove famílias de plantas e tem sido utilizado como fragrância de perfumes a décadas. Farmer e Ryan (1990) demonstraram que o metil jasmonato, proveniente de *Artemisia tridentata*, liberado no ar aumentou a produção de inibidores de proteinase em plantas de tomate e em plantas próximas às tratadas. Além disso, foi demonstrado que a aplicação do exudado proveniente de raízes de plantas infestadas com pulgões, *Acyrtosiphon pisum*, tornou as plantas intactas mais atrativas a parasitóides (CHAMBERLAIN *et al.*, 2001).

Em estudo sobre a alternância semioquímica do hospedeiro do afídeo da alface, *Nasonovia ribis-nigri*, foi demonstrado que os migrantes da primavera eram repelidos pelos seus hospedeiros de inverno (membros do Saxifragiaceae como, por exemplo o *Ribes nigrum*) e que estes semioquímicos podiam atuar como repelentes para tais migrantes quando procuram pelo hospedeiro do verão, alface, *Lactuca sativa* (Asteraceae). No entanto, a mistura dos semioquímicos continha a *cis*-jasmona, que também está envolvido na via do jasmonato. Já foi sugerido que a *cis*-jasmona é um produto metabólico do jasmonato e representa um estágio dessa via (PICKETT *et al.*, 2005)

A resistência induzida foi estudada em tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill, usando uma aplicação foliar de ácido jasmônico sintético. Os parâmetros biológicos do pulgão da batata, *Macrosiphum euphorbiae* Thomas (Hemiptera: Aphididae), e sua progênie foram avaliadas nas folhas não tratadas de plantas com o objetivo de conhecer o efeito sistêmico do tratamento na folha. Foi observada uma redução significativa na longevidade e a reprodução de adultos assim como na porcentagem de indivíduos juvenis que sobreviveram até a maturidade nas plantas tratadas com o ácido jasmônico. Esses resultados indicaram que a aplicação do ácido jasmônico induziu a defesa sistêmica em tomate que causou um impacto negativo direto na sobrevivência do pulgão. Entretanto as defesas promovidas pela aplicação de ácido jasmônico não foram deterrentes da alimentação. Isso sugere que os efeitos do ácido jasmônico, na sobrevivência dos pulgões, se deveram a antibiose mais do que a fatores de não-preferência (COOPER; GOGGIN, 2005).

2.7 A *cis*-jasmona

A *cis*-jasmona ou (*Z*)-jasmona é um volátil envolvido na ativação de resistência da planta a insetos. Sua atividade indutora foi primeiro descoberta pelo Instituto Rothamsted, na Inglaterra, durante a identificação de componentes dos voláteis de *Ribes nigrum* que repeliam a forma de verão do pulgão da alface, *Nasonovia ribis-nigri*. Desde então a *cis*-jasmona revelou ter um efeito mais intrincado nas interações entre insetos pragas e plantas cultivadas. A *cis*-jasmona ocorre naturalmente e é um componente volátil da flor, mas pode também ser produzido por danos nos tecidos vegetativos das plantas (LOUGHRIN *et al.*, 1995). Ele é um catabolito do estresse gerado do ácido jasmônico, mas foi considerado anteriormente como um simples dreno biológico da via do jasmonato. A *cis*-jasmona atua como um sinal externo alertando tanto a planta receptora quanto a planta vizinha não danificada inicialmente por insetos fitófagos e, por meio deste, a prepara para ativar as suas defesas prévias ao ataque do inseto. O uso prático da *cis*-jasmona foi inicialmente focado na interação entre o pulgão dos grãos *S. avenae* e o trigo *Triticum aestivum*. Plantas de trigo pulverizadas com baixos níveis de *cis*-jasmona, em uma solução aquosa, são menos atrativas aos pulgões, mas são mais atrativas a parasitóides em bioensaios de laboratório. No campo plantas tratadas também apresentaram baixos níveis de infestação por pulgão (BRUCE; PICKETT; SMART, 2003a).

2.7.1 Efeitos da *cis*-jasmona sobre plantas e insetos

Foi realizado um experimento para investigar os efeitos da *cis*-jasmona na expressão gênica em *Arabidopsis thaliana* utilizando o programa “Stanford Arabidopsis microarray facility”, no qual os efeitos da *cis*-jasmona seriam testados com uma testemunha, consistindo em plantas tratadas de maneira similar com o metil jasmonato. Plantas de *A. thaliana*, ecotipo Columbia, intactas com oito semanas de vida, foram expostas por 24 horas em caixas seladas (3,7 litros) a metil jasmonato ou *cis*-jasmona na forma de vapor provenientes de um microlitro de material não-diluído. Nos resultados observaram que havia cerca de 30 genes mais expressados pela exposição à *cis*-jasmona do que nos outros tratamentos. A confirmação desse aumento na expressão foi obtida pela parcela dos genes

inicialmente reconhecidos pela expressão diferencial à *cis*-jasmona usando Northern blots, e incluiu genes anotados como citocromos P450, um 4-metil-5(2-hidroximetil) triazol monofosfato biosintase e um gene da redutase do ácido oxofitodienólico, OPR-1 (PICKETT *et al.*, 2005).

Pesquisas com plântulas de trigo indicam que a *cis*-jasmona atua como um agente alelopático induzindo a produção de ácidos hidroxâmico e fenólico. A análise, por cromatografia, das plantas tratadas com *cis*-jasmona, confirmou a presença de trimethylsilyl (TMS) derivados do 2,4-dihydroxy-7-methoxy-1,4-benzooxazin-3-one (DIMBOA) um metabólito secundário antibiótico proveniente da série de reações químicas do ácido dihydroxy (MORAES; BIRKETT; PICKETT, s/d). A formação destes metabólitos já era discutida como possíveis produtos resultantes da indução da planta pela *cis*-jasmona (BRUCE *et al.*, 2003)

Análise química mostrou que em plantas de *Vicia faba* a *cis*-jasmona é rapidamente absorvido por estas. Após 24 horas nada pôde ser detectado, nem no ar acima da planta, do qual a *cis*-jasmona havia sido absorvido, nem na superfície da planta. As plantas foram retidas por outras 24 horas para garantir que nada da *cis*-jasmona permanecesse e foram então testadas num túnel de vento, e chegou-se à conclusão de que elas eram significativamente mais atrativas para o parasitóide do afídeo, *Aphidius ervi* (BIRKETT *et al.*, 2000; BRUCE; PICKETT; SMART, 2003b).

Nos primeiros estudos com *V. faba*, foi observado que a liberação do estimulante alimentar do parasitóide, (E)-ocimene, induzido pela *cis*-jasmona, persistiu por mais de oito dias, enquanto a mesma indução pelo metil-jasmonato persistiu apenas durante as primeiras 48 horas após a aplicação. Indução de plantas de trigo com *cis*-jasmona também causaram um aumento na liberação do (E)-ocimene. Foi observado que os *A. ervi* em busca de alimento ficaram significativamente mais tempo nas plantas de trigo tratadas no laboratório, resultando em mais múmias de afídeos. No entanto, nos experimentos de campo, populações naturais dos parasitóides foram muito pequenas para observar estatisticamente efeitos significativos no número de múmias de afídeos (BRUCE; PICKETT; SMART, 2003b).

Em um bio-ensaio, utilizando um olfatômetro de quatro braços, a *cis*-jasmona na concentração de 10 µg em 10 µL de hexano, causou efeito repelente para a forma alada do pulgão dos grãos, *Sitobion avenae* (Fabricius). Observou-se que o pulgão entrou poucas vezes e também permaneceu, quando este entrava, pouco tempo no braço do olfatômetro tratado com a *cis*-jasmona, sendo que a permanência foi estatisticamente diferente pelo teste-*t* dos

valores obtidos nos braços tratados apenas com hexano na concentração de 10 µL (BRUCE *et al.*, 2003).

Plântulas de trigo tratadas com uma solução de *cis*-jasmona em uma concentração de 50g/ha e um controle sem aplicação foram submetidas à infestação com 250 pulgões (*S. avenuae*) 24 horas após a aplicação. Vinte e quatro horas após a infestação verificou-se que as plantas tratadas tiveram um número menor de pulgões pousados sobre elas (BRUCE *et al.*, 2003).

2.8 Estatística aplicada a pesquisa com resistência de plantas a insetos

2.8.1 Método para comparações múltiplas de Scott-Knott

O procedimento de Scott e Knott (1974) utiliza a razão de verossimilhança para testar a significância de que os n tratamentos podem ser divididos em dois grupos que maximizem a soma de quadrados entre grupos. Este método elimina a ambigüidade dos resultados.

Ramalho, Ferreira e Oliveira (2000) descreveram o procedimento desenvolvido por Scott e Knott (1974) dividindo em etapas:

- i. Determinar a partição entre dois grupos que maximize a soma de quadrados entre grupos. Essa soma de quadrado será definida por B_0 , e será estimada pela seguinte forma: T_1 e T_2 os totais dos dois grupos com k_1 e k_2 tratamentos em cada um:

$$B_0 = \frac{T_1^2}{k_1} + \frac{T_2^2}{k_2} - \frac{(T_1 + T_2)^2}{k_1 + k_2}$$

$$T_1 = \sum_{i=1}^{k_1} \bar{Y}_{(i)} \quad e \quad T_2 = \sum_{i=k_1+1}^g \bar{Y}_{(i)}$$

Em que:

$\bar{Y}_{(i)}$ - é a média do tratamento da posição ordenada i .

g - é o número de tratamentos

Os dois grupos deverão ser identificados por meio de inspeção das somas de quadrados das $g - 1$ partições possíveis, sendo g o número de tratamentos envolvidos no grupo de médias considerados.

