

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

**EFEITOS DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI E DE ESPÉCIES
BOTÂNICAS EM DIFERENTES FORMULAÇÕES SOBRE
Callosobruchus maculatus (FABR.)**

MARIA DE JESUS PASSOS DE CASTRO

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu,
para obtenção do título de Doutora em Agronomia
(Proteção de Plantas)

BOTUCATU – SP

Maio 2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

**EFEITOS DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI E DE ESPÉCIES
BOTÂNICAS EM DIFERENTES FORMULAÇÕES SOBRE
Callosobruchus maculatus (FABR.)**

MARIA DE JESUS PASSOS DE CASTRO

Orientador: Prof. Dr. Edson Luiz Lopes Baldin

Coorientador: Prof. Dr. Carlos Frederico Wilcken

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu,
para obtenção do título de Doutora em Agronomia
(Proteção de Plantas)

BOTUCATU – SP

Maio 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

C355e Castro, Maria de Jesus Passos de, 1977-
Efeitos de genótipos de feijão caupi e de espécies botânicas em diferentes formulações sobre *Callosobruchus maculatus* (FABR.) / Maria de Jesus Passos de Castro. - Botucatu : [s.n.], 2013
xi, 117 f. : fots. color., tabs.

Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2013
Orientador: Edson Luiz Lopes Baldin
Co-orientador: Carlos Frederico Wilcken
Inclui bibliografia

1. Feijão. 2. Feijão-de-corda. 3. Gorgulho do feijão-de-corda. 4. Feijão-de-corda - Resistência aos insetos. 5. Inseticidas botânicos. 6. Inseticidas vegetais. 7. Plantas - Resistência aos insetos. 8. Cereais - Armazenamento. I. Baldin, Edson Luiz Lopes. II. Wilcken, Carlos Frederico. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. IV. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

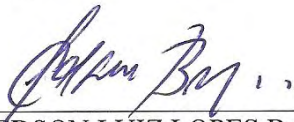
TÍTULO: “EFEITO DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI E DE ESPÉCIES
BOTÂNICAS EM DIFERENTES FORMULAÇÕES SOBRE *Callosobruchus*
maculatus (FABR.)”

ALUNA: MARIA DE JESUS PASSOS DE CASTRO

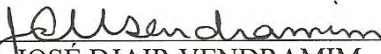
ORIENTADOR: PROF. DR. EDSON LUIZ LOPES BALDIN

CO-ORIENTADOR: PROF. DR. CARLOS FREDERICO WILCKEN

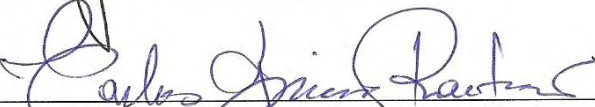
Aprovado pela Comissão Examinadora



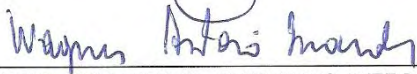
PROF. DR. EDSON LUIZ LOPES BALDIN



PROF. DR. JOSÉ DJAIR VENDRAMIM



PROF. DR. CARLOS GILBERTO RAETANO



PROF. DR. WAGNER ANTONIO BERNARDES



PROF. DR. ANDRÉ LUIZ LOURENÇÃO

Data da Realização: 21 de março 2013.

Aos meus pais Antônio Borges de Oliveira (In memoriam) e Maria da Natividade de Castro, pela dedicação e credibilidade desde os primeiros passos de minha vida estudantil.

OFEREÇO

À minha família, especialmente às minhas irmãs Francisca, Márcia, Cacilda, Nílza e Catiane e irmãos Juraci e Jurandir, por todo o incentivo, confiança e carinho, apesar da distância durante todos esses anos.

Aos meus numerosos e queridos sobrinhos, pela amizade e incentivo.

À minha vizinha Marcionília Maria de Castro, por todo o carinho e confiança.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por mais essa conquista e por ser a minha fortaleza.

À Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Proteção de Plantas, pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. Edson Luiz Lopes Baldin, pela disponibilidade em me orientar, pela amizade, confiança, e pela atenção dispensada em todos os momentos.

Ao Prof. Dr. Carlos Frederico Wilcken, pela coorientação e atenção dispensada.

Aos parceiros desta pesquisa: Dr. Wagner Bernardes (Centro Universitário do Cerrado de Patrocínio -UNICERPE), Dra. Renata Takeara (Universidade Federal da Amazônia), Dr. Jorge Massuo Kato e Dra. Lydia Fumiko Yamaguchi (Instituto de Química da USP) e ao Dr. Paulo Henrique Soares da Silva (Embrapa Meio-Norte), pelo envio de materiais e pela troca de informações, essenciais ao desenvolvimento desta pesquisa. Em especial, ao pesquisador Paulo Henrique, que me orientou na graduação e mestrado e que se manteve disponível durante a realização deste trabalho, muito obrigada pela sua amizade, incentivo e dedicação.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Proteção de Plantas, pelos ensinamentos transmitidos.

A todos os funcionários do Departamento de Proteção Vegetal, pela boa convivência e colaboração na execução deste trabalho.

Ao Professor Dr. José Djair Vendramim e aos doutorandos Leandro Prado Ribeiro e Márcio Alves Silva (Esalq/USP), pelas sugestões e atenção dispensadas no decorrer desta pesquisa.

À amiga Denise Resende, pela versão do resumo em inglês.

À Juliana Gadum de Lala, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Ao Miguel Ângelo Sandri, pelo companheirismo, cumplicidade; bem como pelo grande auxílio nas análises estatísticas.

À Patrícia Moraes Ferreira, Valber Mendes e Priscila Martins, pela amizade e por terem me proporcionado uma família em Botucatu.

Aos amigos do grupo de oração (GPP) Paulinha, Jaqueline, Edilaine, Maila e Cícero Manoel, pelos momentos de oração que tanto me fortaleceram.

À minha amiga Patrícia Leite, pelo companheirismo em todos os momentos, pelo incentivo e apoio na execução deste trabalho. Obrigada pelas nossas conversas e descontração até mesmo nos fins de semana de trabalho no laboratório.

À Eunice Cláudia Schlick-Souza, pela amizade, serenidade transmitida nos momentos difíceis e pelo auxílio na execução deste trabalho.

Ao amigo Thiago Luis Martins Fanela, pelo companheirismo, auxílio e descontração.

À Camila Souza, pela amizade e presteza na condução deste trabalho, e aos demais estagiários, Giovanna Zanchi, André Lourenço e Leidiane Carvalho, pelo grande auxílio na condução dos experimentos.

Aos demais amigos e colegas do Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos e Plantas Inseticidas (LARESPI): Ronelza DaCosta, Jaqueline Magalhães, Marina Mouzinho, Elaine Ferrari, Rafaela Morando, Efrain Santana, José Paulo Gonçalves e Luiz Pannuti, pela boa convivência durante o curso e também pelos momentos de descontração e auxílio em algumas etapas da pesquisa.

Enfim, a todas as pessoas que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	X
LISTA DE FIGURAS	XIII
1. RESUMO	1
2. SUMMARY	3
3. INTRODUÇÃO	5
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	8
4.1 O feijão-caupi.....	8
4.2 Insetos-praga na cultura e nos grãos armazenados.....	11
4.2.1 Aspectos biológicos e danos de <i>Callosobruchus maculatus</i>	12
4.3 Métodos de controle de <i>Callosobruchus maculatus</i>	14
4.3.1 Controle químico.....	14
4.3.2 Aspectos relacionados à resistência de <i>Vigna unguiculata</i>	16
4.3.3 Utilização de óleos essenciais e pós de origem vegetal	19
4.3.3.1 Óleos essenciais	21
4.3.3.2 Pós de origem vegetal.....	25
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
5.1 Criação-estoque de <i>Callosobruchus maculatus</i>	27
5.2 Obtenção dos genótipos de <i>Vigna unguiculata</i>	28
5.3 Resistência de genótipos de <i>Vigna unguiculata</i> a <i>Callosobruchus maculatus</i>	30
5.3.1 Screening	30

5.3.2 Avaliação de atratividade e oviposição com os genótipos selecionados.....	33
5.3.2.1 Teste com chance de escolha	33
5.3.2.2 Teste sem chance de escolha	34
5.3.3 Efeito dos genótipos selecionados sobre a biologia de <i>Callosobruchus maculatus</i> .	34
5.4 Bioatividade de espécies vegetais sobre <i>Callosobruchus maculatus</i>	35
5.4.1 Obtenção e processamento de óleos essenciais e pós vegetais	35
5.4.2 Estimativa da CL ₅₀ do pó vegetal e do óleo essencial para <i>Callosobruchus maculatus</i>	37
5.4.3 <i>Screening</i> das espécies vegetais.....	39
5.4.3.1 Avaliação de repelência sobre adultos de <i>Callosobruchus maculatus</i> em teste com chance de escolha	40
5.4.3.2 Avaliação de mortalidade e aspectos biológicos de <i>Callosobruchus maculatus</i> em teste sem chance de escolha	41
5.5 Interação de genótipos de <i>Vigna unguiculata</i> e espécies botânicas sobre <i>Callosobruchus maculatus</i>	42
5.5.1 Estimativa da CL ₅₀ do óleo essencial de <i>Chenopodium ambrosioides</i> para <i>Callosobruchus maculatus</i>	44
5.5.2 Avaliação de repelência sobre adultos de <i>Callosobruchus maculatus</i> em teste com chance de escolha	45
5.5.3 Avaliação de mortalidade, oviposição e aspectos biológicos de <i>Callosobruchus maculatus</i> em teste sem chance de escolha.....	45
5.6 Análises estatísticas	46
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
6.1 Resistência de genótipos de <i>Vigna unguiculata</i> a <i>Callosobruchus maculatus</i>	47
6.1.1 <i>Screening</i>	47
6.2 Avaliação de atratividade e oviposição com os genótipos selecionados	53

6.2.1 Teste com chance de escolha	53
6.2.2 Teste sem chance de escolha	55
6.3 Efeito dos genótipos selecionados sobre a biologia de <i>Callosobruchus maculatus</i>	57
6.4 <i>Screening</i> das espécies vegetais	64
6.4.1 Estimativa da CL ₅₀ do pó vegetal e do óleo essencial para <i>Callosobruchus maculatus</i>	64
6.4.2 Avaliação de repelência sobre os adultos de <i>Callosobruchus maculatus</i> em teste com chance de escolha	65
6.4.3 Avaliação de mortalidade e aspectos biológicos de <i>Callosobruchus maculatus</i> em teste sem chance de escolha	69
6.5 Interação de genótipos de <i>Vigna unguiculata</i> e espécies botânicas sobre <i>Callosobruchus maculatus</i>	85
6.5.1 Estimativa da CL ₅₀ do óleo essencial de <i>Chenopodium ambrosioides</i> para <i>Callosobruchus maculatus</i>	85
6.5.2 Avaliação de repelência sobre adultos de <i>Callosobruchus maculatus</i> em teste com chance de escolha	86
6.5.3 Avaliação de mortalidade, oviposição e aspectos biológicos de <i>Callosobruchus maculatus</i> em teste sem chance de escolha	90
7. CONCLUSÕES	100
8. REFERÊNCIAS.....	102

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
Tabela 1. Relação dos 50 genótipos de feijão-caupi utilizados nos ensaios de resistência para <i>C. maculatus</i>	28
Tabela 2. Relação das espécies botânicas e respectivos dados de coleta.	36
Tabela 3. Valores médios ($\pm$ EP) para número de ovos total, viabilidade de ovos, número de adultos emergidos e viabilidade da fase imatura de <i>Callosobruchus maculatus</i> em diferentes genótipos de <i>Vigna unguiculata</i> (T = 25 $\pm$ 2 °C; UR = 60 $\pm$ 10%; Fotofase = 12:12 h).	48
Tabela 4. Valores médios ($\pm$ EP) para período de desenvolvimento (ovo-adulto), consumo e peso seco por inseto de <i>Callosobruchus maculatus</i> em diferentes genótipos de <i>Vigna unguiculata</i> (T = 25 $\pm$ 2 °C; UR = 60 $\pm$ 10%; Fotofase = 12:12 h).	51
Tabela 5. Número médio ($\pm$ EP) de insetos atraídos após 24 h e oviposição de <i>Callosobruchus maculatus</i> após 5 dias em genótipos de <i>Vigna unguiculata</i> (T = 25 $\pm$ 2 °C; UR = 60 $\pm$ 10%; Fotofase = 12:12 h).	54
Tabela 6. Valores médios da Oviposição ($\pm$ EP) de <i>Callosobruchus maculatus</i> confinados por um período de cinco dias em genótipos de <i>Vigna unguiculata</i> (T = 25 $\pm$ 2 °C; UR = 60 $\pm$ 10%; Fotofase = 12:12 h).	56
Tabela 7. Valores médios da Oviposição ($\pm$ EP) de <i>Callosobruchus maculatus</i> confinados por um período de 24 horas em genótipos de <i>Vigna unguiculata</i> (T = 25 $\pm$ 2 °C; UR = 60 $\pm$ 10%; Fotofase = 12:12 h).	57
Tabela 8. Valores médios ($\pm$ EP) para número de adultos emergidos, viabilidade da fase imatura e período de desenvolvimento (ovo-adulto) de <i>Callosobruchus maculatus</i> em diferentes genótipos de <i>Vigna unguiculata</i> (T = 25 $\pm$ 2 °C; UR = 60 $\pm$ 10%; Fotofase = 12:12 h).	59
Tabela 9. Valores médios ($\pm$ EP) para consumo e peso seco por inseto de <i>Callosobruchus maculatus</i> em diferentes genótipos de <i>Vigna unguiculata</i> (T = 25 $\pm$ 2 °C; UR = 60 $\pm$ 10%; Fotofase = 12:12 h).	61

Tabela 10. Testes preliminares para estimar a CL_{50} do pó das folhas de <i>Chenopodium ambrosioides</i> para <i>Callosobruchus maculatus</i> (T = 25±2 °C; UR = 60±10%; Fotofase = 12:12 h).....	64
Tabela 11. Teste preliminar para estimar a CL_{50} do óleo essencial das folhas desidratadas de <i>Piper aduncum</i> para <i>Callosobruchus maculatus</i> (T = 25±2 °C; UR = 60±10%; Fotofase = 12:12 h).....	65
Tabela 12. Percentual (%) de adultos de <i>Callosobruchus maculatus</i> atraídos por óleos e pós de origem vegetal (T = 25±2 °C; UR = 60±10%; Fotofase = 12:12 h).	67
Tabela 13. Percentual médio (±EP) de mortalidade ao quinto dia após infestação de adultos de <i>Callosobruchus maculatus</i> nos grãos da cultivar BRS Guariba, tratados com pós e óleos essenciais de diferentes espécies vegetais (T = 25±2 °C; UR = 60±10%; Fotofase = 12:12 h).	70
Tabela 14. Média (±EP) do número de ovos total de <i>Callosobruchus maculatus</i> nos grãos da cultivar BRS Guariba, tratados com pós e óleos essenciais de diferentes espécies vegetais (T = 25±2 °C; UR = 60±10%; Fotofase = 12:12 h).	72
Tabela 15. Número médio (±EP) de ovos viáveis de adultos de <i>Callosobruchus maculatus</i> em grãos da cultivar BRS Guariba tratados com pós e óleos essenciais de diferentes espécies vegetais (T = 25±2 °C; UR = 60±10%; Fotofase = 12:12 h).....	73
Tabela 16. Número médio (±EP) de adultos de <i>Callosobruchus maculatus</i> emergidos dos grãos da cultivar BRS Guariba tratados com pós e óleos essenciais de diferentes espécies vegetais (T = 25±2 °C; UR = 60±10%; Fotofase = 12:12 h).	75
Tabela 17. Consumo médio por inseto (±EP) de grãos da cultivar BRS Guariba tratados com pós e óleos essenciais de diferentes espécies vegetais por <i>Callosobruchus maculatus</i> (T = 25±2 °C; UR = 60±10%; Fotofase = 12:12 h).	76
Tabela 18. Peso seco médio (±EP) por adulto de <i>Callosobruchus maculatus</i> emergidos de grãos da cultivar BRS Guariba, tratados com pós e óleos essenciais de diferentes espécies vegetais (T = 25±2 °C; UR = 60±10%; Fotofase = 12:12 h).	78
Tabela 19. Valores médios (±EP) para o período de desenvolvimento (ovo-adulto) de <i>Callosobruchus maculatus</i> nos grãos da cultivar BRS Guariba, tratados com pós e óleos essenciais de diferentes espécies vegetais (T = 25±2 °C; UR = 60±10%; Fotofase = 12:12 h).	80

Tabela 20. Teste preliminar para estimativa da CL_{50} do óleo essencial de <i>Chenopodium ambrosioides</i> para <i>Callosobruchus maculatus</i> (T = 25±2 °C; UR = 60±10%; Fotofase = 12:12 h).....	86
Tabela 21. Percentual médio ¹ (%) de adultos de <i>Callosobruchus maculatus</i> atraídos por grãos de genótipos de <i>Vigna unguiculata</i> associados a óleos essenciais (T = 25±2 °C; UR = 60±10%; Fotofase = 12:12 h).	88
Tabela 22. Percentual médio ¹ (%) de adultos de <i>Callosobruchus maculatus</i> atraídos por grãos de genótipos de <i>Vigna unguiculata</i> associados a óleos essenciais (T = 25±2 °C; UR = 60±10%; Fotofase = 12:12 h).	89
Tabela 23. Percentual médio (±EP) de mortalidade ¹ de adultos de <i>Callosobruchus maculatus</i> ao quinto dia após infestação, em genótipos de <i>Vigna unguiculata</i> associados a óleos essenciais de diferentes espécies vegetais (T = 25±2 °C; UR = 60±10%; Fotofase = 12:12 h).	91
Tabela 24. Valores médios (±EP) para o número de ovos ¹ total de <i>Callosobruchus maculatus</i> em genótipos de <i>Vigna unguiculata</i> associados a óleos essenciais de diferentes espécies vegetais (T = 25±2 °C; UR = 60±10%; Fotofase = 12:12 h).	92
Tabela 25. Valores médios (±EP) da viabilidade de ovos ¹ de <i>Callosobruchus maculatus</i> em genótipos de <i>Vigna unguiculata</i> associados a óleos essenciais de diferentes espécies vegetais (T = 25±2 °C; UR = 60±10%; Fotofase = 12:12 h).	93
Tabela 26. Valores médios (±EP) para número de adultos de <i>Callosobruchus maculatus</i> emergidos ¹ de genótipos de <i>Vigna unguiculata</i> associados com óleos essenciais de diferentes espécies vegetais (T = 25±2 °C; UR = 60±10%; Fotofase = 12:12 h).	94
Tabela 27. Valores médios (±EP) de consumo ¹ (g) por inseto de genótipos de <i>Vigna unguiculata</i> associados a óleos essenciais de diferentes espécies vegetais por <i>Callosobruchus maculatus</i> (T = 25±2 °C; UR = 60±10%; Fotofase = 12:12 h).	96
Tabela 28. Valores médios (±EP) do peso seco ¹ (mg) por adulto de <i>Callosobruchus maculatus</i> emergidos de genótipos de <i>Vigna unguiculata</i> associados a óleos essenciais de diferentes espécies vegetais (T = 25±2 °C; UR = 60±10%; Fotofase = 12:12 h).	97
Tabela 29. Valores médios (±EP) do período de desenvolvimento ¹ (ovo-adulto) de <i>Callosobruchus maculatus</i> em genótipos de <i>Vigna unguiculata</i> associados a óleos essenciais de diferentes espécies vegetais (T = 25±2 °C; UR = 60±10%; Fotofase = 12:12 h).	98

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1. Adulto de <i>Callosobruchus maculatus</i> (A), ovo viável (B) e inviável (C).	14
Figura 2. Genótipos de feijão-caupi utilizados no <i>screening</i>	32
Figura 3. Sachê confeccionado em tecido de poliéster.	39
Figura 4. Arenas utilizadas para ensaios de atratividade com insetos adultos	40
Figura 5. Formas de utilização das diferentes formulações:	41
A) Pó vegetal; B) Sachê contendo pó vegetal; C) Óleo essencial.	41
Figura 6. Espécies botânicas selecionadas no <i>screening</i> com plantas: A) <i>Vitex agnus castus</i> ; B) <i>Lippia sidoides</i> ; C) <i>Mansoa alliacea</i> ; D) <i>Chenopodium ambrosioides</i> ; E) <i>Piper callosum</i> ; F) <i>Piper marginatum</i>	43
Figura 7. A) Detalhe da larva de <i>Callosobruchus maculatus</i> saindo do grão de IT85 F-2687. B) Larvas de <i>C. maculatus</i> que migraram dos grãos para o exterior antes da emergência do adulto.	95

EFEITOS DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI E DE ESPÉCIES BOTÂNICAS EM DIFERENTES FORMULAÇÕES SOBRE *Callosobruchus maculatus* (Fabr.). Botucatu, 2013. p. 117. Tese (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agronômicas. Universidade Estadual Paulista (UNESP).