- ii. Determinar o valor da estatística λ da seguinte forma:

$$\lambda = \frac{\pi}{2(\pi - 2)} \times \frac{B_0}{\hat{\sigma}_0^2}$$

Em que $\hat{\sigma}_0^2$ é o estimador de máxima verossimilhança de σ_Y^2 . Seja $s_Y^2 = \frac{QME}{r}$ o estimador não viesado de σ_Y^2 e v os graus de liberdade associados a este estimador:

$$\hat{\sigma}_0^2 = \frac{1}{g + v} \left[\sum_{i=1}^g (\bar{Y}_{(i)} - \bar{Y})^2 + v s_Y^2 \right]$$

- iii. Se $\lambda \geq \chi_{(\alpha; g/(\pi-2))}^2$, rejeita-se a hipótese de que os dois grupos são idênticos em favor da hipótese alternativa de que os dois grupos diferem.
- iv. No caso de rejeitar essa hipótese, os dois subgrupos formados serão independentemente submetidos aos passos (i) a (iii), fazendo respectivamente $g=k_1$ e $g=k_2$. O processo em cada subgrupo se encerra ao aceitar H_0 no passo (iii) ou se cada subgrupo contiver apenas uma média.

2.8.2 Índice com base em soma de postos (ou “ranks”)

Esta forma de classificação foi proposta por Mulamba e Mock (1978) e consiste em classificar os materiais genotípicos em relação a cada um dos caracteres, em ordem favorável ao melhoramento. Depois de classificados as ordens de cada genótipo referente a cada variável são somadas resultando uma medida adicional tomada como índice de seleção (CRUZ, REGAZZI, 2001). Este método é de fácil aplicação eliminando a necessidade de estabelecer pesos econômicos e a estimativa de variâncias e covariâncias (SILVA; PINTO; LAMBERT, 2003).

O método foi utilizado com sucesso por Silva, Simon e Pinto (2003) para a seleção de clones superiores no programa de retrocruzamento de batata. Também foi eficaz na seleção de progênies de acerola, em comparação ao método tradicional de seleção entre e dentro (PAIVA *et al.*, 2002). Também foi aplicado no melhoramento do melão Tupã (HAPONIK *et al.*, 2003; PAIVA *et al.*, 2002b)

Por outro lado a aplicação desta metodologia, no melhoramento do cajueiro comum, não obteve resultados satisfatórios quando comparada à seleção pelo método em “tandem”. Isto deveu-se ao mecanismo da seleção de planta envolver, além de características quantitativas, àquelas relacionadas à qualidade da amêndoa e a performance fenotípica da planta no campo, características estas que são de difícil mensuração e dependem da experiência do selecionador (PAIVA *et al.*, 2007).

Silva, Pinto, Lambert (2003) associaram o índice de postos de Mulamba e Mock ao teste de Scott e Knott na seleção simultânea para três caracteres em batata, com isso melhorando a precisão do índice de seleção e conferindo-lhe um maior rigor estatístico.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Experimentos em casa de vegetação

3.1.1 Local

Todos os experimentos foram conduzidos na Universidade Federal do Ceará no município de Fortaleza, Ceará, em casa de vegetação, coberta com plástico de 200 micras tratado contra raios ultravioleta, localizada a 3° 40,405' de latitude sul e 38° 34,534' de longitude oeste a uma altitude 12 m do nível do mar.

3.1.2 Forma de plantio

Em todos os experimentos a semeadura foi realizada em copos descartáveis de poliestireno de 300 mL contendo substrato constituído de areia peneirada, húmus de minhoca e vermiculita na proporção de 6:3:1 respectivamente. Foram semeadas duas sementes por copo e posteriormente feito o desbaste deixando-se apenas uma planta.

3.1.3 Genótipos utilizados

Nos tratamentos os genótipos avaliados foram os seguintes: CE 96, Chumbinho, Zebu (cultivar local de Crateús), EPACE 10, Frade preto, Inhumã, João Paulo II, Manteiguinha, Maranhão, Pitiúba, Quarenta dias, Seridó, Sete semanas, TVu 1037, TVu 1888, TVu 310, TVu 36, TVu 408 P₂, TVu 410 e VITA 7, totalizando vinte genótipos.

3.1.4 Teste de preferência com chance de escolha

O experimento foi conduzido no período de 27 de julho a 31 de agosto de 2007. As temperaturas máximas e mínimas média no local foram de $31,71\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,63$ e $25,32\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,67$, respectivamente. A umidade máxima média foi de $77,33\% \pm 2,24$ e a mínima média foi de $57,11\% \pm 4,65$.

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados com vinte tratamentos e seis repetições. Em função do tempo necessário para as avaliações, as sementeiras foram escalonadas no tempo, formando assim os blocos que foram conduzidos aos pares. Cada parcela, ou unidade experimental, consistiu de uma planta em um copo.

As plantas foram infestadas após quinze dias da sementeira com cinco pulgões fêmeas, adultas, ápteras e de coloração preta brilhante, provenientes da criação da própria universidade. As repetições foram separadas em gaiolas de 1,0 m de largura por 1,0 m de comprimento de 0,50 m de altura e suspensas para evitar a entrada de formigas (Figuras 4 e 5).



Figura 4 - Gaiolas utilizadas no experimento (Foto: J. F. Silva)



Figura 5 - Detalhe das gaiolas suspensas (Foto: J. F. Silva)

Passadas 48 horas da infestação foram contados e retirados os pulgões adultos e quatro dias após a infestação foram contadas o número de ninfas por planta.

Os dados foram analisados utilizando o programa computacional Genes (CRUZ, 2007) na versão de 26 de setembro de 2007. Os dados foram transformados em $\sqrt{x + 0,5}$ e então submetidos à análise. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

3.1.5 Teste de preferência sem chance de escolha

O experimento foi conduzido no período de primeiro de outubro a primeiro de novembro de 2007. As temperaturas máximas e mínimas média no local foram de $35,20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,85$ e $26,30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,47$ respectivamente. A umidade máxima média foi de $75,70\% \pm 1,96$ e a mínima média foi de $50,80\% \pm 5,33$.

Foi utilizado o delineamento em blocos inteiramente casualizados com vinte tratamentos e quatro repetições. Em função do tempo necessário para as avaliações, as sementeiras foram escalonadas no tempo, formando assim os blocos que foram conduzidos aos pares. Cada parcela consistiu de uma planta em um copo.

Neste experimento foram utilizadas mini-gaiolas de PVC (Figura 6) fixadas às plantas, na região abaxial da folha, por grampos de cabelo. A mini-gaiola consistia de um tubo de PVC de 23 mm de diâmetro interno com 1 cm de altura, totalizando uma área de $4,15\text{ cm}^2$, coberto com um tecido para permitir a circulação de ar e a entrada de luz.

Aos dezenove dias da sementeira foi aplicado em cada planta 5 ml de solução de uréia com a concentração de 0,375% de nitrogênio e aos 21 dias as gaiolas foram fixadas na região abaxial da folha verdadeira contendo cada uma cinco pulgões fêmeas, adultas, ápteras e de coloração preta brilhante, provenientes da criação da própria universidade (Figura 7). Depois de quatro dias as gaiolas foram retiradas e então contados os número de adultos mortos, vivos e de ninfas.



Figura 6 - Gaiolas de PVC utilizadas no experimento (Foto: J. F. Silva).



Figura 7 - Inserção do pulgão na gaiola para posterior fixação na planta (Foto: J. F. Silva).

Os dados foram transformados em $\sqrt{x + 0,5}$ e então submetidos à análise pelo programa computacional Genes (CRUZ, 2007) na versão de 26 de setembro de 2007. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

3.1.6 Protocolo para estudo de preferência utilizando *cis*-jasmona

O experimento foi conduzido no período de 20 de novembro a 8 de dezembro de 2007. As temperaturas máximas e mínimas média no local foram de $37,24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3,07$ e $27,12\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,23$ respectivamente. A umidade máxima média foi de $77,63\% \pm 1,98$ e a mínima média foi de $51,74\% \pm 8,58$.

A cultivar utilizada nesse experimento foi a Vita 7 por ter se mostrado suscetível ao pulgão. Após dez dias do plantio foi aplicado em cada parcela 5 ml de solução de uréia com a concentração de 0,375% de nitrogênio.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com três tratamentos e dezessete repetições. Os tratamentos consistiram em testemunha, aplicação do emulsificante Polisorbato 80 (Tween 80) na concentração de 0,1 % e aplicação de solução de *cis*-jasmona (Sigma-Aldrich com 90 % i.a.) na concentração de 50 g de p.a./ha.

As pulverizações foram realizadas aos treze dias após a semeadura utilizando uma pistola de pressão tipo aerógrafo, da marca Arprex, modelo 5 Plus, com um bico de 0,8 mm e pressão de trabalho de 20-30 lbs/pol² (Figura 8).



Figura 8 - Pulverização das plantas com *cis*-jasmona (Foto: J. F. Silva).

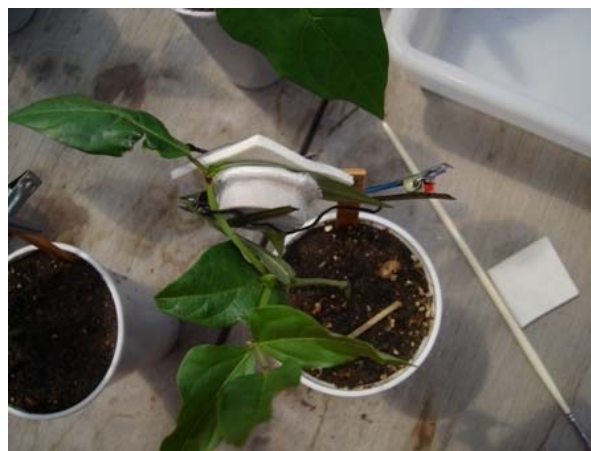


Figura 9 - Gaiola de PVC fixada à planta (Foto: J. F. Silva).

Logo após as pulverizações o tratamento com *cis*-jasmona foi separado ficando em outra casa de vegetação para evitar que o produto se distribuísse pelo ar na primeira casa de vegetação e influenciasse os outros tratamentos.

A infestação foi realizada aos quinze dias após a semeadura, 48 horas após as pulverizações, utilizando as mini-gaiolas de PVC já descritas (Figura 9). Em cada gaiola foram colocadas cinco fêmeas adultas, pretas brilhantes e a gaiola fixada na região abaxial de qualquer folha verdadeira.

Após três dias da infestação as gaiolas foram retiradas e avaliados os número de adultos vivos, adultos mortos e ninfas. Os dados foram transformados em $\sqrt{X + 0,5}$ e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade pelo programa Genes (CRUZ, 2007) na versão de 26 de setembro de 2007.

3.1.7 Ensaio de análise da duração de uma geração do *Aphis craccivora* Koch

Com o intuito de determinar a duração de uma geração do inseto em estudo, um experimento foi conduzido no período de seis a 27 de novembro de 2007. As temperaturas máximas e mínimas média no local foram de $37,77\text{ °C} \pm 0,71$ e $26,85\text{ °C} \pm 0,44$, respectivamente. A umidade máxima média foi de $75,95\% \pm 2,63$ e a mínima média foi de $46,64\% \pm 4,85$.

Foram utilizados dois tratamentos com as cultivares de feijão-de-corda EPACE 10 e Vita 7 e 25 repetições. Cada parcela do experimento consistia de uma planta em um copo.

Após dez dias da semeadura foi aplicado em cada parcela 5 ml de solução de uréia com a concentração de 0,375 % de nitrogênio.

A infestação foi realizada aos treze dias após a semeadura utilizando as mini-gaiolas de PVC descritas anteriormente. Em cada gaiola foram colocadas três fêmeas adultas, pretas brilhantes e fixada na região abaxial da folha verdadeira.

A partir da infestação foram feitas as observações de duas em duas horas para observar o surgimento da primeira ninfa em cada gaiola. Quando constatado a primeira ninfa eram anotados, em planilha apropriada, a hora e o dia da observação retirando-se então as fêmeas adultas, deixando somente a ninfa recém nascida na gaiola. Após quatro dias do nascimento da primeira ninfa iniciaram-se as avaliações para determinar o exato momento da

parição da primeira ninfa quando então ter-se-ia o tempo de uma geração. Neste momento anotava-se a hora e o dia da observação em planilha, sendo estes dados utilizados para análise no programa para computador Microsoft Excel.

3.2 Experimento de campo

O experimento foi conduzido na Fazenda Lavoura Seca, pertencente à Universidade Federal do Ceará, no município de Quixadá localizada a 4° 59' de latitude Sul e de 39° 01' de longitude oeste, com altitude de 190 m acima do nível do mar.

A área experimental apresenta solo do tipo Argisolo Vermelho-Amarelo (Figura 10), vegetação xerófito, clima semi-árido do tipo BsH, segundo Koeppen. A temperatura média anual da região é de 27 °C, com uma amplitude média de 24 a 30 °C e precipitação pluviométrica média anual é de 880 mm.

O delineamento utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos utilizados foram testemunha; aplicação de emulsificante Polisorbato 80 (nome comercial Tween 80); aplicação de *cis*-jasmona na dose de 39,06 g/ha; e aplicação de *cis*-jasmona na dose de 78,13 g/ha.

As parcelas foram constituídas da cultivar de feijão-de-corda EPACE 10 com o espaçamento de 0,3 m entre plantas e 0,8 m entre linhas e em cada cova haviam duas plantas totalizando 720 plantas por parcela. A área total de cada parcela foi de 92,16 m². As parcelas foram distanciadas em 3,0 m entre si e entre blocos sendo esta área mantida no limpo mediante capinas manuais, com enxadas, durante todo o período do experimento (Figura 11).



Figura 10 - Área preparada para o plantio (Foto: J. F. Silva).



Figura 11 - Vista do experimento aos 32 dias após o plantio (Foto: J. F. Silva).

A semeadura foi realizada no dia primeiro de março de 2007 e nessa ocasião foi feita a adubação de fundação com 20 kg/ha de nitrogênio, 80 kg/ha de fósforo e 20 kg/ha de potássio provenientes dos adubos uréia, super fosfato triplo e cloreto de potássio respectivamente, segundo a recomendação de Aquino *et al.* (1993) e baseada na análise de solo da área apresentada na Tabela 1. Aos vinte dias após a semeadura foi feita uma adubação nitrogenada de 4,5 kg/ha.

Tabela 1 – Características químicas do solo da área experimental. Quixadá-CE, 2007.

pH	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Al ³⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SB	CTC	M.O.	V
H ₂ O(1:2,5)	mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----								g dm ⁻³	%
5,7	2,00	0,21	0,01	1,65	0,10	1,70	1,30	3,20	4,80	6,93	66

Fonte: Laboratório de Física do Solo. Departamento de Ciências do Solo (CCA/UFC). P, K⁺ e Ca⁺². Extr. Mehlich 1; H⁺+ Al³⁺: Extr. Acet. de Ca⁺² 0,5M pH 7; Al³⁺, Ca⁺² e Mg⁺²: Extr. KCl 1M.

Aos dezenove dias da semeadura, quando as plantas apresentavam a quarta folha trifoliolada, foram feitas as aplicações dos tratamentos. O tratamento com emulsificante Polisorbato 80 consistia na mistura de uma gota do produto em 15 L de água. Para as aplicações dos tratamentos com *cis*-jasmona (Sigma-Aldrich com 90 % i.a.) nas doses de 39,06 g/ha e 78,13 g/ha foram utilizados 2 mL e 4 mL, respectivamente, da *cis*-jasmona em 15 L de água juntamente com uma e duas gotas de emulsificante, respectivamente. Logo após a adição dos produtos a mistura era agitada para garantir a homogeneização. A pulverização foi realizada utilizando-se um pulverizador manual costal de 10 L. As pulverizações iniciaram-se com a aplicação do emulsificante seguida das aplicações da *cis*-jasmona nas concentrações de 39,06 g/ha e 78,13 g/ha, respectivamente. Estas se iniciaram às dezesseis horas estendendo-se até o escurecer, que na região é por volta das dezoito horas. As temperaturas máximas e mínimas na semana da aplicação do produto foram de 31,4 °C e 25 °C respectivamente e a umidade relativa máxima foi de 82 % e a mínima foi de 60 % com uma precipitação de 0,6 mm.

3.2.1 Avaliações no campo

3.2.1.1 Pulgão

A avaliação foi feita em quinze plantas ao acaso utilizado-se uma vara de tubo de PVC de 2 m de comprimento lançada em cada parcela para se obter as plantas amostradas. Caso o tubo de PVC não selecionasse as quinze plantas eram selecionadas as restantes a direita do tubo. As observações da presença de pulgão eram feitas na região do pecíolo das folhas mais altas.

Foi utilizada uma escala de notas para essa avaliação que se segue abaixo:

- 0 – ausência de pulgão;
- 1 – presença de um pulgão;
- 2 – presença de uma colônia de pulgões;
- 3 – presença de duas ou mais colônias.

Após as avaliações as notas obtidas foram computadas na fórmula de Kaspers (1965) para se obter o grau de infestação que foi utilizado nas análises. A fórmula de Kaspers é a seguinte:

$$GI = \frac{\sum(n \times f)}{Z \times N} \times 100$$

Onde:

- GI – Grau de infestação;
- n – nota da escala;
- f – frequência das notas;
- Z – valor numérico da nota máxima na escala;
- N – total de observações.

A primeira avaliação foi realizada aos dezoito dias após a semeadura, período este antes da aplicação da *cis*-jasmona. Posteriormente foram realizadas mais quatro avaliações: aos 28, 34, 42, e 47 dias após a semeadura. Para a análise os valores do grau de infestação foram transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$ e o teste de Scott-Knott, a 5 % de probabilidade, foi utilizado para a separação das médias dos tratamentos.

3.2.1.2 Percevejo

Inicialmente observou-se qual a espécie de percevejo que aparecia com maior frequência na área. Verificou-se que a quase totalidade de percevejos atacando a planta era da espécie *Crinocerus sanctus*. Como forma de avaliar o efeito desta praga a avaliação consistiu da coleta dez vagens verdes ao acaso em toda a área útil de cada parcela. As vagens foram abertas com ajuda de um canivete e os grãos com sintomas do ataque foram contados bem como o número total de grãos da vagem. Foram realizadas quatro avaliações: aos 42, 55, 62 e 68 dias após a semeadura. Os dados de número de grãos atacados foram transformados em $\sqrt{X + 0,5}$ e as porcentagens em $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$ pelo programa Genes (CRUZ, 2007) na versão de 26 de setembro de 2007. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

3.2.1.3 Avaliação dos parâmetros de produção

A colheita das vagens foi realizada em uma linha mais uniforme selecionada previamente em cada parcela. Foram realizadas quatro colheitas aos 62, 68, 75 e 83 dias após o plantio. Das vagens colhidas foram selecionadas vinte ao acaso e medido o seu comprimento e contado o número de grãos em cada uma. Posteriormente todas as vagens colhidas foram contadas e debulhadas manualmente. Os grãos obtidos foram postos para secar em estufa a 50 °C por 48 horas e então pesados em balança sendo a produção total da linha obtida pela soma das quatro colheitas. Em cada linha selecionada foram contadas as plantas existentes e a partir destes dados pode-se obter o número de vagens e o peso de grão por planta dividindo-se o total de vagens colhidas e o peso total pelo número de plantas em cada linha.

Foram selecionados ao acaso 100 grãos secos em estufa a 50 °C por 48 horas provenientes da segunda e terceira colheitas. Os grãos foram pesados em balança digital com precisão de quatro dígitos.

Os dados de número de grãos foram transformados em $\sqrt{X + 0,5}$ e as médias dos tratamentos foram separadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade pelo programa Genes (CRUZ, 2007) na versão de 26 de setembro de 2007.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimentos em casa de vegetação

4.1.1 Teste de preferência com chance de escolha

Os dados da análise de variância referentes às variáveis número de pulgões adultos, número de ninfas e a relação número de adultos/número de ninfas de vinte genótipos de feijão-de-corda encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Análise de variância referente ao número de adultos, número de ninfas e relação número de ninfas/número de adulto de *Aphis craccivora* Koch, 1854, em vinte genótipos de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. em experimento de preferência com chance de escolha. Fortaleza, 2008.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado médio/variáveis		
		N.A.	N.N.	REL. N/A
Genótipos	19	1,379 **	45,602 **	8,941 **
Blocos	5	0,207	7,324	0,684
Resíduo	95	0,138	2,669	1,201
C.V. (%)	-	19,348	22,257	29,235
Média	-	1,92	7,34	3,75

** : Teste F significativos na análise de variância a 1% de probabilidade.

G.L.: Graus de liberdade; N.A.: Número de adultos; N.N.: Número de ninfas; REL. N/A.: Relação ninfas por adultos

Como pode ser verificado o teste F foi significativo para todas as variáveis indicando uma diferença entre os genótipos quanto a preferência do pulgão-preto-do-feijoeiro.