Autor: MARIA DE JESUS PASSOS DE CASTRO

Orientador: EDSON LUIZ LOPES BALDIN

Coorientador: CARLOS FREDERICO WILCKEN

1. RESUMO

O caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) é considerado a principal praga durante o armazenamento de grãos de feijão-caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Devido à necessidade de desenvolvimento de estratégias de controle mais eficientes e menos agressivas ao meio ambiente, o uso de genótipos resistentes e/ou produtos provenientes de plantas surgem como alternativas bastante promissoras. Neste trabalho avaliou-se o efeito isolado e associado de genótipos de feijão-caupi e de espécies vegetais (pó, sachê e óleo essencial) sobre o comportamento e biologia de *C. maculatus*. Inicialmente, foi realizado um teste preliminar com 50 genótipos de feijão-caupi, avaliando-se a preferência para oviposição e o desenvolvimento do caruncho. Foram selecionados nove genótipos, que foram novamente avaliados quanto à oviposição (com e sem chance de escolha) e biologia do inseto. Posteriormente, avaliou-se o efeito de 14 plantas nas formulações pó (aplicado puro e dentro de sachês) e óleo essencial (extraído da planta fresca e da planta desidratada) sobre a atratividade, oviposição e mortalidade dos insetos adultos. Com base nestes resultados, foram selecionados três genótipos (dois resistentes e um suscetível) e seis espécies vegetais na forma de óleo essencial extraído da planta fresca, para os quais foi avaliado o efeito associado sobre a atratividade e mortalidade dos adultos, preferência para oviposição e biologia do inseto. Os genótipos IT85 F-2687, MNC-510-8 e MN05-841 B-49

foram caracterizados como portadores de resistência do tipo não-preferência para oviposição e o IT81 D-1045 Ereto como portador de antibiose contra *C. maculatus*; opostamente, BRS-Urubuquara foi caracterizado como suscetível. As espécies vegetais *Lippia sidoides* Cham., *Vitex agnus castus* L., *Mansoa alliacea* (Lam.) A. Gentry e *Chenopodium ambrosioides* L. se destacaram por provocar elevada mortalidade aos insetos, reduziram e/ou impediram a oviposição e a emergência, enquanto *Piper marginatum* Jacq. e *Piper callosum* Ruiz & Pav., além de reduzirem a oviposição e a emergência, afetaram o consumo, o período de desenvolvimento e o peso dos insetos. No teste de atratividade com todas as espécies vegetais, *L. sidoides* foi a mais repelente. Quanto à associação dos fatores, para o teste de atratividade só houve interação significativa na presença dos óleos de *V. agnus castus* e *M. alliacea*. Para os demais parâmetros avaliados, a interação foi significativa para o total de ovos, percentual de ovos viáveis, número de adultos emergidos, consumo e peso de insetos, com destaque para a associação com o óleo essencial de *C. ambrosioides*.

Palavras-chave: Resistência de plantas, plantas inseticidas, grãos armazenados.

EFFECTS OF COWPEA GENOTYPES AND BOTANICAL SPECIES IN DIFFERENT FORMULATIONS ON *Callosobruchus maculatus* (Fabr.). Botucatu, 2013. p.117. Tese (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agronômicas. Universidade Estadual Paulista (UNESP).

Author: MARIA DE JESUS PASSOS DE CASTRO

Adviser: EDSON LUIZ LOPES BALDIN

Co-adviser: CARLOS FREDERICO WILCKEN

2. SUMMARY

The cowpea weevil *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) has been described as the most important post-harvest storage pest of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Due to the need of development of more efficient and less harmful strategies for controlling this pest, the use of resistant genotypes and/or botanical products emerges as a very promising alternative. This study evaluated the isolated and associated effects of cowpea genotypes and plant species (powder, sachet and essential oil) on the behavior and biology of *C. maculatus*. Initially, 50 cowpea genotypes were evaluated for oviposition preference and its effects on the weevil development. Nine selected cowpea genotypes were again evaluated for oviposition (free and no-choice tests) and insect biology. Next, the effect of fourteen plants as powder formulations (mixed with de grains and within sachets) and essential oil (from fresh plant and dried plant) were evaluated on attractiveness, mortality and oviposition. Based on these results, three genotypes (two resistant and one susceptible) and six plant species as essential oil extracted from fresh plant were chosen for assessment of the associated effect on the attractiveness and adults mortality, oviposition preference and insect biology. The genotypes IT85 F-2687, MNC-510-8 e MN05-841 B-49 were characterized as having resistance of nonpreference for oviposition and IT81 D-1045 Ereto expressing antibiosis to *C. maculatus*. On the other hand, the genotype BRS-Urubuquara

was the most susceptible. The plant species *Lippia sidoides* Cham., *Vitex agnus castus* L., *Mansoa alliacea* (Lam.) A. Gentry and *Chenopodium ambrosioides* L. caused high levels of insect mortality, reduced and/or prevented oviposition and emergence, while *Piper marginatum* Jacq. and *Piper callosum* Ruiz & Pav., besides reducing oviposition and emergence, thus affecting consumption, the development period and the insects' weight. In the attractiveness test with all plant species, *L. sidoides* was the most repellent. Regarding the association of strategies, the interaction for attractiveness test was significant only when involved the essential oils of *V. agnus castus* and *M. alliacea*. For other biological parameter, we found significant interaction for the number of adults emerged, consumed grain weight and insects' weight, especially when these resistant genotypes were treated with the *C. ambrosioides* essential oil.

Keywords: Plant resistance, plant insecticide, stored grains

3. INTRODUÇÃO

O feijão-caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., comumente conhecido como feijão-de-corda, feijão macassar, feijão-catador ou feijão fradinho é uma cultura de destaque nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. Esta leguminosa representa alimento de grande importância, tanto no aspecto econômico, pelo baixo custo de produção, por apresentar ciclo curto, baixa exigência hídrica e rusticidade para se desenvolver em solos de baixa fertilidade quanto pelo suprimento dos valores nutricionais que a constitui importante fonte de proteínas, carboidratos, alto teor de fibra, vitaminas, minerais, além de possuir baixa quantidade de lipídios (SINGH et al., 2002; FREIRE FILHO et al., 2005).

O caupi possui uma grande variabilidade genética, o que o torna viável para várias finalidades, sob diversos sistemas de produção. A cultura também apresenta grande plasticidade, adaptando-se bem a diferentes condições ambientais, constituindo-se assim uma espécie de grande valor atual e com amplas possibilidades de uso (FREIRE FILHO et al., 2005).

Dentre os problemas relacionados à cultura do caupi, destacam-se os insetos-praga, que prejudicam os diversos estágios de desenvolvimento da cultura no campo e aqueles que danificam os grãos armazenados. Dentre as principais pragas no período de armazenamento, o caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Chrysomelidae:

Bruchinae) é considerado o mais importante. O seu ataque inicia-se antes da colheita e intensifica-se na estocagem, podendo provocar perdas totais (ARRUDA; BATISTA, 1998).

A necessidade de armazenar produtos com a finalidade de servir de alimento criou condições ótimas para os insetos que atacam esses produtos. Grande parte das pragas que atacam grãos armazenados desenvolve-se bem em condições de temperatura e umidade do ar relativamente elevadas. Tais condições são altamente favoráveis ao desenvolvimento de insetos, devido à estabilidade do ambiente de armazenamento e por encontrarem fonte natural de alimento (BARBOSA, 1976 apud ARRUDA; BATISTA, 1998, LAZZARI; LAZZARI, 2009).

Os danos causados por *C. maculatus* são decorrentes da oviposição na superfície dos grãos e posterior penetração das larvas no interior dos mesmos. O ataque resulta em perda de peso, desvalorização comercial, redução do valor nutritivo, do grau de higiene do produto (presença de excrementos, ovos e insetos) e do poder germinativo das sementes (GALLO et al., 2002; ALMEIDA et al., 2005).

O controle químico na forma de fumigação tem sido uma prática muito comum na desinfestação dos grãos, mas devido à inobservância das recomendações de uso, aplicação de subdosagens e desrespeito quanto ao período residual dos inseticidas, vários insetos-praga vêm desenvolvendo resistência a diversos ingredientes ativos dos produtos sintéticos. Além disso, as condições de armazenamento disponíveis para a maioria dos agricultores permitem reinfestações, aumentando a frequência de utilização de inseticidas (ALMEIDA et al., 2006).

Por outro lado, a crescente preocupação da sociedade em relação aos possíveis efeitos colaterais dos agrotóxicos, tais como toxicidade a aplicadores, poluição ambiental e presença de resíduos em alimentos, tem incentivado estudos com táticas alternativas de controle de pragas, como o uso de inseticidas de origem vegetal (TAVARES; VENDRAMIM, 2005) e cultivares geneticamente resistentes (LARA, 1991; PANDA; KHUSH, 1995, SMITH, 2005).

A associação dessas duas técnicas para o controle desse caruncho é provável que seja mais bem sucedida do que a dependência de uma delas isoladamente, devido à possibilidade de efeito aditivo e/ou sinérgico entre elas, pois em um programa de controle integrado dessa praga, o uso de uma variedade de feijão-caupi resistente pode melhorar a efetividade de inseticidas, dificultando o desenvolvimento de resistência pelos insetos. Além disso, pode favorecer diretamente ao produtor, não só pelo menor custo e facilidade de utilização, mas também pela redução das perdas pós-colheita, pelo fato de não deixarem resíduos nos alimentos, sem comprometimento do meio ambiente (LALE; MUSTAPHA, 2000).

Com base nessas considerações, e tendo em vista os prejuízos causados por *C. maculatus* durante o armazenamento do feijão-caupi, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito isolado e associado de genótipos desse feijoeiro e produtos de origem vegetal em diferentes formulações sobre o comportamento e o desenvolvimento de *C. maculatus* em laboratório.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 O feijão-caupi

O feijão-caupi é uma planta Dicotyledonea, que pertence à ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolineae, gênero *Vigna*, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (VERDCOURT, 1970; MARÉCHAL et al., 1978, PADULOSI; NG, 1997 citados por FREIRE FILHO et al., 2005). É uma cultura de origem africana, introduzida no Brasil na segunda metade do século XVI pelos colonizadores portugueses no estado da Bahia (FREIRE FILHO, 1988).

Trata-se de uma leguminosa de fácil adaptação, com grande valor nutritivo, sendo cultivado em diversas partes do mundo, proporcionando emprego e renda para milhares de pessoas. Representa alimento básico, exercendo a função social de suprir necessidades alimentares, principalmente de populações mais carentes, com potencial nutricional relativamente superior ao do feijão-comum *Phaseolus vulgaris* L. (TEIXEIRA et al., 1988; FREIRE FILHO et al., 2005).

No Brasil, são cultivadas várias espécies de feijão; entretanto, para efeito de regulamento técnico, somente o feijão-comum, espécie *P. vulgaris* e o feijão-caupi, espécie *V. unguiculata* são consideradas como feijão pelo Ministério da Agricultura, Pecuária

e Abastecimento – MAPA (BRASIL, 2008). Essas duas espécies são as mais importantes do ponto de vista social e econômico no País. A produção de feijão-caupi concentra-se nas regiões Nordeste e Norte e está se expandindo para a região Centro-Oeste, principalmente no Estado de Mato Grosso (FREIRE FILHO et al., 2011a).

Na região Nordeste, a produção tradicionalmente concentra-se nas áreas semiáridas, onde outras culturas anuais, em razão da irregularidade das chuvas e das altas temperaturas, não se desenvolvem satisfatoriamente. A produção de feijão-caupi, nas regiões Nordeste e Norte, é feita por agricultores familiares e empresariais, mas principalmente pelos primeiros, que ainda utilizam práticas tradicionais. Já na região Centro-Oeste, onde o feijão-caupi passou a ser cultivado em larga escala a partir de 2006, a produção provém principalmente de médios e grandes empresários, que praticam uma lavoura altamente tecnificada (FREIRE FILHO et al., 2011a).

Atualmente o cultivo do feijão-caupi está se expandindo para o cerrado das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, onde é incorporado aos arranjos produtivos como safrinha após as culturas da soja e do arroz, e, em alguns locais, como cultura principal. Nestas regiões, principalmente quando é cultivado em forma de safrinha, o feijão-caupi tem um custo muito competitivo, fator que tem feito aumentar o interesse dos produtores pela cultura. A oferta de um produto padronizado, de alta qualidade, em quantidade e com regularidade, vem despertando o interesse de agroindústrias de outras regiões e está contribuindo para a abertura de novos mercados para a cultura (FREIRE FILHO et al., 2011a).

De acordo com Silva (2009), os dados disponíveis na FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura) sobre a produção mundial de feijão-caupi, no ano de 2007, indicam que a cultura atingiu 3,6 milhões de toneladas em 12,5 milhões de hectares. Esta produção compreende 36 países, destacando-se entre os maiores produtores a Nigéria, o Niger e o Brasil, respectivamente, os quais representam 84% da área e 70,9% da produção mundial. No entanto, Singh (2006) apontou que a produção de feijão-caupi é sócio-economicamente importante em mais de 65 países, indicando a ausência de informação de vários países nos dados da FAO.

No Brasil, o Serviço de Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) publica os dados das duas espécies de feijão de forma conjunta. Esse procedimento impossibilita que se saiba, de forma direta, qual a participação de cada espécie na produção total de feijão do país (FREIRE FILHO et al., 2011b). No entanto, desde a década de oitenta as estimativas da participação percentual do feijão-caupi na produção total de feijão do país foram feitas pela Embrapa Meio-Norte (FREIRE FILHO et al., 2011b), sendo estas estimativas realizadas com base nos dados dos anos em que houve acompanhamento da produção em separado (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA...1993; 1994; 1995; 1996; 1997; 1998; 2000; 2001; 2002; 2003; 2004; 2005). Nos estados onde não havia essa informação ou onde ela era incompleta, as estimativas foram feitas por meio de informações de técnicos de empresas de assistência técnica, extencionistas, pesquisadores, produtores de grãos, produtores de sementes e comerciantes (FREIRE FILHO et al., 2011b).

De acordo com esses dados, Freire Filho et al. (2011b) constataram que, na média do período de 2005 a 2009, a área cultivada com feijão-caupi correspondeu a 33,08%, da área total de feijão (feijão-comum + feijão-caupi) na região Norte; 60,80%, na região Nordeste e 18,05% na região Centro-Oeste. Verifica-se que, no mesmo período, a produção de feijão-caupi correspondeu a 37,64%, na região Norte; 45,67%, na região Nordeste e 9,12% na região Centro-Oeste. A produtividade do feijão-caupi correspondeu a 113% da produtividade de feijão da região Norte (feijão-comum + feijão-caupi); 75,3%, na região Nordeste e 53,26% na região Centro-Oeste. Considerando-se todo o território nacional, na média do período de 2005 a 2009, o feijão-caupi contribuiu com 37,53% da área colhida, 15,48% da produção e responsável por 42,20% da produtividade nacional. Considerando a média do período de 2005 a 2009, foi cultivada uma área de 1.391.386 ha, com uma produção de 513.619 t de feijão-caupi.

Ainda de acordo com Freire Filho et al. (2011b), alguns países já exportam feijão-caupi, incluindo-se o Brasil. Há também alguns países importadores na Europa e na Ásia, os quais constituem uma importante opção de mercado. Contudo, sabe-se

muito pouco sobre esse mercado, sobre suas exigências e quanto ao tipo ou tipos de grãos preferidos, principalmente no que se refere aos países asiáticos.

A comercialização de feijão-caupi é feita geralmente através de grãos secos ou verdes, vagens verdes, farinha para acarajé e sementes. Algumas cultivares são produzidas para o enlatamento e congelamento dos grãos e produção de sopas pré-cozidas (SILVA, 2011). Segundo o mesmo autor, nos Estados Unidos o feijão-caupi enlatado já é uma realidade e os tipos Blackeye (fradinho) e de tegumento e cotilédones verdes são os mais utilizados para essa finalidade. Isso reforça a ideia de que a produção de grãos visando o enlatamento tem grande importância para o agronegócio, agregando mais valor ao produto, gerando mais empregos e impostos, representando, assim uma via potencial para o desenvolvimento e a distribuição de renda.

A cultura do caupi, assim como outras de interesse agrônomo, enfrenta limitações de cultivo desde a sua implantação até a sua comercialização e, os insetos-praga estão entre os fatores bióticos que mais comprometem seu rendimento agrônomo.

4.2 Insetos-praga na cultura e nos grãos armazenados

O feijão-caupi é alvo de vários insetos e doenças causadas por vírus, fungos e bactérias, e os danos causados podem ser observados desde a semeadura até a fase pós-colheita. No Brasil, entre as principais pragas que causam danos diretos a esse feijão, merecem maior atenção a cigarrinha-verde (*Empoasca kraemeri* Ross & Moore), a mosca-minadora-das-folhas (*Liriomyza sativae* Blanchard), os tripses (*Thrips* spp.), o manhoso (*Chalcodermus bimaculatus* Fiedler) e a broca-do-colo (*Elasmopalpus lignosellus* Zeller). Entre as pragas que, além de causarem danos diretos, são vetoras de vírus, destacam-se as vaquinhas (*Cerotoma arcuata* Olivier e *Diabrotica speciosa* Germar), o pulgão (*Aphis gossypii* Glover), e a mosca-branca (*Bemisia tabacci* Gennadius biótipo B). No período pós-

colheita, o caruncho (*C. maculatus*) é o mais importante, sendo responsável pela maior parte das perdas ocorridas durante o armazenamento de grãos (FREIRE FILHO et al., 2005).

4.2.1 Aspectos biológicos e danos de *Callosobruchus maculatus*

Callosobruchus maculatus é originário da África, distribuindo-se nas regiões tropicais e subtropicais (HAINES, 1989). Seguindo as tendências atuais de estudos filogenéticos, esses insetos são considerados da família Chrysomelidae dentro da subfamília de Bruchinae, ordem coleoptera (REID, 1995, 2000 apud RIBEIRO-COSTA; ALMEIDA, 2009). No entanto, dependendo da classificação usada pelos autores, também podem ser considerados como uma família de Coleoptera – Bruchidae, dentro da superfamília Chrysomeloidea (RIBEIRO-COSTA; ALMEIDA, 2009). São classificados como pragas primárias internas, capazes de romper o grão para atingir o endosperma, do qual se alimentam. Além disso, seu desenvolvimento ocorre no interior dos grãos, o que possibilita a entrada de outros contaminantes. O adulto é um besouro de aproximadamente 3 mm de comprimento, apresentando élitros marrom-escuros com duas manchas pretas, que em repouso formam um “X” (Figura 1). Sua infestação pode iniciar-se no campo, onde as fêmeas depositam, em média, 80 ovos sobre as superfícies dos grãos (SILVA et al., 2005; BARBOSA, 2010).