As médias foram submetidas ao teste de Scott-Knott para a separação de genótipos (Tabela 3).

Tabela 3 – Médias e média geral referentes ao número de adultos, número de ninfas e relação número de adulto/número de ninfas de *Aphis craccivora* Koch, 1854, em vinte genótipos de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. em experimento de preferência com chance de escolha. Fortaleza, 2008.

Genótipos	N.A	N.N.	REL. N/A.
TVu 408 P ₂	0,50 a	4,33 a	8,67 a
TVu 1037	0,67 a	6,83 a	10,25 a
TVu 410	0,83 a	6,50 a	7,80 a
TVu 36	1,33 b	13,33 a	10,00 a
EPACE 10	2,50 b	34,50 b	13,80 a
Manteiguinha	2,67 c	47,83 c	17,94 b
INHUMÃ	3,67 c	55,33 c	15,09 b
TVU 1888	3,50 c	82,33 d	23,52 b
Maranhão	3,67 c	63,67 c	17,36 b
João Paulo II	3,83 c	67,00 c	17,48 b
Frade preto	3,83 c	72,00 d	18,78 b
TVu 310	4,33 c	92,50 d	21,35 b
Seridó	4,33 c	87,50 d	20,19 b
Chumbinho	4,50 c	79,83 d	17,74 b
Zebu	4,67 c	77,50 d	16,61 b
Sete semanas	4,67 c	82,17 d	17,61 b
Pitiúba	4,67 c	99,00 d	21,21 b
Quarenta dias	5,17 c	85,17 d	16,48 b
CE 96	5,50 c	106,33 d	19,33 b
VITA 7	5,50 c	97,00 d	17,64 b
MÉDIA GERAL	3,52	63,03	16,44

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

N.A.: Número de adultos; N.N.: Número de ninfas; REL. N/A.: Relação número de ninfas por número de adultos

O teste de Scott-Knott dividiu os vinte genótipos em três grupo quanto a preferência de adultos e em quatro grupos quanto ao número de ninfas. No caso da relação entre o número de adultos e o número de ninfas dividiu em apenas dois (Tabela 3).

Os genótipos TVu 408P₂, TVu 1037 e TVu 410 foram as menos preferidas pelos adultos e ninfas do pulgão preto. Essas variedades, TVu 408P₂ e TVu 410, apresentaram resistência do tipo antibiose segundo Singh (1977) em condições de casa de vegetação na Nigéria. Nessas mesmas condições genótipo TVu 1037 se comportou como resistente do tipo antibiose (OFUYA, 1988). O mesmo autor em experimento de campo relata este genótipo como resistente por ser menos preferido pelo pulgão que outras cultivares testadas.

Dentre os grupos dos resistentes o genótipo TVu 408P₂ se destacou por ser o menos infestado sendo sempre o que apresentou o menor valor nas três variáveis testadas.

O grupo dos genótipos intermediários compreende a variedade EPACE 10 e o genótipo TVu 36. Os valores encontrados no número de adultos diferem dos encontrados por Moraes e Bleicher (2007), que para a variedade EPACE 10 observou uma média de 0,33 adultos por planta sendo esta a mais resistente dos genótipos avaliados pelos autores.

O genótipo EPACE 10 é proveniente da linha CNCx 166-8E obtida a partir do cruzamento entre os genótipos TVu 1888 e Seridó (EPACE; EMBRAPA, 1988). Observou-se que ambos os genitores em todas as variáveis foram consideradas susceptíveis enquanto que o EPACE 10 foi considerado como moderadamente resistente para as variáveis número de adultos e número de ninfas e resistente na variável relação ninfas/adultos. Dentre os fatores para este efeito pode-se citar a combinação gênica favorável a resistência a esta praga resultante da combinação dos genes dos dois pais. Outro motivo seria devido a epistasia, efeito no qual um gene inibe a expressão do outro gene (RAMALHO; SANTOS; PINTO, 2004). Os genes de resistência estariam sendo inibidos nos pais e por isso eles não demonstrariam esta característica. Entretanto quando foram cruzados os genótipos os genes para a resistência deixaram de ser hipostáticos no EPACE 10. Não foi possível, neste trabalho, verificar quais destes efeitos ou qual o tipo de epistasia estaria presente, o que é possível por meio de retrocruzamentos e avaliação da geração F₂.

O genótipo João Paulo II é resultado do cruzamento entre os genótipos CE 315 e Seridó tendo, assim, um parental comum ao EPACE 10. Entretanto o João Paulo II continuou susceptível ao pulgão como foi o Seridó, não diferindo estatisticamente deste. Provavelmente a combinação gênica do Seridó com o CE 315 não resultou em uma combinação favorável para a resistência ou não desfez algum efeito epistático como ocorreu no EPACE 10, embora não ficando certo se realmente a resistência adquirida pelo EPACE 10 seja exclusivamente do genótipo Seridó.

No grupo dos genótipos mais susceptíveis o Vita 7 já havia sido descrito como susceptível por Ofuya (1993) e por Messina, Renwick e Barmore (1985).

O genótipo TVu 310 é descrito como resistente por Singh (1987) na Nigéria, mas na condição deste experimento foi susceptível. Este efeito foi verificado por Messina, Renwick e Barmore (1985) com o genótipo TVu 3000 relatado como resistente no oeste da África e susceptível no sul da Geórgia dos Estados Unidos sendo os genótipos locais considerados mais resistentes demonstrando o efeito da interação genótipo/ambiente sobre a resistência do genótipo ao pulgão.

Outro motivo para a mudança de comportamento do genótipo TVu 310 talvez seja a existência de biótipos de *A. craccivora*. Estudos indicam a existência de pelo menos cinco biótipos de pulgão-preto-do-feijoeiro (SAXENA; BARRION, 1987 apud OFUYA, 1997). Assim é possível que este genótipo não seja resistente ao biótipo utilizado nas nossas condições.

A análise da relação ninfas/adultos nos dá uma idéia da resistência da planta quanto à capacidade de impedir a reprodução do inseto. Os genótipos foram divididos em dois grupos sendo os resistentes os mesmos observados nas variáveis anteriores. No grupo dos que favoreceram mais a reprodução do pulgão destacam-se o TVu 1888 que tem a maior relação (Tabela 3).

4.1.2 Teste de preferência sem chance de escolha

A Tabela 4 mostra os resultados da análise de variância relativos aos números de adultos vivos e mortos, número de ninfas e relação número de ninfas/número de adultos de *A. craccivora*. Nos genótipos de *V. unguiculata* os resultados indicam diferenças dos obtidos nos testes de preferência com chance de escolha.

Tabela 4 – Análise de variância referente ao número de adultos vivos, número de adultos mortos, número de ninfas e relação número de ninfas/número de adulto de *Aphis craccivora* Koch, 1854, em vinte genótipos de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. em experimento de preferência sem chance de escolha. Fortaleza, 2008.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado médio/variáveis			
		N.A.V.	N.A.M.	N.N.	REL. N/A
Tratamentos	3	0,678 *	0,558 ns	24,772 **	8,347 **
Blocos	19	0,827	0,576	32,686	7,827
Resíduo	57	0,364	0,365	8,588	2,596
C.V. (%)		40,435	35,393	52,385	50,589
Média		1,492	1,708	5,594	3,185

ns: teste F não significativo entre os tratamentos

* e **: Teste F significativos na análise de variância a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

G.L.: Graus de liberdade; N.A.V.: Número de adultos vivos; N.A.M.: Número de adultos mortos; N.N.: Número de ninfas; REL. N/A.: Relação número de ninfas por número de adultos.

A análise de variância discriminou diferença estatística no número de adultos vivos, entretanto o teste de média, Scott-Knott (Tabela 5), não detectou essa diferença, possivelmente devido o alto coeficiente de variação (40,43%).

As diferenças nas médias foram discriminadas pelo teste de Scott-Knott nas variáveis número de ninfas e relação ninfas/adultos (Tabela 5). Na variável número de ninfas o genótipo TVu 408P₂ continuou a ser o menos preferido junto com os genótipos TVu 410, TVu 36, TVu 1037 e Manteiguinha. A variedade local Manteiguinha havia sido considerada susceptível no experimento com chance de escolha em todas as variáveis, apresentando, agora, uma maior capacidade de resistência quando há uma maior pressão de ataque.

Tabela 5 – Médias e média geral referente ao número de adultos vivos, número de adultos mortos, número de ninfas e relação número de adulto/número de ninfas de *Aphis craccivora* Koch, 1854, em vinte genótipos de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. em experimento de preferência sem chance de escolha. Fortaleza, 2008.

Genótipos	N.A.V.	N.A.M.	N.N	Rel. N.N./N.A.V.
TVu 408 P ₂	0,00 a	5,00 a	0,00 a	0,00 a
TVu 410	0,00 a	5,00 a	0,00 a	0,00 a
TVu 36	0,25 a	4,75 a	2,75 a	11,00 a
Manteiguinha	1,00 a	4,00 a	18,00 a	18,00 a
TVu 1037	1,50 a	3,50 a	23,00 a	15,33 a
Frade preto	1,75 a	3,25 a	31,25 b	17,86 a
TVU 1888	1,50 a	3,50 a	46,50 b	31,00 b
VITA 7	1,75 a	3,25 a	38,25 b	21,86 b
Pitiúba	2,25 a	2,75 a	56,75 b	25,22 a
EPACE 10	2,50 a	2,50 a	39,75 b	15,90 a
Quarenta dias	2,25 a	2,75 a	34,00 b	15,11 b
Chumbinho	2,50 a	2,50 a	56,75 b	22,70 b
Seridó	2,75 a	2,25 a	56,00 b	20,36 b
Maranhão	2,75 a	2,25 a	49,75 b	18,09 b
Zebu	2,75 a	2,25 a	71,50 b	26,00 b
TVu 310	3,25 a	1,75 a	67,25 b	20,69 b
INHUMÃ	3,50 a	1,50 a	73,25 b	20,93 b
Sete semanas	3,25 a	1,75 a	60,00 b	18,46 b
João Paulo II	3,75 a	1,25 a	54,25 b	14,47 b
CE 96	4,25 a	0,75 a	101,50 b	23,88 b
MÉDIA GERAL	2,18	2,83	44,03	17,84

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

N.A.V.: Número de adultos vivos; N.A.M.: Número de adultos mortos; N.N.: Número de ninfas; REL. N/A.: Relação número de ninfas por número de adultos.

O genótipo EPACE 10 foi considerado susceptível na variável número de ninfas o que difere do resultado do teste com chance de escolha, entretanto, continua resistente quando

se trata da relação ninfas/adultos demonstrando que este genótipo exerce influência na reprodução do pulgão. Junto com o EPACE 10 os genótipos TVu 408P₂, TVu 410, TVu 36, TVu 1037, Manteiguinha, Frade Preto e Pitiúba tiveram a menor relação de ninfas por adultos (Tabela 5).

4.1.3 Índice com base em soma de postos

Utilizando o método de soma de postos, ou “ranks” propostos por Mulamba e Mock (1978) foi obtido a Tabela 6.

Tabela 6 – Classificação de vinte genótipos de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. quanto a preferência de *Aphis craccivora* Koch, 1854 em relação as variáveis dos experimentos de preferência sem chance de escolha e com chance de escolha. Fortaleza, 2008.

CLAS.	GENÓTIPOS	SEM CHANCE DE ESCOLHA				COM CHANCE DE ESCOLHA			SOMA	
		NAV	NAM	NN	REL	NA	NN	REL		
1	TVu 408 P ₂	1	1	1	1	1	1	1	7	a
2	TVu 410	2	2	2	2	3	2	2	15	a
3	TVu 36	3	3	3	3	4	4	4	24	a
4	TVu 1037	5	7	4	5	2	3	3	29	a
5	Manteiguinha	4	4	5	4	6	6	17	46	b
6	EPACE 10	10	14	6	7	5	5	5	52	b
7	Frade preto	6	8	7	6	11	10	15	63	c
8	Maranhão	14	13	10	10	9	8	10	74	c
9	Quarenta dias	11	9	8	9	18	16	8	79	c
10	Chumbinho	12	10	12	13	14	12	13	86	c
11	INHUMÃ	17	19	18	12	7	7	6	86	c
12	TVU 1888	7	5	13	20	8	14	20	87	c
13	VITA 7	8	6	9	17	20	18	9	87	c
14	Pitiúba	9	11	11	8	17	19	18	93	c
15	Zebu	15	12	19	19	15	11	7	98	d
16	Seridó	13	15	14	16	13	13	14	98	d
17	João Paulo II	19	18	17	15	10	9	11	99	d
18	Sete semanas	18	16	15	14	16	15	12	106	d
19	TVu 310	16	17	16	11	12	17	19	108	d
20	CE 96	20	20	20	18	19	20	16	133	e

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.
 N.A.V.: Número de adultos vivos; N.A.M.: Número de adultos mortos; N.N.: Número de ninfas; N.A.: Número de adultos; REL. Relação número de ninfas por número de adultos.

O índice de ranqueamento deu mais sustentação complementando os resultados obtidos pelos ensaios anteriores. O teste de Scott-Knott aplicado ao ranqueamento dividiu os genótipos em cinco grupos conferindo a estes resultados rigor estatístico, como sugere Silva, Pinto, Lambert (2003) em estudo com melhoramento de batata. O genótipo TVu 408P₂ foi o mais resistente juntamente com os genótipos TVu 410, TVu 36 e TVu 1037 sendo estes então mais indicados para o programa de melhoramento visando a resistência ao pulgão-preto-do-feijoeiro.

Um segundo grupo formado pelos genótipos Manteiguinha e EPACE 10 apresentaram uma resistência intermediária. O genótipo mais susceptível encontrado no experimento foi o CE 96. Novamente os progenitores do EPACE 10, o TVu 1888 e o Seridó, continuaram nos grupos de menores resistências não sendo possível identificar de qual dos dois o EPACE 10 herdou a característica de resistência.

Pode-se observar que alguns genótipos se comportaram de maneira diferente nos dois experimentos. Por exemplo, o Vita 7 que, no experimento sem chance de escolha obteve ótimas classificação nas variáveis número de adulto vivos, número de adultos mortos e número de ninfas, enquanto que no experimento com chance de escolha obteve péssimas qualificações para as variáveis número de adultos e número de ninfas. O inverso pode ser observado no genótipo Inhumã que obteve ótimas classificações no experimento com chance de escolha e o oposto no experimento sem chance de escolha. Entretanto outros genótipos foram mais equivalentes em seus “ranks” como o TVu 408 P₂, TVu 410, TVu 36 e TVu 1037 no grupo dos genótipos resistentes e Sete semanas, TVu 310 e CE 96 no grupo dos susceptíveis. É importante a escolha de materiais que possuam comportamento semelhante nos dois tipos de experimentos para se obter resultados mais homogêneos nas comparações dos resultados obtidos em experimentos posteriores principalmente na ação de produtos de indução de resistência de plantas a insetos.

A associação do índice de Mulamba e Mock com o teste de Scott-Knott foi eficiente para a classificação de genótipos resistentes e susceptíveis ao pulgão uma vez que os valores obtidos foram semelhantes aos observados nos outros ensaios envolvendo a análise de variância.

4.1.4 Preferência após aplicação da *cis*-jasmona

Os resultados da análise de variância referente as variáveis número de adultos vivos, número de adultos mortos, número de ninfas e a relação número de ninfas por número de adultos encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7 – Análise de variância referente ao número de adultos vivos, número de adultos mortos, número de ninfas e relação número de ninfas/número de adulto de *Aphis craccivora* Koch, 1854. Fortaleza, 2008.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado médio/variáveis			
		N.A.V.	N.A.M.	N.N.	REL. N/A
Tratamentos	3	1,131 *	0,898 ns	15,540 ns	4,715 ns
Resíduo	57	0,308	0,328	6,622	1,508
C.V. (%)		34,567	34,791	56,095	46,307
Média		1,61	1,65	4,59	2,65

ns: teste F não significativo entre os tratamentos

* : Teste F significativos na análise de variância a 5% de probabilidade.

G.L.: Graus de liberdade; N.A.V.: Número de adultos vivos; N.A.M.: Número de adultos mortos; N.N.: Número de ninfas; REL. N/A.: Relação número de ninfas por número de adultos.

Verifica-se que a única variável em que o teste F acusou diferença significativa foi o número de adultos vivos. Observou-se um elevado coeficiente de variação para todas as variáveis analisadas.

As médias das variáveis analisadas podem ser observadas na Tabela 8.

Tabela 8 – Médias e média geral referente ao número de adultos vivos, número de adultos mortos, número de ninfas e relação número de adulto/número de ninfas de *Aphis craccivora* Koch, 1854. Fortaleza, 2008.

Tratamentos	Variáveis / Médias			
	N.A.V.	N.A.M.	N.N.	REL. N/A
Testemunha	1,88 a	3,12 a	17,12 a	5,02 a
<i>Cis</i> -jasmona	2,06 a	2,82 a	29,06 a	9,13 b
Polisorbato 80	3,29 b	1,71 a	36,00 a	10,25 b
MÉDIA GERAL	2,41	2,55	27,39	8,13

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

N.A.V.: Número de adultos vivos; N.A.M.: Número de adultos mortos; N.N.: Número de ninfas; REL. N/A.: Relação número de ninfas por número de adultos.

Verifica-se no testes de médias que o tratamento na variável número de adultos vivos que apresentou maior número foi o Polisorbato 80. O tratamento que recebeu a *cis*-jasmona e a testemunha não diferiram entre si indicando que não ocorreu um efeito da *cis*-

jasmona sobre a planta de feijão-de-corda quanto à indução de produção de algum composto ou sinal inviabilize o desenvolvimento do pulgão.

As médias dos tratamentos nas variáveis número de adultos mortos e número de ninfas não diferiram entre si, como o teste F indicava, o que reforça a não influência da *cis*-jasmona sobre esta variedade de feijão-de-corda.

O teste de Scott-Knott achou diferença estatística na relação ninfas/adultos sendo os maiores valores para o Polisorbato 80 e a *cis*-jasmona. Estes então fizeram com que a planta tornasse mais favorável à reprodução do pulgão do que a testemunha (Tabela 8).

Este ensaio, entretanto, foi um teste inicial para o desenvolvimento de um protocolo, sendo necessário o desenvolvimento deste para a averiguação destes resultados. A alta mortalidade na testemunha pode indicar a inadequação do uso desta cultivar, pois a mesma teve o mesmo comportamento em ensaios anteriores (Tabela 5). No futuro deve-se optar pela variedade Sete semanas na continuação de pesquisas desse tipo.

4.1.5 Ensaio de análise da duração de uma geração do *Aphis craccivora*

Os dados obtidos das observações deste experimento estão na Tabela 9.

Tabela 9 – Tempo médio, em horas:minutos, para as variáveis tempo para 1ª ninfa, tempo para filha da 1ª ninfa, Tempo morte da 1ª ninfa de *Aphis craccivora* Koch, 1854. Fortaleza, 2008.