Os ovos são de formato assimétrico, cor branca, medindo 0,5 mm de comprimento e 0,3 mm de largura, sendo depositados e aderidos aos grãos. Os ovos viáveis são de coloração branca opaca, enquanto os inviáveis são de coloração hialina (Figura 1). As larvas possuem coloração branca, cabeça marrom, formato curvilíneo e quando completamente desenvolvidas têm o comprimento de aproximadamente 3,0 mm; após a eclosão penetram diretamente nas sementes, onde completam todo o seu desenvolvimento. Ainda dentro dos grãos, transformam-se em pupas, com coloração branca e pernas e olhos vestigiais; quando próximo da emergência dos adultos, atingem aproximadamente 4,0 mm de comprimento e apresentam coloração marrom. Após a emergência, os adultos perfuram um

orifício de saída para reiniciar o ciclo biológico. Os adultos têm longevidade média de 5 a 8 dias e o ciclo completo possui duração aproximada de 21 dias, podendo variar conforme a temperatura. A razão sexual é de 1:1 (BASTOS 1981; QUINTELA et al., 1991; GALLO et al., 2002; SILVA et al., 2005).

De acordo com Santos (1971) as características que diferenciam macho e fêmea são: nos machos a cor de fundo, dos élitros é preta ao longo das margens laterais e ápices, sendo em outros pontos de pubescência principalmente dourada, apresentando alguns pelos escamiformes brancos; manchas medianas pretas (quando presentes), limitadas as seis interestrias exteriores. O pigídio tem uma cor de fundo completamente preto autestácea, com margens e linha mediana preta, e com pubescência castanho-clara ou cinzenta; quando comparado com o das fêmeas é bastante mais oblíquo. A armadura genital caracteriza-se por ter lóbulos laterais em forma de dedo, unidos na base, formando uma estrutura com forma de U.

Segundo o mesmo autor, as fêmeas apresentam cor de fundo preta ao longo das margens suturais dos élitros, assim como, nas margens laterais. Atravessando o centro existe uma barra mediana ligando as duas margens pretas. A pubescência varia do branco ao dourado e faz sobressair as áreas maculadas dos élitros. O pigídio tem cor de fundo testácea, com uma linha mediana com pubescência branca podendo estender-se para fora da área mediana. A armadura genital caracteriza-se por ter a bursa copulatrix piriforme com um par de finas estruturas em forma de taça perto do centro. Entre as duas taças há uma estrutura característica da espécie, com quatro dentes quitinosos, aparentemente inseridos perto da placa oval.

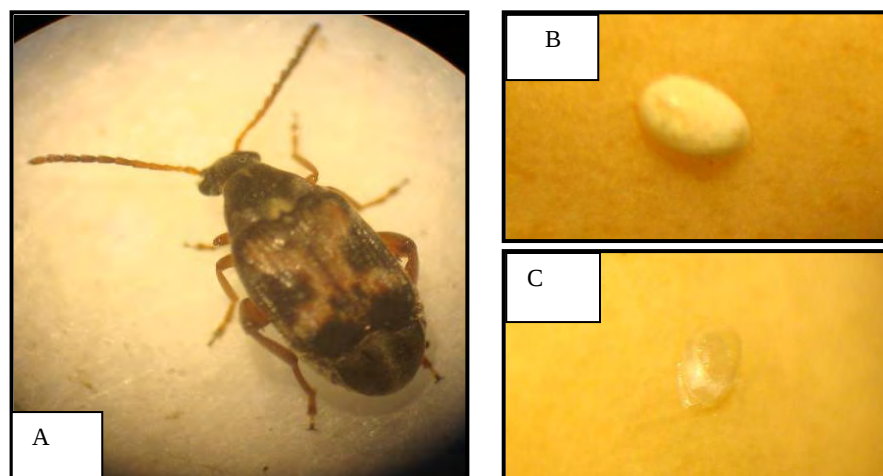


Figura 1. Adulto de *Callosobruchus maculatus* (A), ovo viável (B) e inviável (C).

O caruncho do feijão-caupi constitui-se na praga mais importante desse feijão armazenado (SILVA et al., 2005; BRITO et al., 2006). O ataque deste inseto pode causar danos diretos como perda de peso, redução do poder germinativo e do valor nutricional. Indiretamente, causa desvalorização comercial dos grãos, devido à presença de insetos mortos, ovos e excrementos (QUINTELA et al., 1991; GALLO et al., 2002; ALMEIDA et al., 2005).

4.3 Métodos de controle de *Callosobruchus maculatus*

4.3.1 Controle químico

A fim de evitar danos no armazenamento, o uso de produtos químicos permanece, até o momento, indispensável para impedir perdas nas culturas causadas por pragas. Os inseticidas têm controlado efetivamente muitas espécies de insetos, mas seu uso intensivo tem acarretado sérios problemas de ordem toxicológica e ambiental (MEDEIROS et al., 2007).

O controle químico de *C. maculatus* é realizado comumente através de expurgo em todo o material a ser estocado. Na operação de expurgo, são empregados defensivos fumigantes, sendo a fosfina (fosfeto de alumínio) a mais utilizada atualmente, podendo ser realizada com os grãos a granel ou ensacados (SILVA et al., 2005). A fosfina desempenha um papel importante na proteção dos grãos armazenados, devido ao seu baixo custo, rápida dispersão no ar e baixa quantidade de resíduos; no entanto, estas vantagens imediatas têm contribuído para o aumento da dependência sobre este fumigante (WANG et al., 2006). Nos últimos anos, a utilização de fosfina para proteger grãos armazenados tem crescido bastante devido à eliminação progressiva do fumigante brometo de metila (RAJENDRAN, 2001).

Embora a fumigação apresente boa eficiência, a inobservância das práticas corretas, a aplicação de subdosagens e o desrespeito ao tempo mínimo de contato dos inseticidas, resultam num rápido ganho de resistência a tais produtos (ZETTLER; CUPERUS, 1990, HAGSTRUM et al., 1999), podendo afetar os inimigos naturais, favorecendo assim a proliferação das pragas. Além disso, fumigações frequentes elevam os custos de produção e podem causar danos ao ambiente e à saúde humana (ALMEIDA et al., 2006). As condições inadequadas de armazenamento que permitem reinfestações e as limitações de ordem econômica também limitam um maior sucesso no emprego dessa tática (CHAVES; VENDRAMIM, 1995).

Assim, torna-se necessária a busca de outros métodos de controle como uma alternativa ao uso de inseticidas organossintéticos; tais como a utilização de genótipos resistentes e produtos naturais extraídos de plantas não cultivadas (VENDRAMIM; SCAMPINI, 1997).

4.3.2 Aspectos relacionados à resistência de *Vigna unguiculata*

O uso de genótipos resistentes pode ser uma tática promissora para o manejo de *C. maculatus*, uma vez que é capaz de manter a população da praga abaixo do nível de dano econômico, sem causar distúrbios ou poluição ao meio ambiente. Além disso, não exige conhecimentos específicos do agricultor, é de fácil utilização, apresenta baixo custo e é compatível com outros meios de controle, estando em consonância com a filosofia do Manejo Integrado de Pragas (LARA, 1991; LALE; EFEOVBOKHAN, 1991; VENDRAMIM; GUZZO, 2009).

Planta resistente, segundo Rossetto (1973), Lara (1991) e Smith (2005), pode ser definida como aquela que devido à sua constituição genotípica é menos danificada que uma outra, em igualdade de condições.

A resistência de plantas a insetos se manifesta por meio de três tipos denominados, antixenose ou não-preferência, antibiose e tolerância. A não-preferência é uma característica da planta que dificulta a alimentação, oviposição e abrigo pelos insetos e pode ter como causas a presença de aleloquímicos ou características morfológicas indesejáveis a estes. A antibiose é um conjunto de caracteres da planta que afeta negativamente a biologia dos insetos que a utilizam normalmente como alimento. Uma planta que expressa antibiose pode afetar o potencial reprodutivo do inseto devido à mortalidade da fase imatura, baixa emergência de adultos, além de redução no tamanho e peso dos indivíduos. Este mecanismo também pode alterar a longevidade, oviposição, mortalidade, fecundidade e promover o alongamento do ciclo do inseto, entre outros. Os aleloquímicos estão relacionados entre as causas da antibiose pelas plantas. A tolerância é uma característica da planta que permite a esta suportar o ataque dos insetos, sem afetar a biologia e o comportamento destes, sem que haja queda significativa na quantidade e qualidade da produção (KOGAN, 1979; PANDA, 1979; LARA, 1991; SMITH, 2005).

As plantas possuem uma matriz de defesa física ou química de mecanismos contra herbívoros. Como exemplos de defesas físicas, células de plantas têm paredes celulares rígidas, normalmente ricas em tricomas, ligninas e suberinas, ou elas produzem gomas e ceras com um potencial repulsivo contra predadores (BROGLIE; BROGLIE, 1993). Defesas químicas frequentemente envolvem a participação de metabólitos secundários, tais como fitoalexinas, não protéicos, aminoácidos, fenóis etc. Elas também podem incluir proteínas, tais como inibidores de proteases, lectinas, α -amilase, inibidores de enzimas hidrolíticas tais como quitinases e glucanases, ribossoma de inativação de proteínas, tioninas, defensinas e as duas proteínas de armazenamento, funcionais, vicilinas (MACEDO et al., 1993; FERNANDES; XAVIER FILHO, 1998) e arcelinas (OSBORN et al., 1988; CARDONA et al., 1990).

O Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA) foi pioneiro no desenvolvimento de várias linhagens de caupi com diferentes graus de resistência à infestação ao bruquídeo. A resistência destas variedades de caupi pode ser atribuível às características físicas e/ou químicas dos revestimentos das sementes ou cotilédones. As características físicas das sementes, tais como cor, textura, tamanho e dureza têm sido implicadas na resistência de algumas variedades de feijão-caupi a *C. maculatus*, sendo verificada através da redução na oviposição (AKINGBOHUNGBE, 1976; NWANZE; HORBER, 1976 apud LALE; MAKOSHI, 2000; MESSINA; RENWICK, 1985; KHATTAK et al, 1987; KITCH et al, 1991, LALE; EFEOVBOKHAN, 1991; MBATA, 1992). Os fatores químicos no tegumento e cotilédones de caupi são conhecidos por exercerem efeitos antixenóticos e antibióticos e, na maioria dos casos, promovem uma imperfeita eclosão das larvas, além de alta mortalidade e desenvolvimento prolongado (GATEHOUSE et al., 1984; LALE; EFEOVBOKHAN, 1991; LALE; KOLO, 1998).

Alguns acessos de feijão-caupi, como TVu 2027, foram identificados na Nigéria, selecionados a partir de uma coleção de um grande germoplasma do IITA e vêm demonstrando moderada resistência contra *C. maculatus* (SINGH et al, 1985). Estes materiais têm sido utilizados em programas de melhoramento para o estabelecimento de variedades

resistentes. Muitos trabalhos têm confirmado que TVu 2027 e alguns dos seus descendentes, como o genótipo IT81 D-1045 apresentam níveis significativos de resistência ao ataque de *C. maculatus* (MESSINA; RENWICK, 1985; DICK; CREDLAND, 1986; MBATA, 1993). A resistência destes genótipos têm sido associada com formas variantes de proteínas de reserva (7S), que são capazes de interferir no desenvolvimento dos bruquídeos (MACEDO et al., 1993).

Dick e Credland (1986) sugeriram a utilização dos fatores físicos para complementar os fatores bioquímicos encontrados em TVu 2027. Entretanto, relatos sobre o efeito de algumas dessas características físicas, especialmente tegumento, sobre a oviposição e sobrevivência de *C. maculatus* são inconsistentes. Por exemplo, Nwanze e Horber (1976), citados por Lale e Makoshi (2000), observaram que *C. maculatus* prefere sementes de revestimento liso a sementes rugosas para oviposição. No entanto, Lale e Efeovbokhan (1991) demonstraram uma preferência do bruquídeo para oviposição em semente enrugada sobre as sementes lisas. Lale e Kolo (1998) sugeriram que a presença de fatores bioquímicos no tegumento, independentemente da textura da semente, pode causar redução de oviposição e baixa sobrevivência desses bruquídeos em algumas variedades de feijão-caupi resistentes.

No Brasil, diversas pesquisas têm sido conduzidas, visando detectar genótipos de feijão-caupi resistentes a *C. maculatus*, bem como identificar os possíveis mecanismos atuantes. Pessoa et al. (1993) observaram a ocorrência de resistência por antibiose nas cultivares Pitiúba e BR1-Poty; Chaves e Vendramim (1995) caracterizaram as cultivares TVu 612, CNCx 24-016E e Alagoas como possuidoras de moderada resistência do tipo antibiose contra o caruncho.

Diferentes cultivares foram testadas por Barreto e Quinderé (2000) e apresentaram variabilidade quanto à preferência para oviposição, número de insetos emergidos e número de sementes danificadas. Dentre os parâmetros avaliados, verificou-se que as cultivares EVx 37-2E e EVx-37-15E sofreram menores danos pelo caruncho e as variáveis número de ovos, número de insetos emergidos e sementes danificadas mostraram-se positivas e significativamente correlacionadas entre si. Lima (2000) identificou os genótipos IT89KD-

245, TE90-180-10E, CNCx-409-12F, IT86D-716, IT89KD-260 e BR 17-Gurguéia como promissores para o controle do caruncho e Lima et al. (2001a) relataram que os genótipos IT89KD-245 e CNCx-955-1F possuem resistência do tipo não-preferência para a oviposição contra essa praga. Lima et al. (2001b) também relataram que os genótipos IT89KD-245 e IT89KD-260 mantiveram a resistência ao longo de seis gerações do caruncho, indicando a não adaptação do inseto a esses genótipos.

Costa e Boiça Júnior (2004) verificaram que os genótipos TE90 170 29F, TE90 170 76F, CNCx 405 17F e TE 87 108 6G apresentaram resistência do tipo não-preferência para alimentação e/ou antibiose, sendo que os dois últimos também apresentaram não preferência para oviposição. Carvalho et al. (2011) avaliaram a resistência de nove genótipos de feijão-caupi do Banco de Germoplasma da Embrapa Roraima e concluíram que os genótipos BRS-Patativa e BRS Paraguaçu foram os menos ovipositados e também apresentaram antibiose. A maioria desses autores, entretanto, considerou o nível de resistência obtido adequado e sugerem que esses materiais sejam explorados em programas de melhoramento genético para que haja um aumento na resistência ao *C. maculatus*.

4.3.3 Utilização de óleos essenciais e pós de origem vegetal

Outro método de controle que vem sendo intensivamente investigado para o manejo das populações de *C. maculatus* é o uso de plantas com propriedades inseticidas (OFUYA, 1990; OKONKWO; OKOYE, 1992; KÉITA et al., 2000; RAJA et al., 2001; KÉITA et al., 2001; AJAYI; LALE, 2001; BOEKE et al., 2004; BRITO et al., 2006; SAHAF; MOHARRAMIPOUR, 2008; PEREIRA et al., 2009; GUERRA et al., 2009; ILBOUDO et al., 2010; CASTRO et al., 2010; PANNUTI et al., 2012).

De acordo com Tavares e Vendramim (2005), o emprego de inseticidas botânicos no controle de pragas de grãos armazenados mostra-se bastante promissor, uma vez que as condições ambientais no interior das instalações de armazenamento

propiciam a maximização da atividade inseticida. Nestes locais, os inseticidas botânicos podem ser empregados nas formas de pós, extratos e óleos.

A extensa e diversificada flora do Brasil é um patrimônio natural de imenso potencial para o fornecimento de compostos do chamado metabolismo secundário. Alguns destes materiais já possuem aplicação comercial, como na produção de medicamentos, como aditivos de alimentos, nos cosméticos e na indústria agroquímica (inseticidas) (SANT'ANA, 2002).

Os produtos químicos produzidos pelos vegetais podem ser divididos em dois grandes grupos. O primeiro, essencial a todos os seres vivos, são os metabólitos primários, em que estão incluídos lipídeos, protéicos e glicídios. Já o segundo, são os metabólitos secundários, que apresentam estruturas complexas, de baixo peso molecular, e representam a fonte de substâncias farmacologicamente ativas devido à presença de marcante atividade biológica e, ao contrário dos metabólitos primários, são encontrados em baixas concentrações nas plantas (SIMÕES; SPITZER, 2000; BOURGAUD et al., 2001).

Durante muito tempo, os compostos resultantes do metabolismo secundário das plantas foram considerados apenas como produtos de excreção do vegetal. No entanto, atualmente são reconhecidos por sua associação direta com os mecanismos de adequação do vegetal a seu meio, podendo exercer funções ecológicas, atuando na inibição da germinação, proteção contra predadores e atração de polinizadores (BOURGAUD et al., 2001; SIMÕES et al., 1999). De acordo com Pascual-Villalobos (1996), os princípios ativos dos inseticidas botânicos são compostos resultantes do metabolismo secundário das plantas, sendo acumulados em pequenas e diferentes proporções nos tecidos vegetais com diversas funções específicas, como por exemplo, nas estratégias de defesa contra os insetos.

Os inseticidas botânicos apresentam uma série de vantagens em relação aos produtos sintéticos, com destaque para a menor possibilidade de desenvolvimento de resistência pelo inseto, uma vez que normalmente existe mais de um princípio ativo presente no produto vegetal, além de ser compatível com outros métodos de controle (GALLO

et al., 2002). Em adição, existe elevada disponibilidade de matéria-prima vegetal para formular estes produtos; os compostos são biodegradáveis, mais seletivos e não apresentam os efeitos colaterais típicos dos inseticidas convencionais (TAVARES, 2006).

4.3.3.1 Óleos essenciais

A International Standart Organization (ISO) define os óleos essenciais ou óleos voláteis como produtos obtidos de partes de planta mediante destilação por arraste a vapor d'água. As substâncias atraentes ou repelentes das plantas são principalmente de natureza terpênica e se apresentam como moléculas de baixo peso molecular e voláteis. Os gêneros botânicos que elaboram os compostos que constituem os óleos essenciais são distribuídos em um número limitado de famílias, como Myrtaceae, Lauraceae, Rutaceae, Lamiaceae, Asteraceae, Apiaceae, Cupressaceae, Poaceae, Zingiberaceae e Piperaceae (KNNAK; FIUZA, 2010).

Os principais constituintes dos óleos são os monoterpenos, seguidos pelos sesquiterpenos e pelos compostos aromáticos de baixo peso molecular. Os óleos essenciais compreendem mais de 60 componentes individuais. Os principais constituintes podem constituir até 85% do óleo, posto que os demais muitas vezes estão presentes apenas como traços (SENATORE, 1996). De acordo com Takabayashi et al. (1994), os óleos essenciais apresentam cerca de 30 a 40 compostos minoritários, em concentração inferior a 1%. Essas substâncias encontram-se nas plantas sob a forma de complexos, cujos componentes se integram e reforçam sua ação sobre o organismo.

Seus constituintes variam de hidrocarbonetos terpênicos, alcoóis simples e terpênicos, aldeídos, cetonas, fenóis e ésteres entre outros. Considerando-se que os compostos terpênicos constituem a maioria dos óleos essenciais, os monoterpenos mais comuns encontrados nos óleos voláteis são linalol, geraniol, tujona, cânfora e limoneno. Entre

os sesquiterpenos mais comuns encontram-se farnesol, nerolidol, bisaboleno e outros (SIMÕES et al., 2003).