Tratamentos	Tempo para nascimento da 1ª ninfa	Insetos vivos após 88:02h	Duração de uma geração
EPACE 10	12:38	0	-
Vita 7	5:41	100	139:19h

Na cultivar EPACE 10, o tempo requerido para a parição da primeira ninfa foi de duas vezes maior que na cultivar Vita 7. Em algumas repetições os três adultos colocados na gaiola para infestação morreram antes mesmo de reproduzir. Isto mostra o efeito da resistência da cultivar EPACE 10 sobre o pulgão. Essa cultivar já foi descrito como resistente por Moraes (2006) e Moraes e Bleicher (2007). A cultivar Vita 7 se mostrou susceptível favorecendo a reprodução rápida do pulgão.

Na cultivar EPACE 10 todas as primeiras ninfas estavam mortas aos três dias, dezesseis horas e dois minutos (88:02 h) após o seu nascimento, período este em que foi realizada a primeira avaliação após terem sido anotados todos os nascimentos de primeira ninfa. Logo, nenhuma ninfa nascida chegou a se desenvolver até se multiplicar mostrando que o tipo de resistência do EPACE 10 é a antibiose devido a planta influenciar a biologia do inseto.

Na cultivar Vita 7, em duas das repetições, as primeiras ninfas morreram e em outra morreram a primeira ninfa juntamente com sua filha, mas estas morreram devido a fatores abióticos ou devido o manuseio durante o experimento. Os pulgões nesta cultivar levaram em média 139 horas e 19 minutos, cerca de cinco dias dezenove horas e dezenove minutos, para completar o seu ciclo, demonstrando que a cultivar Vita 7 é mais favorável ao desenvolvimento do *A. craccivora* quando comparado com o EPACE 10.

4.2 Experimento de campo

4.2.1 Avaliação da infestação por *Aphis craccivora* Koch

Os dados relativos à análise de variância referente ao grau de infestação por *Aphis craccivora* Kock, 1854 no feijão-de-corda, em experimento de campo em Quixadá encontra-se na Tabela 10. Esta variável não teve diferença significativa pelo teste F.

Tabela 10 – Análise de variância referente ao grau de infestação por *Aphis craccivora* Kock, 1854, em feijão-de-corda em experimento de campo. Quixadá, 2008.

Fontes de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos	3	0,0042	0,0014	0,3023 ns
Blocos	4	0,0026	0,0007	
Resíduo	12	0,0561	0,0047	
C.V. (%)	-	106,83		
Média	-	0,064		

ns: teste F não significativo entre os tratamentos

G.L.: Graus de liberdade; S.Q.: Soma de quadrados; Q.M.: Quadrado médio.

As médias dos tratamentos encontram-se na Tabela 11. Observa-se o baixo nível médio de infestação por pulgão na área total do experimento (0,73 %). Segundo Santos e Quideré (1988) o nível de controle para esta praga é quando 40 a 50% de plântulas apresentam pequenas colônias e fêmeas aladas. O teste de Scott-Knott não indicou qualquer diferença entre os tratamentos.

Tabela 11 – Médias e média geral referentes ao grau de infestação por *Aphis craccivora* Kock, 1984, em feijão-de-corda em experimento de campo. Quixadá, 2008.

Tratamentos	Grau de infestação (%)
Testemunha	0,44 a
Polisorbato 80	0,71 a
<i>Cis</i> -jasmona 39,06 g/ha	1,16 a
<i>Cis</i> -jasmona 78,13 g/ha	0,62 a
MÉDIA GERAL	0,73

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Como foi demonstrado em ensaios anteriores em casa de vegetação, a cultivar EPACE 10, utilizada no experimento de campo, foi resistente ao pulgão em ensaios realizados em casa de vegetação sendo a antibiose provável causa. No campo esta cultivar afetou a população de pulgões tendo como consequência o baixo grau de infestação. Trabalhos com tomate possuidores do gene para resistência (*Mi-1.2*) ao pulgão *Macrosiphum euphorbiae*, não foram influenciados pela aplicação de ácido jasmônico, outro indutor de resistência, não sendo observado nenhum aumento significativo ou inibição do pulgão pelas plantas tratadas quando comparadas com a testemunha já resistente (COOPER; GOGGIN, 2005). Van Den Boom *et al.* (2004) em um levantamento dos voláteis emitidos pelas plantas de diferentes famílias quando estas eram infestadas pelo ácaro *Tetranychus urticae* hipotetizaram que espécies de plantas com um baixo grau de defesas diretas podem produzir um maior número de novos compostos, enquanto que aquelas com alto nível de defesas diretas parecem investir mais na produção do que na produção de novos compostos. Assim o EPACE 10 que é tido como resistente não utilizou os seus metabólitos na indução de uma defesa uma vez que ele naturalmente já a possui, o que pode ser observado pelo baixo grau de infestação obtido em todos os tratamentos.

Pela Figura 12 pode-se observar que os dados foram bastantes variáveis como observado no coeficiente de variação da análise de variância (106,83 %). O tratamento com *cis*-jasmona 39,06 g/ha chegou a um grau de infestação de 3 %, mas caindo bruscamente logo na avaliação seguinte. A testemunha, e o tratamento com Polisorbato 80 oscilaram bastante

chegando a valores próximos de zero logo na segunda avaliação e a zero na quarta avaliação. Na última avaliação realizada todos os tratamentos apresentaram grau de infestação zero.

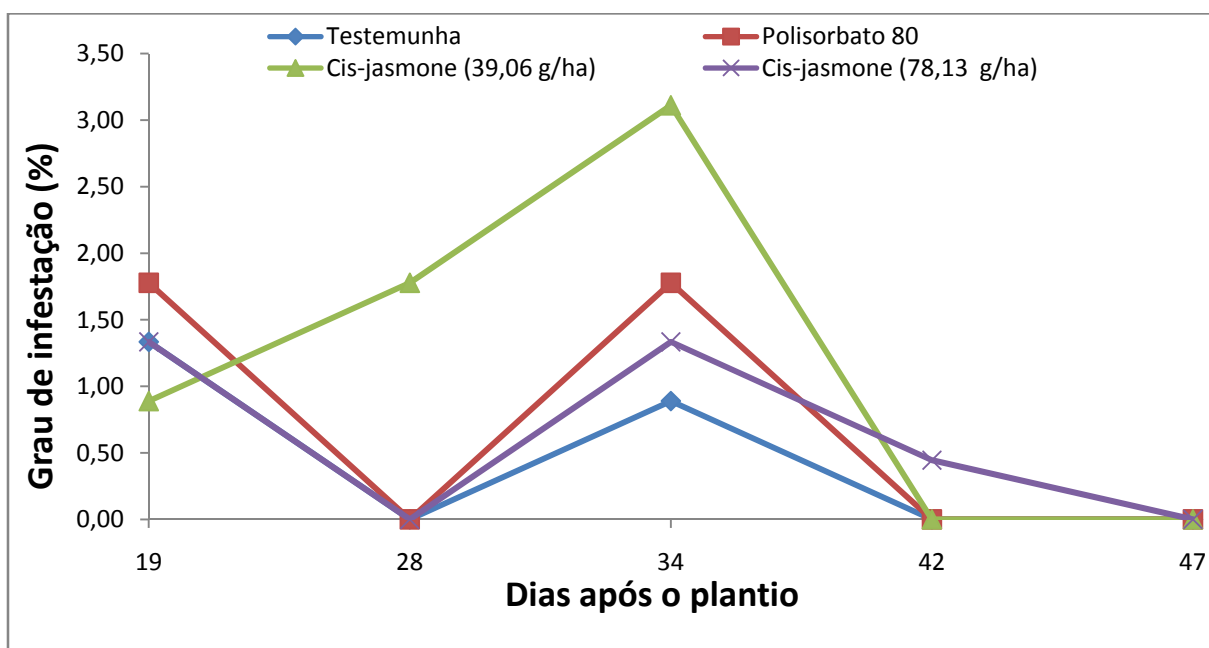


Figura 12 - Evolução do grau de infestação do *Aphis craccivora* Koch nas cinco avaliações realizadas em campo. Quixadá, 2008.

4.2.2 Avaliação do ataque dos percevejos

Os dados relativos à análise de variância referente ao número de grãos atacados por percevejo por vagem, número de grãos atacados por percevejo total e relação entre o número de grãos atacados pelo percevejo e o número total de grãos encontram-se na Tabela 12. O teste F não indicou qualquer diferença entre os tratamentos nas variáveis analisadas.

Tabela 12 – Resultado da análise de variância referente ao número de grãos atacados por percevejo por vagem, número de grãos atacados pelo percevejo total e relação entre o número de grãos atacados e número total de grãos. Quixadá, 2008.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado médio/variáveis		
		N.G.A.V.	N.G.A.T	N.G.A./N.T.G
Tratamentos	3	0,0326 ns	1,3376 ns	0,0020 ns
Blocos	4	0,0416	1,6244	0,0018
Resíduo	12	0,0483	1,8996	0,0028
C.V. (%)	-	13,72	13,6	13,46
Média	-	1,6	10,13	0,40

ns: teste F não significativo entre os tratamentos; G.L.: Graus de liberdade; N.G.A.V.: Número de grãos atacados por percevejo por vagem; N.G.A.T.: Número de grãos atacados por percevejo total; N.G.A./N.T.G.: Relação entre o número de grãos atacados pelo percevejo e o número total de grãos

Os percevejos encontrados na área foram das espécies *Crinocerus sanctus* (Fabricius, 1775) (Figura 13) e *Piezodorus guildini* Westwood, 1837 citados como cerca de 70% da população de percevejos na cultura do feijão-de-corda (SILVA; CARNEIRO; QUINDERÉ, 2005).



Figura 13 - Percevejo *Crinocerus sanctus* (Fabricius, 1775) presente no experimento de campo (Foto: E. Bleicher).

Na Tabela 13 estão expostas as médias por tratamentos para as variáveis analisadas. Diferente do pulgão a infestação por percevejo foi mais influente no experimento chegando a 16,72 % de grãos atacados.

O teste de Scott-Knott não encontrou diferença significativa entre os tratamentos. Não se tem conhecimento sobre a resistência da cultivar EPACE 10 a percevejos, assim a *cis*-jasmona não influenciou o feijão-de-corda para a resistência as espécies de percevejos que surgiram no experimento.