Alguns óleos essenciais têm alta toxicidade, ação repelente, são inibidores da alimentação, além de exercerem influência no desenvolvimento de organismos vivos, como insetos (SAITO; LUCCHINI, 1998). No entanto, a atividade repelente é o modo de ação mais comum desses óleos e de seus constituintes majoritários. Por meio da ação de contato podem interagir com o tegumento do inseto, além de atuar em suas enzimas digestivas e neurológicas (ISMAN, 2006). O modo de ação pode estar relacionado diretamente aos compostos terpenóides, como a inibição da acetilcolinesterase (VIEGAS JÚNIOR, 2003).

Assim, diversas espécies vegetais têm sido utilizadas na forma de óleo essencial para o controle de *C. maculatus*. Em estudo comparativo da composição química e atividade contra o bruquídeo com 18 acessos de uma coleção de germoplasma dos óleos essenciais de *Ocimum basilicum* L. (Labiatae), Pascual-Villalobos e Ballesta-Acosta (2003) verificaram que alguns óleos essenciais inibiram a oviposição (repelência) e outros causaram mortalidade de 40 a 100% (toxicidade) de *C. maculatus*, sendo que o eugenol e o metil chavicol foram os principais compostos identificados nos óleos tóxicos.

Kéita et al. (2000) testaram os óleos essenciais das espécies *Tagetes minuta* (L.) (Compositae), *Hyptis suaveolens* (Poit.) (Lamiaceae), *Ocimum canum* Sims. (Labiatae), *O. basilicum* (extraídos por destilação a vapor) e *Piper guineense* (Schum and Thon) (Piperaceae) (extraído por hidrodestilação e extração de etanol), sendo o pó de caulim (argila) misturado (aromatizado) com estes diferentes óleos. A fumigação com óleos essenciais puros e pós de caulim aromatizados foi realizada em adultos e ovos de *C. maculatus*. Após 24 h da fumigação, os autores relataram 99 e 0% de mortalidade de adultos, respectivamente, como resultado dos tratamentos com *O. basilicum* e o controle. A aplicação de pós aromatizados com os mesmos óleos para o caruncho resultou em uma completa falta de oviposição. A aplicação de pós-aromatizados não teve efeito significativo na eclosão das larvas, mas teve impacto significativo na emergência de adultos: 0% para os dois tratamentos em comparação com 100% nos controles.

Posteriormente, Kéita et al. (2001), trabalhando com os óleos essenciais das espécies *O. basilicum* e *Ocimum gratissimum* L., estimaram uma CL₅₀ de 65 µL/g e 116 µL/g de óleo para *C. maculatus*, respectivamente, após um período de exposição de 48 horas.

Raja et al. (2001) avaliaram o número de ovos, mortalidade, emergência de adultos e danos de *C. maculatus* em sementes de feijão-caupi tratadas com óleos voláteis derivados de *Mentha arvensis* L., *Mentha piperata* L., *Mentha spicata* L. (Lamiaceae) e *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle (Poaceae) durante 4 meses. Os autores constataram que todos os óleos influenciaram significativamente todos os parâmetros, com uma ordem de potencial decrescente entre as espécies *M. spicata*, *M. piperata*, *M. arvensis* e *C. nardus*.

Ajayi e Lale (2001) utilizaram 20 g de grãos de seis cultivares de *Vigna subterranea* (L.) com tegumentos liso, áspero e rugoso, tratados com 2 mg dos óleos essenciais (em 0,2 mL de solvente acetona) de *Eugenia caryophyllata* Thunb. (Myrtaceae), *Piper nigrum* L. (Piperaceae) e *Zingiber officinale* Roscoe. (Zingiberaceae). Os autores verificaram que a textura dos tegumentos das cultivares utilizadas influenciaram o potencial inseticida dos óleos, reduzindo significativamente a oviposição e a emergência de adultos de *C. maculatus* nos grãos das cultivares de tegumento liso durante 90 dias de armazenamento. Ainda segundo esses autores, uma possível explicação para isso é que a superfície lisa, talvez permita uma distribuição uniforme maior do óleo, proporcionando melhor contato com os ovos e/ou larvas.

Ketoh et al. (2006) observaram que o óleo essencial puro extraído de *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng. e do seu principal constituinte, piperitone, foram efetivos como fumigantes sobre diferentes estágios do desenvolvimento de *C. maculatus*. Piperitone foi mais tóxico para adultos, com um valor CL₅₀ de 1,6 µL/L de ar versus 2,7 µL/L de ar obtido com o óleo puro.

Pereira et al. (2009), utilizando óleos essenciais de *Cymbopogon martini* (Roxb.) Wats., *Piper aduncum* L. e *Piper hispidinervum* C. DC. (Piperaceae) na concentração de 50 µL de óleo/20 g de feijão-caupi, obtiveram 100% de mortalidade de adultos de *C. maculatus* nos primeiros minutos após a aplicação.

Ilboudo et al. (2010) estudaram a atividade biológica e a persistência dos óleos essenciais extraídos de *Ocimum americanum* L., *Hyptis spicigera* Lamarck, *H. suaveolens* (L.) e *Lippia multiflora* Moldenke (Verbenaceae). *O. americanum* mostrou-se muito tóxico para adultos de *C. maculatus* (CL₅₀ = 0,23 µL de óleo/L de ar), enquanto *H. suaveolens*, *H. spicigera* e *L. multiflora* exibiram altos valores de CL₅₀ (1,30 µL de óleo/L de ar; 5,53 µL de óleo/L de ar e 6 µL de óleo/L de ar, respectivamente). A persistência da atividade biológica dos quatro óleos foi variável, sendo *O. americanum* o mais persistente. Catorze dias após a aplicação, este óleo ainda mostrava a mesma atividade das primeiras horas após a sua aplicação.

A atividade fumigante de vapores de óleos essenciais destilados de *Carum copticum* C. B. Clarke (Apiaceae) e *Vitex pseudo-negundo* Hand I. MZT. (Verbenaceae) foi testada contra os ovos, larvas e adultos de *C. maculatus*. A influência de diferentes concentrações dos vapores de óleo essenciais sobre a eclosão dos ovos, larvas e mortalidade de adultos foi significativa. As concentrações letais dos óleos essenciais encontradas para matar 50 % da população (CL₅₀) para as larvas, ovos e adultos foram de 1,01, 2,50 e 0,90 µL de óleo/L de ar do óleo de *C. copticum* e de 2,20, 8,42 e 9,39 µL de óleo/L de ar do óleo essencial de *V. pseudo-negundo*, respectivamente. *C. copticum* foi mais tóxico que *V. pseudo-negundo* em todos os estágios de crescimento de *C. maculatus* (SAHAF; MOHARRAMIPOUR, 2008).

4.3.3.2 Pós de origem vegetal

O emprego de plantas inseticidas, principalmente na forma de pós secos favorece especialmente o pequeno produtor, pelo menor custo, facilidade de utilização, sem exigência de pessoal qualificado. Além disso, as plantas podem ser cultivadas na propriedade, facilitando a sua utilização (MAZZONETTO; VENDRAMIM, 2003).

O controle de pragas de produtos armazenados com o emprego de pós vegetais pode ser resultante da repelência ou toxicidade desses produtos, o que se reflete no menor crescimento da população do inseto (PROCÓPIO et al., 2003). A redução da oviposição é um fator importante durante o armazenamento dos grãos, pois tende a eliminar a infestação do inseto gradativamente (BALDIN et al., 2009).

No que se refere a *C. maculatus*, resultados promissores têm sido obtidos com a utilização de pós, como o de Ofuya (1990), que testou o efeito de pós obtidos de 15 espécies vegetais sobre a oviposição de *C. maculatus* em feijão-caupi, observando redução na oviposição do inseto nas sementes misturadas a pós de *Nicotiana tabacum* L. (Solanaceae), *Erythrophleum suaveolens* (Guill. & Perr.) Brenan (Fabaceae) e *O. gratissimum*. Okonkwo e Okoye (1992) demonstraram que pós de folhas de mamona ocasionaram 100% de mortalidade para adultos de *C. maculatus* após um período de exposição de sete dias, apresentando essa atividade por mais de três meses.

Boeke et al. (2004) avaliaram a toxicidade e a repelência de 33 espécies vegetais sobre *C. maculatus*. Os autores verificaram que pós de *N. tabacum*, *Tephrosia vogelii* Hook.f. (Fabaceae) e de *Securidaca longepedunculata* Fers (Polygalaceae) afetaram a progênie do inseto. As espécies *Clausena anisata* (Willd.) Hook. f. ex Benth. (Rutaceae), *Dracena arborea* (Liliaceae), *T. vogelii*, *Mamordica charantia* L. (Cucurbitaceae) e *Blumea aurita* (Linn. f.) DC. (Asteraceae) apresentaram efeito repelente ao besouro.

Guerra et al. (2009) avaliaram a atividade inseticida dos pós de *Rosmarinus officinalis* (L.) (Lamiaceae), *Peumus boldus* (Mol.) (Monimiaceae), *Ilex*

paraguariensis (St. Hil.) (Aquifoliaceae) e *Pimpinella anisum* (L.) (Apiaceae) sobre *C. maculatus* e constataram que todas as plantas foram tóxicas a esse caruncho, verificando maior mortalidade nos insetos tratados com os pós de *P. boldus* e *I. paraguariensis*.

Castro et al. (2010), avaliando o efeito dos pós vegetais de *Piper tuberculatum* Jacq. (Piperaceae), *Lippia sidoides* Cham. (Verbenaceae), *Sapindus saponaria* L. (Sapindaceae), *Melia azedarach* L. (Meliaceae) sobre a oviposição de *C. maculatus*, observaram que o pó de *L. sidoides* proporcionou 100% de controle. Recentemente, Pannuti et al. (2012) avaliaram os efeitos dos pós de 11 espécies vegetais sobre *C. maculatus* e verificaram que os pós de *Chenopodium ambrosioides* L. (Chenopodiaceae) e *P. nigrum* reduziram a oviposição e a emergência de adultos do caruncho.

O uso de pós ou outras formulações provenientes das plantas pode ter importância prática no manejo de *C. maculatus*, isso porque as plantas com propriedades inseticidas apresentam diferentes compostos bioativos, os quais podem atuar de maneira conjunta sobre os insetos e com diferentes mecanismos de ação (BREUER et al. 2003). Uma vantagem da presença de diferentes compostos inseticida é o retardamento da seleção de indivíduos resistentes, pois estes podem atuar em sítios de ação diferenciados (SOUSA et al., 2008).

5. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os ensaios foram conduzidos nos laboratórios de Resistência de Plantas a Insetos e Plantas Inseticidas - LARESPI, pertencentes ao Departamento de Proteção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrárias - UNESP em Botucatu - SP, no período de 2010 a 2012, sob condições controladas ($T = 25 \pm 2^{\circ}\text{C}$; $\text{UR} = 60 \pm 10\%$ e fotofase = 12 horas) no interior de uma câmara climática tipo B.O.D.

5.1 Criação-estoque de *Callosobruchus maculatus*

A população inicial de *C. maculatus* foi obtida de uma criação do setor de Entomologia da Embrapa Meio-Norte. Durante todo o desenvolvimento da pesquisa, esta população foi multiplicada, a fim de fornecer insetos em quantidades suficientes para a execução das etapas propostas. Para esta criação utilizaram-se frascos de vidro transparentes com capacidade para 500 mL, fechados na parte superior com tampa rosqueável, na qual foi feita uma abertura circular, adaptando-se uma tela de nylon de 30 mesh, permitindo a aeração interna. Cada frasco recebeu 300 g de grãos de feijão-caupi, cultivar BRS-Guariba, sendo mantido nas mesmas condições anteriormente descritas. Os grãos contidos esses frascos foram

peneirados a cada 28 dias, sendo os adultos emergidos utilizados na infestação de novos frascos.

5.2 Obtenção dos genótipos de *Vigna unguiculata*

Inicialmente, para os estudos de resistência, foram utilizados 50 genótipos de feijão-caupi (Tabela 1). As sementes destes materiais foram multiplicadas e fornecidas pela Embrapa Meio-Norte e fazem parte do banco de germoplasma de feijão-caupi daquela empresa.

Tabela 1. Relação dos 50 genótipos de feijão-caupi utilizados nos ensaios de resistência para *C. maculatus*.

Genótipo	Genealogia / Origem
BR 14 – Mulato ¹	CNC0434 X CNCx27 – 2E
BR 17- Gurguéia ¹	BR10 – Piauí X CE -315
BR 3 – Tracueteua ¹	Selecionada na cultivar local “Quebra-cadeira” ou “Cheque-ouro”: procedente da região Nordeste do Brasil
BRS – Cauamé ¹	TE93-210-13F X TE96-282-22G
BRS – Milênio ¹	Selecionada na cultivar BR3-Tracueteua
BRS – Novaera ¹	TE97 – 404 – 1F X TE97- 404 – 3F
BRS – Pajeú ¹	CNCx405 – 17F X TE94 -268-3D
BRS – Paraguaçu ¹	BR10 – Piauí X Aparecido Moita
BRS – Potengi ¹	TE96-282-22E X TE93-210-13F
BRS – Rouxinol ¹	TE86-75-57E X TE _x 1-69E
BRS – Tumucumaqui ¹	TE96-282-22G X IT87 D-611-3
BRS – Urubuquara ¹	Selecionada na cultivar BR3-Tracueteua
BRS – Marataoã ¹	Seridó X TV _x 1836-013J
Canapuzinho ¹	Cultivar local- São Raimundo Nonato - Piauí
Canapuzinho 1-2 ¹	Selecionada na cultivar Canapuzinho - São Raimundo Nonato - Piauí
Capela ¹	Cultivar local – Capela do Alto – São Paulo
Corujinha ¹	Cultivar local - Barbalha - Ceará
Epace 10 ¹	Seridó x TV _u 1888
Inhuma ¹	Selecionada na cultivar local Inhuma: Inhuma-Piauí
Monteiro ¹	Selecionada na cultivar local Monteiro - Piripiri - Piauí

Tabela 1. (Coninuação)

Genótipo	Genealogia / Origem
Patativa ¹	CNC1735 X (CNCx926 - 4F X Paulista)
Paulistinha ¹	Cultivar local - Babalha - Ceará
Pingo-de-ouro-1-1 ¹	Selecionado na cultivar local Pingo de ouro/Iguatu - Ceará
Poços de Caldas – MG ¹	Selecionada em cultivar introduzida de triagem indefinida do Peru, provavelmente cultivar Vainablanca
Sanzi Sambili ¹	International Institute of Tropical Agriculture - IITA, Ibadan, Nigéria
Vainablanca ¹	Cultivar melhorada oriunda do Peru
IT81 D-1045	International Institute of Tropical Agriculture - IITA, Ibadan, Nigéria
Enramador ²	
IT81 D-1045 Ereto ²	International Institute of Tropical Agriculture - IITA, Ibadan, Nigéria
IT82 D-889 ²	International Institute of Tropical Agriculture - IITA, Ibadan, Nigéria
IT85 F-2687 ²	International Institute of Tropical Agriculture - IITA, Ibadan, Nigéria
IT86 D-716-1 ²	International Institute of Tropical Agriculture - IITA, Ibadan, Nigéria
MN05-841 B-49 ²	MNC00-599 F-9 X MNC99-537F-14-2
MNC04-786-B - 87-2 ²	MNC01-625E-10-1-2-5 X MNC99-554 D-10-1-2-2
MNC99 -505 G-11 ²	Canapuzinho X BR17-Gurguéia
MNC99 - 507 G-4 ²	BR14 Mulato X Canapuzinho
MNC99 - 507 G-8 ²	BR14 Mulato X Canapuzinho
MNC99-508-1 ²	TE90-180-88F X Canapuzinho
MNC99 - 510-8 ²	Paulista X TE90-180-88F
MNC99-510 G -16 ²	Paulista X TE90-180-88F
MNC99-541 F-15 ²	TE93-210-13F X TE96-282-22G
MNC99-541 F-21 ²	TE93-210-13F X TE96-282-22G
TE93 -244-23 F-1 ²	IPA 206 X TE86-73-3G
TE94 - 309 G-9 ²	CNCx405-24F X CNCx698-128G
TE97- 299 G-24 ²	CNCx405-17F X CNCx698-128G
TE97 - 304 G-4 ²	CNCx405-17F X TE94-268-3D
TE97 - 309 G-18 ²	CNCx405-24F X CNCx698-128G
TE97 - 309 G-24 ²	CNCx405-24F X CNCx698-128G
TVU-1593 ²	International Institute of Tropical Agriculture - IITA, Ibadan, Nigéria
TVU-36 ²	International Institute of Tropical Agriculture - IITA, Ibadan, Nigéria
TVU-382 ²	International Institute of Tropical Agriculture - IITA, Ibadan, Nigéria

CNC= Centro Nacional Caupi; MNC= Meio Norte Caupi; ¹ Cultivar; ² Linhagem.

5.3 Resistência de genótipos de *Vigna unguiculata* a *Callosobruchus maculatus*

5.3.1 *Screening*

Realizou-se um *screening* com os 50 genótipos de feijão-caupi (Figura 2), visando selecionar os materiais mais promissores para testes complementares. Após a colheita e beneficiamento, os grãos foram acondicionados em sacos plásticos e mantidos em câmara fria (2 a 3 °C) a fim de controlar possíveis infestações trazidas do campo. Antes da instalação dos testes, os grãos foram retirados da câmara fria, colocados em recipientes plásticos e acondicionados dentro de B.O.D. (condições ambientais já descritas) durante 10 dias para entrarem em equilíbrio higroscópico.

Avaliou-se a oviposição e alguns aspectos biológicos do inseto, quando confinado nos diferentes genótipos. Conforme metodologia de Costa e Boiça Júnior (2004), confinou-se cinco adultos (não sexados) do caruncho com idade máxima de 48 h em recipientes plásticos circulares (6 cm de diâmetro por 1 cm de altura) contendo 10 g de cada um dos genótipo, durante cinco dias no interior de uma B.O.D. (condições ambientais já descritas) para oviposição. Após esse período, os insetos foram retirados e os recipientes contendo os grãos retornaram para a mesma câmara climática. A oviposição foi avaliada quinze dias após a infestação inicial, anotando-se o número de ovos viáveis (coloração branca opaca) e inviáveis (coloração hialina) por genótipo, com auxílio de microscópio estereoscópico (aumento de 20 vezes).

A fim de se observar o número de insetos emergidos e o período de desenvolvimento (ovo-adulto), após 25 dias da infestação inicial, as parcelas passaram a ser avaliadas diariamente, peneirando-se os grãos de cada recipiente em rede apropriada e observando-se o número de insetos emergidos por dia e por genótipo. Após a contagem, os adultos emergidos foram acondicionados em frascos de vidro (2 cm de diâmetro x 5 cm de

altura) com tampas de borracha e imediatamente conduzidos a um *freezer* para que morressem rapidamente, evitando perdas de peso e sendo mantidos em perfeito estado de conservação.

Finalizadas as emergências (cinco dias consecutivos sem emergência), os frascos contendo os insetos emergidos foram abertos e colocados em estufa (40 °C) por dois dias; passado este período, e com o auxílio de balança de precisão, avaliou-se o peso seco dos adultos emergidos (mg). Para o cálculo da duração do ciclo biológico de ovo a adulto (dias) foi aplicada a média ponderada, dada pela fórmula $\sum x \cdot f / \sum x$, onde x= número de adultos emergidos no dia, f= número de dias para emergência (COSTA; BOIÇA JÚNIOR, 2004; LIMA et al., 2001a). A massa seca de grãos consumida (g) pelas larvas de todas as parcelas avaliadas foi determinada pela diferença entre a massa seca de alíquotas não infestadas e infestadas e dividida pelo número de adultos emergidos de cada repetição do tratamento correspondente.

Adotou-se um delineamento inteiramente casualizado, efetuando-se cinco repetições por genótipo. Para a seleção dos genótipos de maior potencial para as etapas subsequentes, realizou-se análise de variância pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott Knott ($P \leq 0,05$).

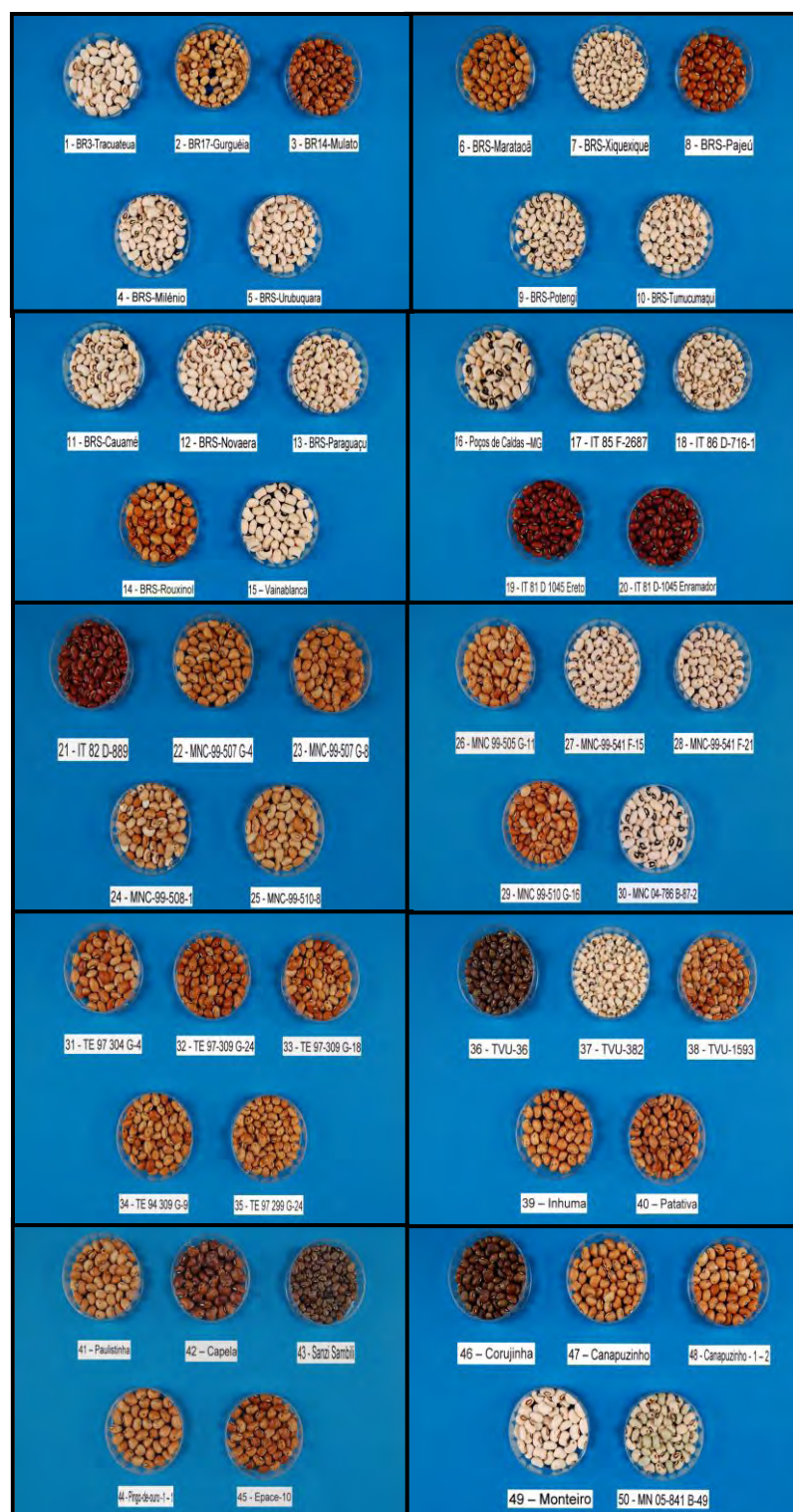


Figura 2. Genótipos de feijão-caupi utilizados no *screening*

5.3.2 Avaliação de atratividade e oviposição com os genótipos selecionados

5.3.2.1 Teste com chance de escolha

Foram selecionados nove genótipos a partir do *screening*: IT81 D-1045 Ereto, IT85 F-2687, MN05-841 B-49, MNC99-508-1, MNC99-510-8, TVu-1593, Canapuzinho 1-2, Sanzi Sambili (com indícios de resistência) e BRS – Urubuquara (suscetível).

Este teste foi realizado em arena circular horizontal de alumínio (ORIANI et al., 1996; LARA, 1997; MAZZONETTO; BOIÇA JÚNIOR, 1999; MAZZONETTO, 2002) com 35 cm de diâmetro e 5 cm de altura, contendo em seu interior, uma placa de isopor com 34,5 cm de diâmetro e 2 cm de altura. Na periferia da placa, foram feitas aberturas circulares equidistantes, onde foram encaixados recipientes (6 cm de diâmetro por 1 cm de altura) contendo os diferentes genótipos de feijão-caupi. O número de aberturas (nove) foi idêntico ao número de genótipos em teste. Em cada recipiente, foram acondicionados 10 g de grãos dos diferentes genótipos, liberando-se em seguida 180 adultos não sexados na região central da arena (proporção de 20 insetos por genótipo). Após as liberações, as arenas foram cobertas com tampas de vidro transparente e mantidas em sala climatizada nas condições ambientais já descritas.

Após um período de 24 h da liberação dos insetos, quantificou-se o número de indivíduos presentes nos recipientes de cada genótipo. Posteriormente às contagens, os recipientes foram fechados e os insetos mantidos em seu interior por mais quatro dias. Ao final desse período, os insetos foram retirados e a oviposição avaliada após 15 dias da infestação inicial. Nesse ensaio, cada arena representou uma repetição, efetuando-se 10 no total, em delineamento de blocos casualizados.

5.3.2.2 Teste sem chance de escolha

Em teste sem chance de escolha, 20 insetos adultos recém-emergidos foram acondicionados em potes de poliestireno cristal (4,0 de diâmetro x 5,0 cm de altura) com capacidade para 50 mL e tampa rosqueável, contendo amostras de 10 g de grãos de cada um dos genótipos previamente selecionados. Os insetos permaneceram em contato com os grãos por cinco dias, avaliando-se a oviposição 15 dias após a infestação inicial, por meio da contagem do número de ovos viáveis e inviáveis, com auxílio de microscópio estereoscópico (aumento de 20 vezes). Para cada genótipo foram efetuadas seis repetições em delineamento inteiramente casualizado.

5.3.3 Efeito dos genótipos selecionados sobre a biologia de *Callosobruchus maculatus*

Nesse teste, foram confinados 20 adultos recém-emergidos em recipientes (dimensões descritas em 5.3.2.2) contendo 10 g de grãos dos nove genótipos. Os insetos foram mantidos para oviposição por um período de 24 h (para se ter a certeza do dia da postura), sendo posteriormente removidos. Após 15 dias da infestação inicial foi feita a contagem do número de ovos viáveis e inviáveis. Foram avaliados os mesmos parâmetros descritos no item 5.3.1, utilizando-se a mesma metodologia descrita no referido item. Para cada genótipo foram efetuadas seis repetições em delineamento inteiramente casualizado.

5.4 Bioatividade de espécies vegetais sobre *Callosobruchus maculatus*

5.4.1 Obtenção e processamento de óleos essenciais e pós vegetais

Neste ensaio, as espécies vegetais investigadas foram selecionadas com base em relatos diversos de bioatividade (TAVARES, 2003; MAZZONETTO; VENDRAMIM, 2003; PROCÓPIO et al., 2003; SOUSA et al., 2005; TAVARES, 2006; PEREIRA; OLIVEIRA, 2008; BALDIN et al., 2009; ZOGHBI et al., 2009; CASTRO et al., 2010; PANNUTI et al., 2012) e também mediante informações coletadas com pesquisadores da área.

As estruturas das espécies vegetais utilizadas para obtenção dos pós e óleos essenciais foram coletadas entre dezembro de 2011 e março de 2012 e processadas em diversas instituições (Tabela 2), seguindo o seguinte procedimento: após a coleta, o material foi limpo e posteriormente transferido para estufa de ar circulante, regulada a 40°C para secagem por aproximadamente 48 h (tempo variável conforme a espécie). Em seguida, foram trituradas até a forma de pó em moinho de facas. Os pós foram acondicionados em frasco âmbar com tampa, e mantidos em ambiente seco até a realização dos ensaios (MATOS, 1997; SIMÕES, 2007).

Para a obtenção dos óleos essenciais, folhas secas e frescas das espécies vegetais foram submetidas à extração por hidrodestilação em aparelho do tipo Clevenger. No caso das folhas secas, o processo de desidratação das mesmas foi realizado em estufa de ar circulante com temperatura aproximada de 40°C. As folhas juntamente com água destilada foram submetidas a uma temperatura de extração de aproximadamente 100°C, durante um período de 90 minutos. Após a destilação, para eliminar traços de água remanescentes nos óleos essenciais, as amostras coletadas foram armazenadas à temperatura de -4°C, possibilitando assim, separar os óleos essenciais da água por meio de uma pipeta. As

Tabela 2. Relação das espécies botânicas e respectivos dados de coleta.

Espécie	Família	Estruturas utilizadas	Procedência	Voucher	Herbário
<i>Piper aduncum</i> L.	Piperaceae	Folhas	IQ/USP, SP	K-057	Inst. Jardim Botânico, RJ
<i>Piper crassinervium</i> Kunth	Piperaceae	Folhas	IQ/USP, SP	K-091	Inst. Jardim Botânico, RJ
<i>Piper tuberculatum</i> Jacq.	Piperaceae	Folhas	IQ/USP, SP	K-169	Inst. Jardim Botânico, RJ
<i>Piper diospyrifolium</i> Kunth	Piperaceae	Folhas	IQ/USP, SP	K-431	Inst. Jardim Botânico, RJ
<i>Piper solmsianum</i> C.DC.	Piperaceae	Folhas	IQ/USP, SP	K-487	Inst. Jardim Botânico, RJ
<i>Piper cernuum</i> Miq.	Piperaceae	Folhas	IQ/USP, SP	K-569	Inst. Jardim Botânico, RJ
<i>Piper arboreum</i> Aub.	Piperaceae	Folhas	IQ/USP, SP	K-053	Inst. Jardim Botânico, RJ
<i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth.	Piperaceae	Folhas	IQ/USP, SP	K-031	Inst. Jardim Botânico, RJ
<i>Piper marginatum</i> Jacq.	Piperaceae	Folhas	IQ/USP, SP	K-223	Inst. Jardim Botânico, RJ
<i>Piper callosum</i> Ruiz & Pav.	Piperaceae	Folhas	Itacoatiara, AM	8267	UFAM (HUAM)
<i>Mansoa alliacea</i> (Lam.) A. Gentry	Bignoniaceae	Folhas	Itacoatiara, AM	8651	UFAM (HUAM)
<i>Vitex agnus castus</i> L.	Verbenaceae	Folhas	Itacoatiara, AM	8268	UFAM (HUAM)
<i>Lippia sidoides</i> Cham. ¹	Verbenaceae	Folhas	Embrapa Meio-Norte	-	-
<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	Chenopodiaceae	Folhas	Patrocínio, MG	61.679	Uberlandense (HUFU)

¹ - Planta identificada pelas Dras: Maria Cano e Rita Pereira. Porém, botânicas do IPA (Pernambuco); amostra ainda não tombada no acervo da referida instituição.

amostras dos óleos essenciais foram estocadas em frascos de vidro âmbar recobertos por folha de alumínio e mantidas em freezer até a realização dos ensaios biológicos (SIMÕES, 2007).

5.4.2 Estimativa da CL₅₀ do pó vegetal e do óleo essencial para *Callosobruchus maculatus*

Antes da instalação dos ensaios com todas as espécies botânicas, foram realizados testes preliminares com pós e óleos essenciais de *C. ambrosioides* (MAZZONETTO; VENDRAMIM, 2003; PROCOPIO et al., 2003; TAVARES; VENDRAMIM, 2005; TAVARES, 2006) e de *P. aduncum* (BERNARD, 1995; MIRANDA et al., 2002; ESTRELA et al., 2006) visando estimar uma concentração equivalente à CL₅₀ para *C. maculatus* a ser utilizada como padrão nos ensaios definitivos para cada formulação. Através desses ensaios, constatou-se que tanto o pó quanto o óleo de *C. ambrosioides* foram tóxicos aos carunchos, sendo que o óleo matou 100% dos insetos até a menor dose testada (0,2 µL do óleo essencial puro); enquanto *P. aduncum* apenas o óleo foi eficiente. Diante disso, verificou-se a necessidade de diluir o óleo de *C. ambrosioides* a fim de se estimar a CL₅₀, razão pela qual na etapa do *screening* com plantas não se utilizou a CL₅₀ do óleo desta espécie como padrão, uma vez que o valor muito baixo poderia subestimar o potencial das outras espécies em avaliação.

Adotou-se para a comparação entre todas as espécies vegetais (*screening*) a CL₅₀ do pó de *C. ambrosioides* e a CL₅₀ do óleo de *P. aduncum*. Foram utilizadas diversas concentrações do pó de *C. ambrosioides* misturadas a 10 g de feijão-caupi cultivar BRS-Guariba, juntamente com 10 insetos (não sexados) com até 48 h de idade. Realizaram-se quatro repetições em delineamento inteiramente casualizado. Para os testes realizados com o pó de *C. ambrosioides* foram estimadas as concentrações que mataram cerca de 5 e 95% dos insetos, as quais foram aplicadas na fórmula de Finney (1971):

$$q = \sqrt[n+1]{a_n / a_1}$$

onde:

q = razão da progressão geométrica (p.g.)

n = número de concentrações a extrapolar

a_n = limite superior da p.g. (concentração que provocou mortalidade de cerca de 95%, determinada por meio de teste preliminar)

a_1 = limite inferior da p.g. (concentração que provocou mortalidade de cerca de 5%, determinada por meio de teste preliminar)

Assim, foram determinadas as concentrações testadas (a_1 ; a_1q ; a_1q^2 ; a_1q^3 ; a_1q^4 e a_1q^5), sendo o valor da CL_{50} estimado por meio da análise de Probit (FINNEY, 1971), com base no número de insetos mortos até o quinto dia. A CL_{50} estimada para os ensaios definitivos foi de 0,13 g de pó/10 g de substrato para pós e sachês.

Para a estimativa da CL_{50} do óleo foi realizado um teste de fumigação em recipientes plásticos com capacidade de 50 mL, contendo 10 g de feijão-caupi da cultivar BRS-Guariba, juntamente com 10 carunchos com até 48 h de idade. Os tratamentos consistiram de quatro doses 1, 2, 3 e 4 μ L do óleo essencial de folhas desidratadas de *P. aduncum* e uma testemunha (sem tratamento), em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Os óleos foram aplicados sobre um disco de papel filtro acoplado sob a parte interna da tampa dos recipientes, e sobre esta, foi passada uma película de papel filme para evitar a evaporação dos óleos. Ao final do quinto dia foi avaliada a sobrevivência dos insetos. Em função do pequeno volume disponível do óleo essencial dessa espécie, estimou-se a CL_{50} diretamente através da análise de Probit, cuja dose estimada foi de 1,1896 μ L; no

entanto, padronizou-se a dose de 1 μ L (gerando dentro do recipiente uma concentração de 20 μ L de óleo/L de ar) para ser utilizada nos ensaios definitivos.

5.4.3 *Screening* das espécies vegetais

Nesta etapa todas as espécies vegetais foram utilizadas na forma de pó e óleo essencial (respectivas CL₅₀ pré-estabelecidas), visando-se selecionar as espécies com maior potencial contra *C. maculatus* na melhor formulação. O pó, além de ser utilizado diretamente nos grãos, foi armazenado dentro de sachês. Esses sachês foram confeccionados de tecido de poliéster de estrutura porosa tipo TNT na cor branca e nas dimensões de 1,0 x 2,5 cm (Figura 3). Os óleos essenciais utilizados nos ensaios foram extraídos de duas maneiras: a partir de folhas desidratadas e a partir de folhas frescas.

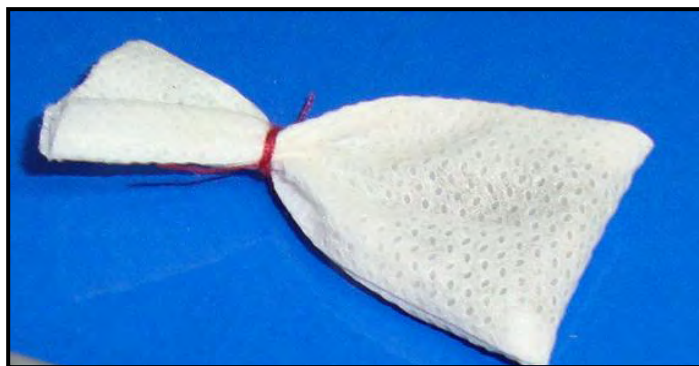


Figura 3. Sachê confeccionado em tecido de poliéster.

5.4.3.1 Avaliação de repelência sobre adultos de *Callosobruchus maculatus* em teste com chance de escolha

Na avaliação da repelência, cada espécie vegetal foi testada isoladamente, utilizando-se uma arena (adaptada de PROCÓPIO et al., 2003) formada por cinco recipientes de poliestireno cristal (4,0 de diâmetro x 5,0 cm de altura) com capacidade para 50 mL, sendo o recipiente central interligado simetricamente aos demais por tubos plásticos (10 cm de comprimento x 0,7cm de diâmetro), em diagonal (Figura 4). Amostras de 10 g de feijão-caupi cultivar BRS Guariba tratadas com as diferentes formulações (óleos na concentração de 20 μ L de óleo/L de ar e pós na concentração de 0,13 g de pó/10 g de substrato) e testemunhas (sem tratamento) foram distribuídas, respectivamente, em dois recipientes simetricamente opostos. No recipiente central foram liberados 40 insetos recém-emergidos e após 24 h, quantificou-se o número de insetos por recipiente.



Figura 4. Arenas utilizadas para ensaios de atratividade com insetos adultos

Os pós vegetais foram avaliados de duas formas: misturados diretamente aos grãos e acondicionados dentro dos sachês, os quais eram depositados junto aos grãos. Os óleos essenciais foram aplicados com auxílio de um micropipetador automático, sobre um disco de papel filtro (recortado em dimensões próximas a do diâmetro interno da tampa dos recipientes descritos acima) e acoplado na parte interna da tampa dos frascos; em seguida os recipientes foram vedados com uma película de papel filme (Figura 5). Para cada

espécie vegetal, foram realizadas oito repetições em delineamento inteiramente casualizado. Procedeu-se a análise estatística através do teste t ($P \leq 0,05$).



Figura 5. Formas de utilização das diferentes formulações:

A) Pó vegetal; B) Sachê contendo pó vegetal; C) Óleo essencial.

Os tratamentos foram comparados entre si, através de um índice de repelência (IR), calculado pela fórmula $IR = 2G / (G + P)$ (adaptado de LIN et al., 1990), onde G = número de insetos na planta teste e P = número de insetos na testemunha. Com base nos índices e nos desvios padrões obtidos, determinaram-se os intervalos de classificação (IC) para as médias dos tratamentos, pela fórmula: $IC = [(1 \pm t(n-1; \infty=0,05)) \times (DP/n^{1/2})]$; onde t = valor do teste t de Student a 5% de probabilidade; DP = desvio padrão; n = número de repetições. Os tratamentos foram considerados neutros quando o valor de seus índices ficou compreendido dentro do IC calculado, repelentes quando os valores foram menores do que o IC calculado e atraentes quando os valores foram maiores do que IC calculado (MAZZONETTO, 2002; PROCÓPIO et al., 2003; FANELA, 2012; SILVA et al., 2012).