Tabela 13 – Médias e média geral referente ao número de grãos atacados por percevejo por vagem, número de grãos atacados pelo percevejo total e relação entre o número de grãos atacados e número total de grãos. Quixadá, 2008.

Tratamentos	N.G.A.V.	N.G.A.T	N.G.A./N.T.G (%)
Testemunha	2,90 a	115,80 a	18,91 a
Polisorbato 80	2,35 a	94,00 a	14,89 a
<i>Cis</i> -jasmona 30,06 g/ha	2,75 a	109,80 a	17,35 a
<i>Cis</i> -jasmona 78,13 g/ha	2,45 a	97,80 a	15,74 a
MÉDIA GERAL	2,61	104,35	16,72

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

N.G.A.V.: Número de grãos atacados por percevejo por vagem; N.G.A.T.: Número de grãos atacados por percevejo total; REL. N.G.A./N.T.G.: Relação entre o número de grãos atacados pelo percevejo e o número total de grãos

4.2.3 Avaliação dos parâmetros de produção

O resultado da análise de variância para as variáveis número de vagens por planta, comprimento de vagem, número de grãos por vagem, peso de cem sementes, peso de grãos por planta e peso de grãos por linha colhida encontram-se na Tabela 14.

Tabela 14 – Resultado da análise de variância referente ao número de vagens por planta, comprimento de vagem, número de grãos por vagem, peso de cem sementes, peso de grãos por planta e peso de grãos por linha colhida. Quixadá, 2008.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado médio/variáveis					
		N.V.Pl	C.D.V (cm)	N.G.V.	P.C.S. (g)	P.G.Pl (g)	P.G.L (g)
Tratamentos	3	0,0339 ns	0,2075 ns	0,0024 ns	0,2594 ns	6,2600 ns	15001,03 ns
Blocos	4	0,0677	0,6130	0,0019	2,2228	1,7991	4721,90
Resíduo	12	0,0614	0,2623	0,0017	0,3773	4,9059	16502,81
C.V. (%)	-	8,78	2,79	1,02	3,50	16,33	15,98
Média	-	2,82	18,35	3,98	17,57	13,56	803,74

ns: teste F, para tratamentos não significativos na análise de variância

G.L.: Graus de liberdade; N.V.Pl: Número de vagens por planta; C.D.V.: Comprimento de vagem; N.G.V.: Numero de grãos por vagem; P.C.S.: Peso de cem sementes; P.G.Pl.: Peso de grãos por planta; P.G.L.: Peso de grãos por linha colhida.

Os tratamentos não diferiram entre si pelo teste F em todas as variáveis, verificando-se assim que a *cis*-jamona não influenciou a produção do feijão-de-corda nas condições em que foi realizado o experimento. A não influência da *cis*-jamona sobre a produção também já havia sido observado em experimento com trigo em que não houve nenhuma diferença estatística entre os tratamentos com *cis*-jasmona e a testemunha sem aplicação (BRUCE *et al.*, 2003).

Tabela 15 – Médias e média geral referentes ao número de vagens por planta, comprimento de vagem, número de grãos por vagem, peso de cem sementes, peso de grãos por planta e peso de grãos por linha colhida. Quixadá, 2008.

Tratamentos	N.V.Pl	C.D.V	N.G.V.	P.C.S	P.G.Pl.	P.G.L.	Pd.
Polisorbato 80	8,63 a	18,58 a	16,07 a	17,29 a	14,87a	861,52 a	1121,77
<i>Cis</i> -jasmona 78,13 g/ha	8,15 a	18,23 a	15,70 a	17,73 a	14,10a	838,99 a	1092,44
Testemunha	7,66 a	18,14 a	15,72 a	17,48 a	12,47a	750,50 a	977,21
<i>Cis</i> -jasmona 39,06 g/ha	7,57 a	18,45 a	15,88 a	17,78 a	12,81a	763,93 a	994,71
MÉDIA GERAL	8,00	18,35	15,84	17,57	13,56	803,74	1046,53

Médias seguidas pela mesma letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

N.V.Pl: Número de vagens por planta; C.D.V.: Comprimento de vagem (cm); N.G.V.: Numero de grãos por vagem; P.C.S.: Peso de cem sementes (g); P.G.Pl.: Peso de grãos por planta (g); P.G.L.: Peso de grãos por linha colhida (g); Pd.: Estimativa da produção por hectare (kg/ha).

O teste de Tukey confirma o resultado da análise de variância não apresentando nenhuma diferença em todos os tratamentos. O comprimento de vagem e peso de cem sementes foram menores que os valores encontrados na literatura que é de 21 cm e 20 g respectivamente. Entretanto os valores para o número de grão por vagem e a estimativa da produção por hectare foi semelhante à citada na literatura que é de 15 grãos e 1000 kg/ha, respectivamente (EPACE; EMBRAPA, 1988). Mesmo com valores diferentes dos encontrados na literatura, a igualdade nas médias dos tratamentos confirma a não influência da *cis*-jasmona sobre os fatores de produção do feijão-de-corda.

5 CONCLUSÕES

1. Os genótipos TVu 408P₂, Tvu 410, Tvu 36 e Tvu 1037 apresentaram a maior resistência natural à *Aphis craccivora* Koch enquanto que o genótipo CE 96 apresentou a menor;
2. O genótipo EPACE 10 tem ação antibiótica sobre *Aphis craccivora* Koch influenciando a sua biologia;
3. O *A. craccivora* completa seu ciclo quando confinado em gaiolas na cultivar Vita 7;
4. Não foi possível avaliar a indução de resistência pela *cis*-jasmona na cultivar EPACE 10 em condições de campo;
5. A *cis*-jasmona não tem influência sobre os componentes de produção do genótipo EPACE 10.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT. **Consulta de praga/doença**: dados da praga. Disponível em: < http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/>. Acesso em 31 out. 2007.

ANDREI, E. **Compêndio de defensivos Agrícolas**. 7 ed. São Paulo: Andrei Editora. 1141 p. 2005.

AQUINO, A. B.; AQUINO, B. F.; HERNANDEZ, F. F. F.; HOLANDA, F. J. M.; FREIRA, J. M.; CRISÓSTOMO, L. A.; COSTA, R. I.; UCHÔA, S. C. P.; FERNANDES, V. L. B. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará. 1993.243 p.

ARAÚJO, J. P. P.; RIOS, G. P.; WATT, E. E.; NEVES, B. P.; FAGERIA, N. K.; OLIVEIRA, I. P.; GUIMARÃES, C. M.; SILVEIRA FILHO, A. **Cultura do caupi, *Vigna unguiculata* Walp**: descrição e recomendações técnicas de cultivo. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1984. p. 82. (Circular Técnica, 18).

ARAÚJO, J. P. P.; WATT, E. E. (Org.) **O Caupi no Brasil**. Brasília: IITA/EMBRAPA, 1988. 722 p.

BALARDIN, R. **Fundamentos da resistência em plantas**. Disponível em: www.balardin.com.br/adm/arquivos/5_fundderresistencia.pdf Acessado em: 20 dez. 2007.

BIRKETT, M. A.; CAMPBELL, C. A. M.; CHAMBERLAIN, K.; GUERRIERI, E.; HICK, A. J.; MARTIN, J. L.; MATTHES, M.; NAPIER, J. A.; PETERSSON, J.; PICKETT, J. A.; POPPY, G.M.; POW, E.M.; PYE, B.J., SMART, L.E.; WAD-HAMS, G.H.; WADHAMS, L. J.; WOODCOCK, C. M. New roles for cis-jasmone as an insect semiochemical and in plant defense. **Proceedings of the National Academy of Sciences.**, v. 97, p. 9329–9334. 2000.

BRUCE, T. J. A.; MARTIN, J. L.; PICKETT, J. A.; PYE, B. J.; SMART, L. E.; WADHAMS, L. J. *Cis*-Jasmone treatment induces resistance in wheat plants against the grain aphid, *Sitobion avenae* (Fabricius)(Homoptera:Aphididae). **Pest Management Science.**, v. 59, p. 1031-1036. 2003

BRUCE, T. J. A.; PICKETT, J. A.; SMART, L. E. *Cis*-jasmone switches on plant defense against insects. **Pesticide Outlook.**, p. 96-98. 2003.

BRUCE, T. J. A.; PICKETT, J. A.; SMART, L. E. Developing plant activators for the field. **Rothamsted Research.**, p. 21-23. 2003b.

BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. **Biochemistry and molecular biology of plants**. 2.ed. American Society of Plant Physiologists. 2000. 1367p.

CHAMBERLAIN, K.; GUERRIERI, E.; PENNACCHIO, F.; PETTERSSON, J.; PICKETT, J. A.; POPPY, G. M.; POWELL, W.; WADHAMS L. J.; WOODCOCK, C. M. Can aphid-induced plant signals be transmitted aerially and through the rizosphere? **Biochemical Systematics and Ecology.**, v. 29, p. 1063-1074. 2001.

CHAMBERLAIN, K.; PICKETT, J. A.; WOODCOCK, C. M. Plant signalling and induced defence in insect attack. **Molecular Plant Pathology.**, v. 1, n. 1, p. 67-72. 2000.

CIRINO, V. M. **Desafios ao controle de pragas na cultura do feijoeiro**: desafios da região sul. Disponível em: www.infobibos.com/Artigos/2006_2/DesafiosSul/index.htm Acesso em 01 jan. 2008.

COOPER, W. R.; GOGGIN, F. L. Effects of jasmonate-induced defenses in tomato on the potato aphid, *Macrosiphum euphorbiae*. **Entomologia Experimentalis et Applicata.**, v. 115, p. 107-115. 2005.

CREELMAN, R. A.; MULLET, J. E. Biosynthesis and action of jasmonates in plants. **Annual review plant physiology.**, v. 48, p. 355-381. 1997.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: UVF, 2001. 390 p.

CRUZ, C.D. Programa **GENES.EXE**: Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV. Disponível em: www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm. 2007.

DANAC. **Fundación para lá investigación** Agrícola. Disponível em: <http://www.danac.org.ve/indice/plagas.php?letra=Z&listado=t&ps=30>. Acessado em: 28 fev. 2008.