5.4.3.2 Avaliação de mortalidade e aspectos biológicos de *Callosobruchus maculatus* em teste sem chance de escolha

Neste teste foram liberados 20 insetos recém-emergidos por recipiente (descrito em 5.4.3.1) contendo 0,13 g de pó misturado ao feijão, sachê contendo 0,13 g de pó e 20 µL de óleo/L de ar de cada uma das espécies vegetais juntamente com 10 g de feijão-caupi cultivar BRS-Guariba (Figura 5). A metodologia de aplicação dos tratamentos nas diferentes formulações foi a mesma adotada para o ensaio de repelência (item 5.4.3.1). Foram realizadas seis repetições para cada espécie vegetal em delineamento inteiramente casualizado. A análise

de variância dos dados foi realizada pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Skott Knott ($P \leq 0,05$).

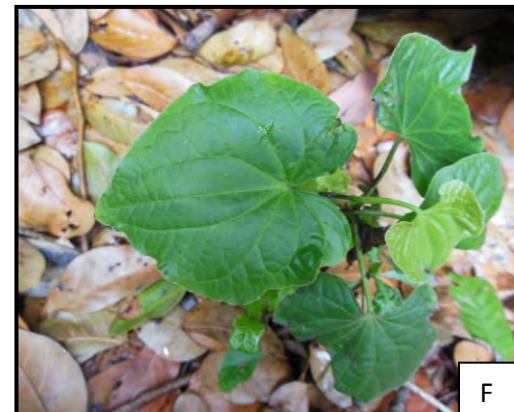
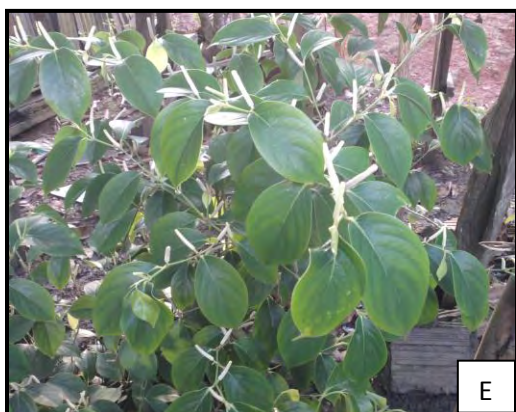
A sobrevivência dos adultos tratados com pós e sachês foi avaliada diariamente, contando-se e retirando-se os indivíduos mortos durante cinco dias. A avaliação da mortalidade dos indivíduos tratados com os óleos essenciais foi realizada ao término do quinto dia de confinamento no tratamento, sendo os insetos retirados. Após 15 dias da infestação inicial, quantificou-se o número de ovos viáveis e inviáveis por grão. Em seguida, os recipientes foram mantidos nas mesmas condições para a realização das mesmas avaliações anteriormente descritas em 5.3.1.

5.5 Interação de genótipos de *Vigna unguiculata* e espécies botânicas sobre *Callosobruchus maculatus*

Visando observar possíveis efeitos da associação das duas táticas de controle (resistência varietal e inseticidas botânicos) na melhor formulação, selecionaram-se os genótipos IT81 D-1045 Ereto, IT85 F-2687 (resistentes) e BRS - Urubuquara (suscetível), juntamente com as plantas: *Piper marginatum* Jacq., *Piper callosum* Ruiz & Pav., *Mansoa alliacea* (Lam.) A. Gentry, *Vitex agnus castus* L., *Lippia sidoides* Cham. e *Chenopodium ambrosioides* L., que foram as de maior bioatividade (itens 5.4.3.1 e 5.4.3.2) (Figura 6).

Levando-se em consideração principalmente a mortalidade provocada nos carunchos, para estes ensaios foi selecionada a formulação óleo essencial (extraído das folhas frescas). Nesta etapa, os insetos utilizados deveriam ser provenientes de cada um dos genótipos selecionados (geração F1), partindo-se da ideia de que desta forma os carunchos de uma geração F1 já viriam previamente estressados. No entanto, apenas o genótipo BRS - Urubuquara (suscetível) conseguiu originar uma quantidade de carunchos suficiente para a realização dos testes com insetos F1, pois devido à alta resistência demonstrada pelos genótipos IT81 D-1045 Ereto e IT85 F-2687, não emergiram insetos em número suficiente. Desta forma, os testes com estes genótipos foram realizados com carunchos provenientes da criação-estoque.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 6 (três genótipos e seis plantas).



castus; B) *Lippia sidoides*; C) *Mansoa alliacea*; D) *Chenopodium ambrosioides*; E) *Piper callosum*; F) *Piper marginatum*.

5.5.1 Estimativa da CL₅₀ do óleo essencial de *Chenopodium ambrosioides* para *Callosobruchus maculatus*

Após o *screening* com as plantas (item 5.4.3), observou-se que a concentração de óleo essencial padronizada para tais ensaios (20 µL de óleo/L de ar) foi eficiente para selecionar as espécies vegetais com melhor potencial para o controle de *C. maculatus*, sendo que das 14 plantas avaliadas, seis causaram 100% (ou próximo deste valor) de mortalidade aos insetos. Uma vez selecionadas as espécies mais tóxicas ao caruncho, adotou-se *C. ambrosioides* como planta padrão para estimativa da CL₅₀ dos óleos essenciais das plantas selecionadas para esta etapa final (interação).

Assim, devido à alta toxicidade apresentada por esta planta, realizou-se um teste com solubilizações seriadas do óleo essencial extraído das folhas frescas desta planta em surfactante Tween 80. Para obter as doses, os óleos essenciais foram solubilizados em surfactante Tween 80 a 1% (v/v). A solução do Tween a 1% foi preparada diluindo-se 0,05 mL de Tween 80 para o volume de 5 mL com água destilada. Em seguida, padronizou-se a mistura óleo + Tween, gastando-se 1,5 µL de cada óleo essencial em estudo mais 73,5 µL de Tween 1%, o que corresponde a uma concentração de 2% de óleo essencial dentro dessa mistura. Da mistura padrão foram retiradas, com o auxílio de um micropipetador automático, as doses: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; e 3,0 µL (0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05 e 0,06 µL de óleo, respectivamente), gerando as respectivas concentrações dentro dos recipientes (de volume = 0,05 L): 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 e 1,2 µL de óleo/L de ar e para a testemunha gastaram-se 3 µL da solução de Tween 1%. O valor da CL₅₀ foi estimado diretamente por meio da análise de Probit, utilizando-se o programa StatPlus, com base no número de insetos mortos até o quinto dia. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. A análise de variância dos dados foi realizada pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

5.5.2 Avaliação de repelência sobre adultos de *Callosobruchus maculatus* em teste com chance de escolha

Na avaliação da repelência, foram feitos testes independentes para cada genótipo resistente, o qual foi comparado com o genótipo suscetível, utilizando-se sempre amostras tratadas com a CL_{50} estimada em 0,6 μ L de óleo/L de ar, o que corresponde à retirada de 1,5 μ L da mistura padrão, e amostras não tratadas. Assim, em cada arena os materiais tiveram a seguinte distribuição:

Frasco 1: genótipo resistente tratado com óleo essencial

Frasco 2: genótipo suscetível tratado com óleo essencial

Frasco 3: genótipo resistente não tratado com óleo essencial

Frasco 4: genótipo suscetível não tratado com óleo essencial

Para cada genótipo resistente e para cada espécie vegetal, foram utilizadas seis repetições em delineamento inteiramente casualizado, sorteando-se, em cada uma delas, as posições ocupadas pelos quatro tratamentos. Os demais procedimentos foram semelhantes ao descrito no item 5.4.3.1.

5.5.3 Avaliação de mortalidade, oviposição e aspectos biológicos de *Callosobruchus maculatus* em teste sem chance de escolha

Neste teste, foi utilizada metodologia semelhante à descrita no item 5.4.3.2, utilizando-se para cada genótipo, amostras tratadas com a concentração equivalente à CL_{50} e não tratadas com cada um dos óleos essenciais selecionados, onde se avaliou o número de insetos mortos até o quinto dia e o número de ovos viáveis e inviáveis conforme descrito no item 5.4.3.2. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições para cada tratamento.

5.6 Análises estatísticas

Primeiramente, todos os dados foram submetidos ao teste de Kolmogorov-Sminorv para verificar a normalidade e homogeneidade de variância.

Os dados obtidos no item 5.3 foram analisados estatisticamente pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott Knott (*screening*) e de Tukey (genótipos selecionados), ao nível de 5% de probabilidade. Nos testes do item 5.4, a análise dos dados seguiu o esquema fatorial considerando-se como fatores as espécies vegetais versus as formulações. A análise de variância foi realizada pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott ($P \leq 5$), exceto no item 5.4.3.1, em que a análise de variância dos dados foi feita através do teste F e as médias comparadas pelo teste “t” de Student, ao nível de 5% de probabilidade. Nos testes dos itens 5.5.2 e 5.5.3 a análise dos dados seguiu o esquema fatorial considerando-se como fatores, os genótipos e os óleos essenciais selecionados. Quando necessário, os dados foram transformados em $(x+1)^{1/2}$ ou, no caso de dados em percentagem, em $\arcseno(x/100)^{1/2}$. A análise de variância foi realizada pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 5$). Os softwares utilizados para as análises foram o SISVAR e o StatPlus.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Resistência de genótipos de *Vigna unguiculata* a *Callosobruchus maculatus*

6.1.1 *Screening*

Analisando-se os dados da Tabela 3, verifica-se que não houve diferença significativa entre os genótipos para o número de ovos total. Em relação ao percentual de ovos viáveis, os genótipos Sanzi Sambili, MN05-841 B-49, MNC99-508-1 e Canapuzinho- 1-2 apresentaram as menores médias, enquanto os que apresentaram os maiores percentuais foram MNC99-510 G-16, BRS-Novaera, IT82 D-889, Monteiro, IT81 D-1045 Ereto, BRS-Marataoã, BR17-Gurguéia, BR3-Tracuateua, BR14-Mulato, BRS-Milênio e BRS-Urubuquara.

Quanto ao número de insetos emergidos, os genótipos Sanzi Sambili, Canapuzinho 1-2, Corujinha, MN05-841 B-49, Pingo-de-ouro 1-1, BRS-Potengi, MNC-99-510-8, MN99-541 F-21, IT86 -716-1, BRS-Tumucumaqui, TVu-1593, MN99-507 G-4, TE97 304 G-4, MNC99-508-1, Paulistinha, BRS-Xiquexique, MNC99-541 F-15, TVu-36, MNC99-510 G-16, MNC04-786 B87-2, Monteiro, IT81 D-1045 Ereto, IT81 D-1045 Enramador e IT85 F-2687 apresentaram menor número de insetos emergidos, com destaque para os três

últimos genótipos (abaixo de 35 indivíduos emergidos). Os demais genótipos apresentaram elevado número de emergência, mas não diferiam entre si.

Quando se avalia a viabilidade da fase imatura, verifica-se que os genótipos IT81 D-1045 Ereto (13,68%) e IT81 D-1045 Enramador (18,63%) foram os que se destacaram com os menores percentuais, ambos diferindo dos demais genótipos, mas não entre si, enquanto os genótipos BRS-Rouxinol, TE97-309 G-24, BRS-Novaera, Patativa, IT85 F-2687, Monteiro, MNC99-510 G-16, BRS-Milênio, MNC99-541 F-15, BRS-Cauamé, TE97-304 G-4, TE97 309 G-18, MNC99-541 F-21, Epace-10, BR17-Gurguéia, BR14-Mulato e BRS-Urubuquara apresentaram percentuais acima de 90% (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios ($\pm$ EP) para número de ovos total, viabilidade de ovos, número de adultos emergidos e viabilidade da fase imatura de *Callosobruchus maculatus* em diferentes genótipos de *Vigna unguiculata* (T = 25 ± 2 °C; UR = $60\pm 10\%$; Fotofase = 12:12 h).

Genótipo	Nº de ovos ^{ns} total	Viabilidade de ovos ¹ (%)	Nº de adultos emergidos ¹	Viabilidade da fase imatura ¹ (%)
IT85 F-2687	41,33 $\pm$ 10,89	84,77 $\pm$ 9,08 d	34,00 $\pm$ 8,08 a	96,77 $\pm$ 3,23 e
Monteiro	76,60 $\pm$ 13,99	91,75 $\pm$ 1,31 e	64,60 $\pm$ 11,99 a	92,13 $\pm$ 2,16 e
MNC04-786 B-87-2	82,00 $\pm$ 15,09	79,75 $\pm$ 1,88 d	53,00 $\pm$ 10,16 a	82,58 $\pm$ 3,37 d
MNC99-510 G-16	82,00 $\pm$ 16,24	89,39 $\pm$ 3,99 e	66,80 $\pm$ 13,41 a	91,69 $\pm$ 3,00 e
BRS-Milênio	89,80 $\pm$ 16,56	94,39 $\pm$ 1,74 e	81,00 $\pm$ 14,45 b	96,47 $\pm$ 4,95 e
TVU-36	90,40 $\pm$ 17,29	70,00 $\pm$ 2,89 c	46,20 $\pm$ 9,77 a	72,75 $\pm$ 2,00 c
MNC99-541 F-15	93,00 $\pm$ 21,16	81,02 $\pm$ 1,65 d	71,20 $\pm$ 15,49 a	94,94 $\pm$ 3,40 e
BRS-Xiquexique	93,60 $\pm$ 09,10	70,09 $\pm$ 4,09 c	58,60 $\pm$ 8,35 a	87,65 $\pm$ 4,46 d
Paulistinha	97,00 $\pm$ 11,82	73,79 $\pm$ 2,60 c	60,00 $\pm$ 7,82 a	84,00 $\pm$ 2,26 d
BRS-Rouxinol	97,40 $\pm$ 19,37	87,95 $\pm$ 2,35 d	78,20 $\pm$ 17,47 b	89,04 $\pm$ 2,10 e
MNC99-508-1	97,80 $\pm$ 24,15	57,96 $\pm$ 4,54 a	44,40 $\pm$ 13,76 a	72,12 $\pm$ 1,28 c
BRS-Pajeú	100,80 $\pm$ 20,18	85,82 $\pm$ 3,61 d	74,60 $\pm$ 16,71 b	84,68 $\pm$ 2,25 d
BRS-Cauamé	101,40 $\pm$ 24,59	84,41 $\pm$ 3,99 d	84,00 $\pm$ 24,02 b	96,15 $\pm$ 2,72 e
TE97 304 G-4	102,20 $\pm$ 16,37	73,16 $\pm$ 1,75 c	67,20 $\pm$ 11,12 a	90,11 $\pm$ 3,25 e
MNC99-507 G-4	102,40 $\pm$ 22,16	75,20 $\pm$ 4,38 c	53,40 $\pm$ 11,08 a	71,19 $\pm$ 1,09 c
BR3-Tracuateua	102,60 $\pm$ 18,69	95,04 $\pm$ 1,30 e	79,00 $\pm$ 13,72 b	82,73 $\pm$ 1,63 d
TE97-309 G-18	102,80 $\pm$ 36,30	82,09 $\pm$ 5,57 d	75,40 $\pm$ 27,55 b	94,29 $\pm$ 3,20 e
TVU-1593	103,20 $\pm$ 11,11	62,04 $\pm$ 1,39 b	43,80 $\pm$ 5,88 a	67,99 $\pm$ 2,41 c
BRS-Tumucumaqui	103,40 $\pm$ 15,80	65,26 $\pm$ 5,11 b	60,20 $\pm$ 10,09 a	88,65 $\pm$ 3,04 d

Tabela 3. Continuação

Genótipo	Nº de ovos^{ns} total	Viabilidade de ovos¹ (%)	Nº de adultos emergidos¹	Viabilidade da fase imatura¹ (%)
Canapuzinho	105,60±14,40	87,73±3,36 d	79,20±11,78 b	85,14±3,12 d
IT86 D-716-1	106,20±26,56	69,65±1,36 c	64,40±15,30 a	88,50±2,54 d
MNC99-541 F-21	106,80±12,08	68,59±1,68 c	65,60±6,06 a	90,33±1,50 e
BRS-Marataoã	107,80±20,31	91,33±1,00 e	84,00±16,05 b	84,68±2,34 d
MNC99-510-8	111,40±43,29	64,78±3,43 b	48,60±17,44 a	69,73±1,10 c
TE97-299 G-24	114,00±32,66	88,19±1,28 d	83,00±23,39 b	83,24±0,91 d
Epacé-10	114,20±28,50	84,86±1,86 d	88,80±22,12 b	91,62±2,97 e
TE97-309 G-24	115,20±26,31	87,76±1,22 d	90,40±19,90 b	89,75±4,75 e
BRS-Potengi	116,40±28,18	66,33±7,68 b	72,00±19,44 a	86,40±1,74 d
Pingo-de-ouro- 1-1	116,60±23,30	69,74±1,68 c	59,60±13,48 a	72,45±0,79 c
BRS-Novaera	116,60±22,66	89,04±2,60 e	95,00±20,65 b	89,17±1,11 e
IT81 D-1045 Enram.	117,20±17,87	74,60±3,36 c	17,60±4,73 a	18,63±11,21 a
TVu 382	120,00±21,14	81,37±3,24 d	85,00±16,50 b	84,49±4,39 d
Vainablanca	120,40±31,65	76,80±2,32 c	55,80±25,93 a	49,71±1,78 b
BR17-Gurguéia	120,40±33,88	95,63±2,13 e	102,40±27,83b	92,30±1,64 e
Patativa	122,80±26,13	84,85±1,58 d	92,00±18,70 b	89,87±2,19 e
MNC99-507 G-8	123,00±32,37	86,76±3,76 d	94,80±26,40 b	87,39±2,26 d
Sanzi Sambili	124,20±26,81	56,38±3,34 a	54,00±12,42 a	77,30±1,87 c
Poços de Caldas - MG	126,80±19,84	74,42±3,10 c	74,60±10,81 b	79,73±1,74 c
Canapuzinho- 1-2	128,20±21,11	58,53±2,51 a	52,20±9,91 a	68,58±1,26 c
IT81 D-1045 Ereto	128,20±33,20	90,34±0,81 e	15,60±3,80 a	13,68±1,27 a
Corujinha	128,40±06,00	64,77±3,10 b	61,00±4,95 a	73,16±2,94 c
TE94-309 G-9	130,60±14,67	76,95±3,96 c	85,60±8,13 b	86,26±1,85 d
MNC99-505 G-11	131,80±10,34	78,93±3,81 d	85,40±8,11 b	82,40±3,67 d
BR14-Mulato	132,80±36,69	95,91±1,95 e	114,60±30,05 b	92,34±3,34 e
MN05-841 B-49	137,60±11,31	56,88±2,54 a	58,20±6,77 a	74,13±1,21 c
Inhuma	141,20±32,75	73,34±3,57 c	75,40±17,11 b	74,74±2,63 c
BRS-Urubuquara	150,60±20,48	96,85±0,86 e	135,20±16,77 b	93,47±1,63 e
IT82 D-889	153,00±17,81	89,97±1,48 e	118,40±12,97 b	86,35±1,06 d
Capela	175,20±19,28	86,69±0,92 d	128,60±16,33 b	84,02±1,61 d
BRS-Paraguaçu	177,80±33,28	68,91±3,12 c	106,20±24,50 b	84,43±2,67 d
P	0,6102	<0,001	<0,001	<0,001
CV%	45,77	8,82	49,73	8,24

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Skott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns}: não significativo.

Os genótipos que apresentaram as maiores médias para o período de desenvolvimento de ovo a adulto foram IT81 D-1045 Enramador (37,04 dias) e IT81 D-1045 Ereto (35,01 dias), que diferiram dos demais genótipos e não entre si. De forma contrária, TE97-309 G-18 e TVu-382 induziram as menores médias para o período de desenvolvimento, indicando favorecer a biologia do inseto (Tabela 4).

Em relação ao consumo por inseto, verifica-se que os genótipos menos consumidos foram BRS-Marataoã, BR3-Tracuateua, MNC99-507 G-4, IT82 D-889, MNC99-507 G-8, MNC99-541 F15, BR14-Mulato, Poços de Caldas-MG, Monteiro, MNC99-508-1, BR17-Gurguéia, MN05-841 B-49, IT85 F-2687, BRS-Paraguaçu, BRS-Pajeú, IT86 D-716-1, Corujinha, MNC-99-510-8, BRS-Milênio, BRS-Rouxinol, BRS-Potengi, BRS-Urubuquara, Capela, BRS-Xiquexique, Vainablanca, BRS-Tumucumaqui, TVu-36 e TVu-382, enquanto Inhuma, TE94-309 G-9, TVu-1593, MNC04-786 B-87-2, TE97-304 G-4, Paulistinha e Sanzi Sambili apresentaram as maiores médias de consumo por inseto. Já com relação ao peso de insetos, não houve diferença significativa entre os genótipos (Tabela 4).

De acordo com Lara (1991), alguns dos parâmetros que podem caracterizar a ocorrência de resistência são: menor número de posturas, baixa viabilidade da fase de ovo-adulto, emergência reduzida dos adultos, prolongamento do período de desenvolvimento, menor consumo e menor peso dos insetos. Enquanto a redução na oviposição e na alimentação está comumente relacionada a não-preferência (antixenose), as demais alterações no desempenho biológico costumam estar relacionadas à antibiose. Diante dessas considerações, procurou-se selecionar os materiais que apresentassem mais de uma dessas características para as etapas futuras deste trabalho. Assim, foram selecionados nove genótipos, sendo oito com potencial para resistência ao caruncho e um suscetível. Os resistentes foram: IT81 D-1045 Ereto (emergência reduzida, baixa viabilidade da fase imatura e prolongamento do período de desenvolvimento ovo-adulto), IT85 F-2687 (baixo número de posturas, com consequente redução na emergência e baixo consumo), MN05-841 B-49 (baixa viabilidade de ovos, emergência reduzida e baixo consumo), MNC99-508-1 (baixa viabilidade de ovos, emergência reduzida e baixo consumo), MNC99-510-8 (emergência reduzida e baixo consumo), TVu-1593 (emergência reduzida e baixa viabilidade da fase imatura), Canapuzinho

Tabela 4. Valores médios ($\pm$ EP) para período de desenvolvimento (ovo-adulto), consumo e peso seco por inseto de *Callosobruchus maculatus* em diferentes genótipos de *Vigna unguiculata* (T = 25 ± 2 °C; UR = $60\pm 10\%$; Fotofase = 12:12 h).

Genótipo	Período de desenvolvimento ¹ (dias)	Consumo/inseto ¹ (g)	Peso seco/inseto ^{ns} (mg)
IT81 D-1045Enramador	37,04 $\pm$ 0,45 g	0,024 $\pm$ 0,005 d	1,85 $\pm$ 0,17
IT81 D-1045 Ereto	35,01 $\pm$ 1,00 g	0,035 $\pm$ 0,005 e	1,77 $\pm$ 0,03
BRS-Marataoã	31,08 $\pm$ 0,37 f	0,011 $\pm$ 0,001 a	1,89 $\pm$ 0,08
BR3-Tracuateua	30,31 $\pm$ 0,05 e	0,014 $\pm$ 0,001 a	1,96 $\pm$ 0,04
MNC99-507 G-4	30,26 $\pm$ 0,30 e	0,014 $\pm$ 0,001 a	1,95 $\pm$ 0,03
IT82 D-889	30,10 $\pm$ 0,20 e	0,012 $\pm$ 0,001 a	1,93 $\pm$ 0,06
MNC99-507 G-8	29,96 $\pm$ 0,19 e	0,013 $\pm$ 0,001 a	1,99 $\pm$ 0,04
BRS-Cauamé	29,90 $\pm$ 0,16 e	0,015 $\pm$ 0,001 b	1,98 $\pm$ 0,03
BRS-Novaera	29,74 $\pm$ 0,22 e	0,014 $\pm$ 0,001 b	1,86 $\pm$ 0,04
Inhuma	29,57 $\pm$ 0,27 d	0,018 $\pm$ 0,001 c	2,33 $\pm$ 0,43
MNC99-541 F-15	28,58 $\pm$ 0,20 d	0,011 $\pm$ 0,001 a	2,00 $\pm$ 0,05
BR14-Mulato	29,54 $\pm$ 0,21 d	0,013 $\pm$ 0,001 a	1,75 $\pm$ 0,03
Poços de Caldas - MG	29,51 $\pm$ 0,27 d	0,012 $\pm$ 0,001 a	1,85 $\pm$ 0,02
Canapuzinho - 1 - 2	29,45 $\pm$ 0,26 d	0,015 $\pm$ 0,001 b	2,04 $\pm$ 0,08
Monteiro	29,44 $\pm$ 0,29 d	0,014 $\pm$ 0,001 a	1,91 $\pm$ 0,02
Canapuzinho	29,24 $\pm$ 0,30 d	0,015 $\pm$ 0,001 b	1,95 $\pm$ 0,04
MNC99-508-1	29,20 $\pm$ 0,28 d	0,011 $\pm$ 0,001 a	1,98 $\pm$ 0,06
BR17-Gurguéia	29,14 $\pm$ 0,37 d	0,011 $\pm$ 0,001 a	2,06 $\pm$ 0,21
MN05-841 B-49	29,04 $\pm$ 0,44 d	0,013 $\pm$ 0,001 a	1,82 $\pm$ 0,02
IT85 F-2687	28,96 $\pm$ 0,41 d	0,010 $\pm$ 0,001 a	2,03 $\pm$ 0,66
MNC99-505 G-11	28,84 $\pm$ 0,27 d	0,015 $\pm$ 0,001 b	2,00 $\pm$ 0,05
BRS-Paraguaçu	28,80 $\pm$ 0,18 d	0,012 $\pm$ 0,001 a	1,94 $\pm$ 0,08
BRS-Pajeú	28,80 $\pm$ 0,27 d	0,011 $\pm$ 0,001 a	2,00 $\pm$ 0,08
IT86 D-716-1	28,75 $\pm$ 0,11 d	0,013 $\pm$ 0,001 a	1,93 $\pm$ 0,07
Corujinha	28,67 $\pm$ 0,12 d	0,012 $\pm$ 0,001 a	1,94 $\pm$ 0,05
Epace-10	28,50 $\pm$ 0,32 c	0,015 $\pm$ 0,001 b	1,93 $\pm$ 0,05
TE97- 299 G-24	28,43 $\pm$ 0,19 c	0,015 $\pm$ 0,001 b	2,01 $\pm$ 0,06
MNC-99-510-8	28,42 $\pm$ 0,27 c	0,010 $\pm$ 0,002 a	2,04 $\pm$ 0,04
TE94- 309 G-9	28,37 $\pm$ 0,15 c	0,020 $\pm$ 0,001 c	2,03 $\pm$ 0,02

Tabela 4. Continuação

Genótipo	Período de desenvolvimento¹ (dias)	Consumo/inseto¹ (g)	Peso seco/inseto^{ns} (mg)
BRS-Milenio	28,26±0,19 c	0,013±0,001 a	1,82±0,02
TVu-1593	28,22±0,43 c	0,020±0,002 c	2,09±0,05
MNC99-541 F-21	28,16±0,21 c	0,015±0,001 b	1,94±0,04
Pingo-de-ouro -1 - 1	28,07±0,20 c	0,016±0,001 b	1,80±0,06
MNC04-786 B-87-2	28,06±0,21 c	0,018±0,001 c	1,93±0,06
BRS-Rouxinol	28,04±0,12 c	0,014±0,001 a	1,86±0,01
BRS-Potengi	28,04±0,42 c	0,010±0,002 a	1,84±0,07
BRS-Urubuquara	27,98±0,28 c	0,013±0,001 a	1,79±0,02
Capela	27,94±0,20 c	0,013±0,001 a	1,82±0,03
Patativa	27,76±0,16 c	0,015±0,001 b	1,93±0,04
TE97 304 G-4	27,75±0,12 c	0,017±0,001 c	2,02±0,06
Paulistinha	27,60±0,19 c	0,017±0,001 c	1,95±0,01
Sanzi Sambili	27,57±0,29 c	0,018±0,003 c	1,77±0,09
MNC99-510 G-16	27,54±0,38 c	0,016±0,001 b	1,95±0,05
BRS-Xiquexique	27,41±0,20 c	0,010±0,001 a	1,95±0,05
Vainablanca	27,09±0,38 b	0,008±0,001 a	1,60±0,11
BRS-Tumucumaqui	27,02±0,08 b	0,011±0,001 a	1,99±0,04
TVu-36	26,97±0,34 b	0,012±0,001 a	1,83±0,05
TE97-309 G-24	26,73±0,19 b	0,015±0,001 b	1,85±0,04
TVu-382	26,16±0,28 a	0,013±0,001 a	1,79±0,04
TE97-309 G-18	25,57±0,52 a	0,015±0,001 b	1,96±0,12
P	<0,001	<0,001	0,2128
CV%	2,37	21,82	11,99

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Skott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo

1-2 (baixa viabilidade de ovos, emergência reduzida), Sanzi Sambili (baixa viabilidade de ovos e emergência reduzida). O genótipo suscetível foi o BRS – Urubuquara com alto percentual de ovos viáveis, elevado número de emergências e alta viabilidade da fase imatura.

Apesar de o genótipo IT81 D-1045 Enramador ter apresentado as mesmas características do IT81 D-1045 Ereto, o mesmo não foi selecionado, uma vez que se trata praticamente de um mesmo material, diferindo apenas pelo porte (FREIRE FILHO,

informação pessoal); assim, deu-se preferência ao de porte ereto, por ser uma característica agronômica mais desejável.

6.2 Avaliação de atratividade e oviposição com os genótipos selecionados

6.2.1 Teste com chance de escolha

Analisando-se o número de adultos de *C. maculatus* presentes nos genótipos após 24 h da infestação (Tabela 5), verifica-se que não houve diferença entre os genótipos, no entanto, o genótipo TVu 1593 tendeu a atrair um menor número de insetos enquanto o IT85 F-2687 atraiu o maior número. Estudos com testes de livre chance, envolvendo *C. maculatus* e genótipos de feijão-caupi são muito escassos na literatura; contudo, Silva (2011) reportou diferenças significativas no percentual de adultos de *C. maculatus* atraídos por oito diferentes genótipos de feijão-caupi, com destaque para BRS-Guariba, BRS-Tumucumaque, BRS-Potengi, BRS-Xiquexique e BRS-Canapu, que foram os menos atrativos.

Com relação à oviposição (Tabela 5), o genótipo IT85 F-2687 foi o menos ovipositado, diferindo de Sanzi Sambili, Canapuzinho-1-2 e MN05 - 841 B-49. No entanto, quando se analisa a percentagem de ovos viáveis, verifica-se que IT85 F-2687, apesar de ser o menos ovipositado pelo inseto, foi o que apresentou o maior percentual médio de ovos viáveis, enquanto IT81 D-1045 Ereto, em que se observaram valores intermediários de posturas, foi o que apresentou a menor viabilidade de ovos. Os demais materiais mostraram valores intermediários.

Tabela 5. Número médio ($\pm$ EP) de insetos atraídos após 24 h e oviposição de *Callosobruchus maculatus* após 5 dias em genótipos de *Vigna unguiculata* (T = 25 ± 2 °C; UR = $60\pm 10\%$; Fotofase = 12:12 h).

Genótipo	Nº de insetos atraídos ^{ns}	Oviposição ¹	
		Nº total	Viáveis (%)
TVu -1593	12,10 $\pm$ 1,02 a	314,80 $\pm$ 36,86 abc	79,57 $\pm$ 3,86 bc
MNC99 - 510-8	12,40 $\pm$ 0,81 a	341,20 $\pm$ 41,53 abc	74,72 $\pm$ 4,59 abc
BRS-Urubuquara	12,70 $\pm$ 1,50 a	264,10 $\pm$ 33,08 ab	72,43 $\pm$ 4,08 ab
Sanzi Sambili	15,50 $\pm$ 1,30 a	382,90 $\pm$ 41,40 bc	87,50 $\pm$ 2,72 bc
Canapuzinho-1-2	15,60 $\pm$ 1,35 a	392,90 $\pm$ 43,60 bc	84,65 $\pm$ 2,49 bc
IT81 D-1045 Ereto	16,50 $\pm$ 1,31 a	379,30 $\pm$ 32,03 abc	62,45 $\pm$ 3,58 a
MN05 - 841 B-49	16,70 $\pm$ 0,84 a	398,60 $\pm$ 36,33 c	77,39 $\pm$ 4,85 abc
MNC99 -508-1	17,70 $\pm$ 1,76 a	357,10 $\pm$ 41,95 abc	80,48 $\pm$ 3,15 bc
IT85 F-2687	18,10 $\pm$ 1,52 a	252,10 $\pm$ 17,34 a	89,75 $\pm$ 2,11 c
P	0,06	0,0014	<0,001
CV (%)	27,67	26,58	14,41

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns}: não significativo.

Silva et al. (2010), estudando a oviposição, número de adultos emergidos, viabilidade da fase imatura e o peso dos adultos recém-emergidos de *C. maculatus* em teste de livre chance de escolha com 25 genótipos de feijão-caupi, verificaram diferenças significativas entre os materiais, destacando-se o genótipo IT81D-1045, que embora tenha apresentado elevado número de posturas, não propiciou emergência de adultos, sugerindo a ocorrência de antibiose. Melo et al. (2012) avaliaram a oviposição de *C. maculatus* e não encontraram diferenças significativas entre os genótipos (BRS Guariba, BR17-Gurguéia, BRS-Rouxinol e TE96-290-12G) de caupi estudados, em relação ao número de total de ovos e viabilidade de ovos.

Segundo Bernays e Chapman (1994), uma vez que o inseto entra em contato com o hospedeiro, já na fase de aceitação hospedeira, a textura deste torna-se um fator importante para a manutenção ou não do inseto sobre o hospedeiro. Para Nwanze et al. (1975) e Nwanze e Horber (1976), ambos citados por Guzzo (2008), a textura rugosa do tegumento de sementes de diferentes variedades de *P. vulgaris* é um fator determinante para a baixa

oviposição e desenvolvimento larval de *C. maculatus* e, em última instância, para a resistência destas variedades ao inseto, em comparação àquelas com tegumento liso. No entanto, para Silva et al. (2004), citado por Ribeiro-Costa e Almeida (2009), a resistência dessa semente a *C. maculatus*, não está relacionada com a espessura do tegumento, mas com a faseolina detectada no tegumento, que é tóxica. No presente estudo, o genótipo IT85 F-2687 foi o menos ovipositado e possui textura rugosa, sugerindo algum efeito deste tipo de tegumento sobre o comportamento de oviposição do inseto.

6.2.2 Teste sem chance de escolha

A Tabela 6 ilustra os resultados obtidos em teste sem chance de escolha para avaliação da oviposição de *C. maculatus* em relação aos genótipos de feijão-caupi durante um período de cinco dias. O genótipo IT85 F-2687 destacou-se como o menos ovipositado também no teste sem chance de escolha, caracterizando-se como portador de resistência por não-preferência para oviposição. O genótipo MN05-841 B-49 não se manteve como o mais ovipositado no teste sem chance de escolha, mas não diferiu dos genótipos IT81 D-1045 Ereto e MNC99-508-1 que foram os mais ovipositados. É possível que as diferenças de oviposição entre os materiais no teste com chance de escolha tenham relação com o número variável de insetos nos recipientes (12,10 a 18,10 indivíduos), o que não ocorreu no teste sem chance de escolha, onde todas as parcelas foram infestadas com 20 indivíduos, tornando os resultados deste segundo teste mais consistentes.

Também se verificou diferença quanto à viabilidade de ovos nos genótipos, com destaque para os menores percentuais de Sanzi Sambili (48,71%), MNC99-508-1 (51,08%) e IT81 D-1045 Ereto (51,29%); opostamente, os genótipos Canapuzinho-1-2 (85,12%), BRS-Urubuquara (85,77%), TVu-1593 (87,60%) e MN05-841 B-49 (89,01%) apresentaram os maiores percentuais de ovos viáveis (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médios da Oviposição ($\pm$ EP) de *Callosobruchus maculatus* confinados por um período de cinco dias em genótipos de *Vigna unguiculata* (T = 25 ± 2 °C; UR = $60\pm 10\%$; Fotofase = 12:12 h).

Genótipo	Oviposição ¹ durante 5 dias de confinamento	
	Nº total	Viáveis (%)
IT85 F-2687	305,33 $\pm$ 57,75 a	74,70 $\pm$ 3,70 bc
Canapuzinho-1-2	359,00 $\pm$ 34,32 ab	85,12 $\pm$ 0,91 cd
MNC99 - 510-8	386,67 $\pm$ 51,86 ab	64,43 $\pm$ 2,01 b
BRS-Urubuquara	390,83 $\pm$ 44,03 ab	85,77 $\pm$ 2,19 d
Sanzi Sambili	430,83 $\pm$ 39,71 ab	48,71 $\pm$ 2,60 a
MN05 - 841 B-49	439,17 $\pm$ 41,58 ab	89,01 $\pm$ 1,40 d
TVu -1593	454,67 $\pm$ 30,17 ab	87,60 $\pm$ 1,68 d
MNC99 -508-1	492,00 $\pm$ 28,09 b	51,08 $\pm$ 2,86 a
IT81 D-1045 Ereto	530,67 $\pm$ 11,83 b	51,29 $\pm$ 2,60 a
P	<0,001	<0,001
CV (%)	23,18	8,13

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Um aspecto importante nessa avaliação que merece ser ressaltado ocorreu com os genótipos MNC99-508-1 e IT81 D-1045 Ereto, que se destacaram dentre os materiais mais ovipositados, no entanto, estão entre os que obtiveram os menores percentuais de ovos viáveis. Segundo Lara (1991), nem sempre os genótipos mais ovipositados são os mais suscetíveis, porque poderão existir outros fatores, como causas morfológicas que dificultem a penetração das larvas devido à dureza do grão e/ou causas químicas, que provoquem a morte de larvas recém-eclodidas. Dessa forma, um genótipo muito ovipositado pode ainda revelar-se resistente.

6.3 Efeito dos genótipos selecionados sobre a biologia de *Callosobruchus maculatus*

A fim de se avaliar os aspectos biológicos de *C. maculatus*, insetos adultos foram confinados para oviposição por um período de 24 horas. Nessa condição, os genótipos que se destacaram dentre os que apresentaram menores valores de oviposição foram o MNC99-510-8 e o IT85 F-2687, evidenciando a ocorrência de resistência do tipo não-preferência para oviposição; Sanzi Sambili se destacou dentre os materiais mais ovipositados. No entanto, esse mesmo genótipo obteve o menor percentual de ovos viáveis (58,56%). Os genótipos que se destacaram por apresentarem os maiores percentuais de ovos viáveis foram MN05-841 B-49 (79,89%) e TVu-1593 (79,82%) (Tabela 7).

Tabela 7. Valores médios da Oviposição ($\pm$ EP) de *Callosobruchus maculatus* confinados por um período de 24 horas em genótipos de *Vigna unguiculata* (T = 25 ± 2 °C; UR = $60\pm 10\%$; Fotofase = 12:12 h).