EPACE; EMBRAPA. **EPACE-10 nova cultivar de caupi para o Ceará**. Fortaleza: Área de Difusão Tecnológica da EPACE. 4 p. 1988. (Folheto)

FARMER, E. E.; RYAN, C. A. Interplant communication: Airborne methyl jasmonate induces synthesis of proteinase inhibitors in plant leaves. **Proceedings of the National Academy of Sciences.**, v. 87, p. 7713-7716, out. 1990.

FRAGOSO, D. B.; GUEDES, R. N. C.; LADEIRA, J. A. Seleção na evolução de resistência a organofosforados em *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae). **Neotropical Entomology**, v.32, n. 2, p. 329-334, abr./jun. 2003.

FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.) **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 519 p.

HAPONIK, C. A. V.; REBOUÇAS, A. F.; PAIVA, W. O.; ALMEIDA, A. S.; MOSCA, J. L.; SILVA, E. O.; ALVES, R. E. Seleção de progênie de melões 'Tupã' para a qualidade e valor nutricional. **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**, v. 47, p. 58-60, out. 2003.

KASPEQ, B. V. **Side effects guide neveneffectenginds**. Holanda: Editora Koppert, sem data. 50p.

KASPERS, H. Erörterungen zur Prüfung von Fungiziden im obstbau. **Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer**. v. 18, p. 83-92. 1965.

KOST, C.; HEIL, M. Herbivore-induced plant volatiles induce an indirect defence in neighbouring plants. **Journal of Ecology**, v. 94, p. 619-628. 2006.

KRISTOFFERSEN, L. **The chemical ecology of Homoptera: from host plants to conspecific interactions**. Suécia: Department of Ecology Lund University. 2003. 39 p. (Introductory paper no 147).

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

LOUGHRIN, J. H.; MANUKIAN, A.; HEATH, R. R.; TUMLINSON, J. H. Volatiles emitted by different cotton varieties damaged by feeding beet armyworm larvae. **Journal of Chemical Ecology**, v. 21, n. 8, p. 1217-1227. 1995.

MANAWADU, D. Varietal susceptibility of cowpea to *Aphis craccivora*. **Tropical Grain Legume Bulletin**, v. 30, p. 15-20. 1985.

MESSINA, F. J.; RENWICK, J. A. A.; BARMORE, J. L. Resistance to *Aphis craccivora* (Homoptera: Aphididae) in selected varieties of cowpea. **Journal of Entomological Science**, v. 20, n. 2, p.263-269. 1985.

MORAES, J. G. L. **Comportamento de genótipos de feijão-de-corda sob infestação de pragas**. 2007. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

MORAES, J. G. L.; BLEICHER, E. Preferência do pulgão-preto, *Aphis craccivora* Koch, a diferentes genótipos de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Ciência Rural.**, v. 37, n. 6, p.1554-1557, nov./dez. 2007.

MORAES, M. C. B.; BIRKETT, M. A.; PICKETT, J. A. **Secondary metabolite profiling of wheat, *Triticum aestivum*, following treatment with *cis*-jasmone**. s/d.

MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the method Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology.**, v. 7, n. 1, p. 40-51, jan. 1978.

OFUYA, T. I. Antibiosis in some cowpea varieties resistant to the cowpea aphid, *Aphis craccivora* Kock (Homoptera: Aphididae). **International Pest Control.**, v. 30, p. 68-69. 1988a.

OFUYA, T. I. Control of the cowpea aphid, *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae), in cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Integrated Pest Management Reviews.**, n. 2, p. 199-207. 1997.

OFUYA, T. I. Evaluation of selected cowpea varieties for resistance to *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae) at the seedling and podding phase. **Annals of Applied Biology.**, v. 123. P. 19-23. 1993.

OFUYA, T. I. The effect of pod growth stages in cowpea on aphid reproduction and damage by the cowpea aphid, *Aphis craccivora* (Homoptera: Aphididae). **Association of Applied Biologists.**, v. 115, p. 563-566. 1989.

OFUYA, T. I. Varietal resistance of cowpeas to the cowpea aphid, *Aphis craccivora* Kock (Homoptera: Aphididae) under field and greenhouse conditions in Nigeria. **Tropical Pest Management.**, v. 34, n. 4, p. 445-447. 1988b.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. D. L.; MEDEIROS, R. D.; SILVA, P. R. V. P.; SMIDERLE, O. J.; MOURÃO JÚNIOR, M. **Técnicas de manejo para o cultivo do caupi em Roraima**. Roraima: Embrapa Roraima. 2002. 18 p. (Circular Técnica 3)

PAINTER, R. H. **Insect resistance in crop plants**. 2.ed. Kansas: The University Press of Kansas. 1968. 520 p.

PAIVA, J. R.; ALVES, R. E.; MELO, F. I. O.; CORDEIRO, E. R.; ALMEIDA, A. S. Genetic progress of selections between and within caribbean cherry open pollination progenies. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 2, n. 2, p. 299-306, 2002.

PAIVA, J. R.; CAVALCANTI, J. J. V.; BARROS, L. M.; CORRÊA, M. C. M.; MAIA, M. C. C.; COSTA FILHO, A. B. Seleção de Clones de cajueiro comum pelo “tandem” e índice de classificação. **Ciência Agrotécnica**, v. 31, n. 3, p. 765-772, mai./jun. 2007

PAIVA, W. O.; FILGUEIRAS, H. A. C.; LIMA, J. A. A.; BUSO, G. S. C.; BUSO, J. A. **Melão Tupã**: origem e melhoramento genético. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002b. p. 39. (Documentos 55).

PEARCE, G.; STRYDOM, D.; JOHNSON, S. RYAN, C. A. A polypeptide from tomato leaves induces wound-inducible proteinase inhibitor proteins. **Science**, v. 253, p. 895-898. 1991.

PETTERSSON, J.; KARUNARATNE, S.; AHMED, E.; KUMAR, V. The cowpea aphid, *Aphis craccivora*, host plant odours and pheromones. **Entomologia Experimentalis et Applicada**, v. 88, p. 177-184. 1998.

PEUMANS, W. J.; VAN DAMME, E. J. M. Lectins as plant defense proteins. **Plant Physiology**, v. 109, n. 2, p. 374-352. 1995.

PICKETT, J. A.; BIRKETT, M. A.; BRUCE, T. J. A.; CHAMBERLAIN, K.; GORDON-WEEKS, R.; MATTHES, M. C.; MORAES, C. B.; NAPIER, J. A.; SMART, L. E.; WADHAMS, L. J.; WOODCOCK, C. M. *cis*-Jasmone as an allelopathic agent through plant defence induction. **Pesticide Outlook**, v.14, p.96-98. 2005.

PICKETT, J. A.; POPPY, G. M. Switching on plant genes by external chemical signals. **Trends in Plant Science**, v. 6, n. 4, p. 137-139. 2001.

POWELL, G.; TOSH, C.R.; HARDIE, J. Host plant selection by aphids: behavioral, evolutionary, and applied perspectives. **Annual review of entomology**, v. 51, p. 309-330. 2005.

QUARTAU, J.A. **Os insectos e o homem**. Fundação Calouste Gulbenkian., p. 58-69, fev. 1988

QUINTELA, E. D.; NEVES, B. P.; QUINDERÉ, M. A. W.; ROBERTS, D. W. **Principais pragas do caupi no Brasil**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1991. p. 38. (Documentos, 35).

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. **A experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2000. 326 p.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. **Genética na agropecuária**. 3.ed. Lavras: UFLA, 2004. 472 p.

RIBEIRO, B. M.; MAGALHÃES, L. C; GUEDES, R. N. C. Níveis de resistência a inseticidas organo-fosforados em populações de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) de Minas Gerais. **Bioscience Journal**., v. 19, ., 2, p. 73-77, mai./ago. 2003.

ROSENTHAL, G. A. The biochemical basis for the deleterious effects of L-canavanine. **Phytochemistry**. v. 30, n. 4, p. 1055-1058. 1991.

SANTOS, J. H. R.; QUINDERÉ, M. A. W. Distribuição, importância e manejo das pragas do caupi no Brasil. In: ARAÚJO, J. P. P.; WATT, E. E. (Org.) **O Caupi no Brasil**. Brasília: IITA/EMBRAPA, 1988. cap. 21, p. 605-658.

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

SHULAEV, V; SILVERMAN, P; RASKIN, I. Airborne signalling by methyl salicylate in plant pathogen resistance. **Nature**., v. 385, p. 718-721. 1997.

SILVA, L. A.; PINTO, C. A. B. P.; LAMBERT, E. S. Seleção simultânea para vários caracteres: utilização do índice de Mulamba e Mock associado ao teste de Scott-Knott. In: REUNIÃO DA RBRAS, 48 E SEAGRO, 10., 2003, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras. 2003. p. 395-400.

SILVA, P. H. S.; CARNEIRO, J.S.; QUINDERÉ, M. A. W. Pragas. In: FILHO, F. R. F.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.) **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 369-402.

SILVA, R. V.; SIMON, G. A.; PINTO, C. A. B. P. Seleção de híbridos interespecíficos de batata em programa de retrocruzamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: [s.n.], 2003.

SINGH, S. R. Cowpea cultivars resistant to insect pests in world germplasm collection. **Tropical Grain Legume Bulletin**, v. 9, p. 3-7, 1977.

SINGH, S. R. Host plant resistance for cowpea insect pest management. **Insect Science and Its Application.**, v. 8, p. 765-769. 1987.

STOUT, M. J.; WORKMAN, K. V.; BOSTOCK, R. M.; DUFFEY, S. S. Specificity of induced resistance in tomato, *Lycopersicon esculentum*. **Oecologia.**, v. 113, p. 74-81. 1998.

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

VAN DE BOOM, C. E. M.; VAM BEEK, T.A.; POSTHUMUS, M. A.; GROOT A.; DICKE, M. Qualitative and quantitative variation among volatile profiles induced by feeding on plants from various families. **Journal of Chemical Ecology.**, v. 30, n. 1, p. 69-89, jan. 2004.