Genótipo	Oviposição ¹ durante 24 horas de confinamento	
	Nº total	Viáveis (%)
MNC99 - 510-8	70,50 $\pm$ 11,72 a	74,66 $\pm$ 6,86 ab
IT85 F-2687	83,00 $\pm$ 5,64 a	66,29 $\pm$ 4,54 ab
MN05 - 841 B-49	94,00 $\pm$ 8,84 ab	79,89 $\pm$ 3,43 b
IT81 D-1045 Ereto	100,17 $\pm$ 16,61 ab	62,15 $\pm$ 4,48 ab
TVu -1593	129,33 $\pm$ 2,56 abc	79,82 $\pm$ 2,25 b
BRS-Urubuquara	144,83 $\pm$ 21,02 bc	70,43 $\pm$ 6,15 ab
Canapuzinho-1-2	150,33 $\pm$ 16,66 bc	60,80 $\pm$ 2,15 ab
MNC99 -508-1	151,17 $\pm$ 7,32 bc	68,64 $\pm$ 1,66 ab
Sanzi Sambili	179,00 $\pm$ 13,34 c	58,56 $\pm$ 2,54 a
P	<0,001	0,0026
CV (%)	25,65	14,78

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Relacionando os resultados deste teste com os anteriores, verifica-se, que de uma forma em geral, o padrão de oviposição não sofreu grandes variações. O genótipo IT85 F-2687 manteve-se entre os menos ovipositados, com percentuais intermediários a elevados de ovos viáveis; enquanto o MNC99-510-8, mesmo não se destacando, não diferiu dos materiais menos ovipositados e com percentuais intermediários de viabilidade de ovos nos testes anteriores. A mesma observação se aplica ao genótipo Sanzi Sambili que não diferiu dos genótipos mais ovipositados e apresentou baixa viabilidade de ovos em testes de confinamento, nos ensaios anteriores.

Diferenças na oviposição e viabilidade de ovos de *C. maculatus* em feijão-caupi, em testes de confinamento, também foram constatadas por diversos autores (BARRETO; QUINDERÉ, 2000, LIMA et al, 2001a e 2001b, COSTA; BOIÇA JUNIOR, 2004, CARVALHO et al., 2011, MARSARO JÚNIOR; VILARINHO, 2011, SOARES, 2012, MELO et al., 2012.).

O genótipo IT81 D-1045 Ereto, apesar de ter apresentado mais de 60% de ovos viáveis (Tabela 7), foi o que permitiu a menor emergência dos insetos (17,83 indivíduos) e consequentemente, uma baixa viabilidade da fase imatura (31,05%). IT85 F-2687 e MNC99-510-8 também apresentaram baixas médias de insetos emergidos, o que já era esperado em razão de terem sido pouco ovipositados; no entanto, a viabilidade da fase imatura destes materiais ficou acima de 90%. Opostamente, o genótipo BRS-Urubuquara foi o que mais se destacou por apresentar o maior número de insetos emergidos, apresentando quase 100% de viabilidade da fase imatura (Tabela 8).

Embora os gradientes de oviposição sobre os genótipos sejam importantes, a viabilidade e a duração da fase imatura são consideradas por Redden e McGuire (1983), os parâmetros mais importantes na avaliação da resistência de grãos de feijão-caupi a *C. maculatus*. Araújo e Watt (1988) consideram que a resistência do tipo antibiose é caracterizada, sobretudo, pelo alongamento do período de ovo a adulto e pela redução do número de adultos de *C. maculatus* emergidos em posturas efetuadas nas sementes de caupi. Para Ofuya e Credland (1995), a baixa percentagem de emergência, resultante de uma pequena sobrevivência larval, reduzirá o número de descendentes que contribuiriam para o crescimento

populacional de geração a geração. Ainda de acordo com os mesmos autores, a habilidade de um hospedeiro resistente em retardar o desenvolvimento de pragas indica que a taxa de multiplicação ou aumento do número de insetos em populações naturais será reduzida devido ao maior tempo médio de cada geração.

Tabela 8. Valores médios ($\pm$ EP) para número de adultos emergidos, viabilidade da fase imatura e período de desenvolvimento (ovo-adulto) de *Callosobruchus maculatus* em diferentes genótipos de *Vigna unguiculata* (T = 25 ± 2 °C; UR = $60\pm 10\%$; Fotofase = 12:12 h).

Genótipo	Nº de adultos emergidos ¹	Viabilidade da fase imatura ¹ (%)	Período de desenvolvimento ¹ (dias)
IT81 D-1045 Ereto	17,83 $\pm$ 3,83 a	31,05 $\pm$ 4,44 a	39,43 $\pm$ 1,36 b
IT85 F-2687	50,00 $\pm$ 4,92 ab	91,42 $\pm$ 3,23 c	30,96 $\pm$ 0,33 a
MNC99 - 510-8	52,17 $\pm$ 13,10 ab	93,28 $\pm$ 5,75 c	28,90 $\pm$ 0,23 a
MN05 - 841 B-49	72,33 $\pm$ 5,02 bc	97,77 $\pm$ 1,28 c	30,45 $\pm$ 0,25 a
TVu -1593	72,67 $\pm$ 7,83 bc	70,85 $\pm$ 7,77 b	30,02 $\pm$ 0,18 a
Canapuzinho-1-2	76,00 $\pm$ 9,36 bc	83,21 $\pm$ 3,37 bc	30,76 $\pm$ 0,10 a
Sanzi Sambili	92,50 $\pm$ 9,98 bc	87,37 $\pm$ 2,10 bc	29,72 $\pm$ 0,10 a
MNC99 -508-1	92,83 $\pm$ 5,17 bc	89,74 $\pm$ 3,27 bc	29,49 $\pm$ 0,14 a
BRS-Urubuquara	100,00 $\pm$ 16,57 c	97,77 $\pm$ 0,91 c	30,03 $\pm$ 0,13 a
P	<0,001	<0,001	<0,001
CV (%)	32,88	12,22	3,85

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A viabilidade da fase imatura reflete a mortalidade do inseto durante o seu período de desenvolvimento, portanto, tais resultados sugerem que o genótipo IT81 D-1045 Ereto seja inadequado para o desenvolvimento de *C. maculatus*, expressando resistência por antibiose e/ou não preferência para alimentação. Esse mesmo genótipo prolongou o período de desenvolvimento do inseto (39,43 dias), diferindo dos demais materiais, os quais não diferiram entre si. Este resultado reforça a possibilidade de ocorrência de antibiose neste genótipo. (Tabela 8).

Barreto e Quinderé (2000) realizaram hibridações dos genótipos IT81 D-1045 e IT81 D-1064 com CNCx 252-1E/FB, CNCx 187-22 D-1 e BR1-Poty. As linhagens obtidas foram avaliadas em conjunto com materiais de origens diferentes, utilizando parâmetros associados à infestação de *C. maculatus*. Foi constatado que os genótipos avaliados apresentaram variabilidade quanto à preferência à postura, número de insetos emergidos e número de sementes danificadas. As linhas EVx37-15E e EVx37-2E, resultantes do cruzamento de IT81 D-1045 com BR1-Poty, foram as que sofreram menor dano pelo caruncho e as variáveis avaliadas mostraram-se positiva e significativamente correlacionadas entre si e com valores inferiores aos obtidos pelas demais.

Estudando 23 genótipos de feijão-caupi, Soares (2012) constatou o prolongamento do período de desenvolvimento nos genótipos IT81-D-1045-Enramador (46,6 dias), IT81-D-1053 (46,6 dias) e IT81-D-1045-Ereto (46,1 dias). O menor período de desenvolvimento foi registrado no genótipo BRS-Itaim (32,5 dias).

Quanto aos dados referentes ao peso da massa seca consumida (consumo) de grãos por inseto (Tabela 9), foram observadas diferenças entre os tratamentos. Os genótipos BRS Urubuquara, MNC99-508-1, MN05-841 B-49, TVu-1593, Canapuzinho 1-2, Sanzi Sambili, MNC99-510-8 foram os menos consumidos pelos insetos, não diferindo do IT85 F-2687, o qual também não diferiu do IT81 D-1045 Ereto, que se destacou com o maior consumo por inseto. Quanto ao peso seco médio de *C. maculatus*, a menor média foi verificada no genótipo BRS-Urubuquara, o qual diferiu de Canapuzinho 1-2, IT85 F-2687 e TVu-1593, os quais apresentaram as maiores médias para peso dos insetos (Tabela 9).

Tabela 9. Valores médios ($\pm$ EP) para consumo e peso seco por inseto de *Callosobruchus maculatus* em diferentes genótipos de *Vigna unguiculata* (T = 25 $\pm$ 2 °C; UR = 60 $\pm$ 10%; Fotofase = 12:12 h).

Genótipo	Consumo/inseto ¹ (g)	Peso seco/inseto ¹ (mg)
BRS-Urubuquara	0,012 $\pm$ 0,001 a	1,90 $\pm$ 0,07 a
MNC99 - 508-1	0,012 $\pm$ 0,001 a	1,97 $\pm$ 0,05 abc
MN05 - 841 B-49	0,012 $\pm$ 0,001 a	2,14 $\pm$ 0,02 abc
TVu -1593	0,013 $\pm$ 0,001 a	2,27 $\pm$ 0,03 d
Canapuzinho-1-2	0,013 $\pm$ 0,001 a	2,19 $\pm$ 0,04 bcd
Sanzi Sambili	0,013 $\pm$ 0,001 a	1,95 $\pm$ 0,02 ab
MNC99 - 510-8	0,013 $\pm$ 0,001 a	2,14 $\pm$ 0,05 abcd
IT85 F-2687	0,019 $\pm$ 0,004 ab	2,20 $\pm$ 0,03 cd
IT81 D-1045 Ereto	0,023 $\pm$ 0,002 b	2,08 $\pm$ 0,11 abcd
P	<0,001	<0,001
CV (%)	26,64	6,21

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O genótipo IT81 D-1045 Ereto destacou-se entre todos os materiais avaliados com menor emergência de adultos, menor viabilidade da fase imatura e prolongamento do período de desenvolvimento (Tabela 8), no entanto, foi o que proporcionou maior consumo por inseto (Tabela 9), indicando ser portador de resistência por antibiose, uma vez que neste tipo de resistência os insetos alimentam-se normalmente do substrato alimentar. Contudo, apresentou valor intermediário de peso seco médio dos insetos. Opostamente, pela análise dos mesmos parâmetros, o genótipo BRS-Urubuquara pode ser caracterizado como suscetível mesmo apresentando o menor consumo e peso seco médio de insetos, o que pode ser decorrente da grande quantidade de larvas competindo pelo alimento no interior dos grãos.

Ofuya e Credland (1995), estudando a resistência de genótipos de caupi a *C. maculatus*, verificaram que variedades resistentes produziram adultos que foram semelhantes em peso e fecundidade aos produzidos a partir de suscetíveis. Segundo esses autores, uma explicação fisiológica para essa observação é que o metabolismo dos insetos

pode ser mais lento durante o desenvolvimento larval nestas variedades resistentes do que nas suscetíveis.

Os componentes químicos de defesa das plantas incluem antibióticos, alcalóides, terpenos, glicosídeos cianogênicos e proteínas. As proteínas geralmente associadas com os mecanismos de defesa são as lectinas, inibidores de alfa-amilases, inibidores de proteinases, proteínas inativadoras de ribossomos, proteínas de reservas (vicilinas) modificadas, proteínas de transporte de lipídios, glucanases e quitinases (CARLINI; GROSSI-DE-SÁ, 2002). Entre os fatores antinutricionais de maior relevância encontrados nas sementes de leguminosas em geral e também no feijão-caupi, estão as lectinas e os inibidores de proteases. Outros fatores não-protéicos, como taninos e ácido fítico, também têm sido detectados em sementes de diversas cultivares de caupi, agindo diretamente no sistema gastrointestinal, outros agem ainda no sistema nervoso, no balanço hormonal e no metabolismo de seus consumidores (GRANGEIRO et al. 2005; PREET; PUNIA, 2000).

Vários autores relataram como fatores que podem influenciar a suscetibilidade e/ou resistência do feijão-caupi a *C. maculatus*, a espessura e/ou dureza do tegumento, a textura (MESSINA; RENWICK, 1985; LALE; EFEOVBOKHAN, 1991; LALE; MAKOSHI, 2000; EDDE; AMATOBI, 2003) e o elevado nível de inibidor de tripsina (GATEHOUSE et al., 1979; GATEHOUSE; BOULTER, 1983). Entretanto, outros trabalhos não obtiveram qualquer associação entre o nível de inibidores de tripsina em sementes de caupi e sua suscetibilidade ou resistência a *C. maculatus* (BIRCH et al., 1985 apud OIGIANGBE; ONIGBINDE, 1996; XAVIER-FILHO et al., 1989; XAVIER-FILHO; CAMPOS, 1989).

Algumas atividades da larva de primeiro ínstar causam alto gasto de energia, como cortar o córion durante sua emergência, saída do córion, procura do local na semente para realizar a perfuração e finalmente penetrá-la, além da muda. Após a entrada na semente, a larva muda em geral mais três vezes e deve estar apta para se alimentar, assimilar e evitar ou detoxificar o alimento, além da atividade de pré-emergência do adulto jovem para destacar o opérculo do tegumento, que dispende alto gasto de energia (RIBEIRO-COSTA; ALMEIDA, 2009). Essas características podem justificar a baixa viabilidade dos bruquíneos,

especialmente se os grãos oferecem características físicas que dificultem a realização das mesmas.

Ofuya e Credland (1995) sugerem que a resistência nas sementes resistentes ao desenvolvimento das larvas de *C. maculatus*, como as do genótipo IT81 D-1045, se deve a uma forma variante da proteína de reserva vicilina, que não é afetada pelas proteinases do intestino médio do inseto e, assim, limita o alimento fornecido à larva. Mota et al. (2002) isolaram vicilinas (globulinas de reserva 7S) de sementes de feijão-caupi, suscetíveis (genótipo CE-31) e resistentes (genótipo IT81 D-1045) a *C. maculatus*. As frações isoladas foram incorporadas em sementes artificiais para avaliação de sua toxicidade ao caruncho. Os autores concluíram que as frações mais ácidas de ambas vicilinas afetaram o desenvolvimento e a sobrevivência do caruncho.

Domingues et al. (2006) investigaram a sobrevivência de larvas de *C. maculatus* quando criadas em sementes resistentes do genótipo IT81 D-1045, cuja resistência tem sido associada com formas variantes de vicilinas, e mostraram que as larvas de *C. maculatus* que se alimenta no eixo embrionário de feijão-caupi resistente se desenvolve melhor do que aquelas que se alimentam em tecidos cotiledonares. Utilizando uma técnica de tomografia axial computadorizada de imagens de varredura, Tarver et al. (2006) concluíram que o caruncho do caupi alimenta-se de forma diferente quando se desenvolve em sementes resistentes e suscetíveis, existindo uma zona interna das sementes resistentes que tem efeito negativo sobre o inseto, a qual ele evita penetrar. Contudo, segundo esses autores, ainda não está claro se isso é resultado de toxicidade, repelência, baixo valor nutricional, ou se um fator químico está envolvido.

6.4 Screening das espécies vegetais

6.4.1 Estimativa da CL₅₀ do pó vegetal e do óleo essencial para *Callosobruchus maculatus*

Na estimativa da CL₅₀ para pós vegetais (feita com folhas de *C. ambrosioides*) realizada no primeiro teste, as concentrações básicas, causadoras de mortalidades de cerca de 5% (concentração que provoca mortalidade mais próxima à ocorrida na testemunha) e 95% dos adultos de *C. maculatus*, foram, respectivamente, 0,02 e 0,30 g de pó/10 g de feijão. Para o segundo teste foram definidas cinco concentrações (variando de 0,03 a 0,19) e a partir dos ensaios realizados com estas concentrações foi estimada uma CL₅₀ de 0,13 g de pó/10 g de grãos (Tabela 10), utilizada também para as demais substâncias vegetais.

Tabela 10. Testes preliminares para estimar a CL₅₀ do pó das folhas de *Chenopodium ambrosioides* para *Callosobruchus maculatus* (T = 25±2 °C; UR = 60±10%; Fotofase = 12:12 h).

Teste 1		Teste 2 ($q = n + 1\sqrt{an/a1}$)		CL ₅₀ Calculado
Concentrações (g)	Mortalidade ¹ (%)	Concentrações (g)	Mortalidade ¹ (%)	
0 (testemunha)	5,00± 5,00 a	(testemunha)	5,00±2,89 a	0,13g/10 g de substrato
0,02	10,00±7,07 ab	0,03 (a ₁ .q)	12,50±7,50 ab	
0,04	12,50±4,79 ab	0,05 (a ₁ .q ²)	15,00±2,89 ab	
0,08	37,50 ±2,50 bc	0,08 (a ₁ .q ³)	20,00±0,00 ab	
0,16	65,00±12,58 cd	0,12 (a ₁ .q ⁴)	45,00±8,66 b	
0,30	95,00 ± 2,89 d	0,19 (a ₁ .q ⁵)	80,00±14,14 c	
P	<0,001		<0,001	
CV (%)	35,83		51,48	

. Teste 1 realizado para escolha das concentrações com cerca de 5 e 95% de mortalidade.

Teste 2 realizado para cálculo da CL₅₀.

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

No caso do óleo essencial (folhas de *P. aduncum*), a estimativa da CL_{50} foi feita diretamente através da análise de Probit. As doses utilizadas variaram de 1,0 a 4,0 μL , gerando concentrações variando de 20,0 a 80,0 μL de óleo/L de ar (respectivamente), estimando-se então uma concentração de 23,798 μL de óleo/L de ar (Tabela 11). Porém, adotou-se a concentração de 20 μL de óleo/L de ar, a ser utilizada igualmente para as demais substâncias vegetais.

Tabela 11. Teste preliminar para estimar a CL_{50} do óleo essencial das folhas desidratadas de *Piper aduncum* para *Callosobruchus maculatus* (T = 25±2 °C; UR = 60±10%; Fotofase = 12:12 h).

Dose de óleo aplicada/repetição (μL)	Concentração gerada dentro do recipiente de 0,05 L ($\mu\text{L}/\text{L}$ de ar)	Mortalidade ¹ (%)	CL_{50} calculada	CL_{50} padronizada
0	(Testemunha)	2,50±2,50 a	23,792 $\mu\text{L}/\text{L}$ de ar (=1,1896 μL)	20 $\mu\text{L}/\text{L}$ de ar (=1,0 μL)
1,0	20	52,50±18,87 ab		
2,0	40	85,00±8,66 b		
3,0	60	85,00±15,00 b		
4,0	80	100,00±0,00 b		
P	<0,001			
CV (%)	38,23			

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

6.4.2 Avaliação de repelência sobre os adultos de *Callosobruchus maculatus* em teste com chance de escolha

Com relação aos testes de repelência com as diferentes espécies vegetais associadas aos grãos, verifica-se que *L. sidoides* foi a única espécie dentre as avaliadas que promoveu menor atratividade de insetos com relação à testemunha em todas as formulações. Em adição, esta planta foi a única a ser classificada como repelente quando utilizada na forma de sachê, de acordo com o índice de repelência (Tabela 12).

Grãos com *Piper diospyrifolium* atraíram menos insetos em relação à testemunha tanto com o óleo da planta fresca como da desidratada, no entanto, não houve

diferenças quando utilizado nas formas de pó e sachê. A espécie *P. arboreum* torna os grãos menos atrativos na formulação óleo da planta fresca, não diferindo nas demais formulações. *V. agnus castus* promoveu menos atratividade na formulação de óleo da planta desidratada e também não diferiu nas demais formulações. *P. solmsianum* foi eficiente na forma de pó, não diferindo nas demais formas de utilização. *P. tuberculatum* foi eficiente na forma de sachê, não diferindo na forma de óleo da planta fresca e de pó, já na forma de óleo desidratado, atraiu mais insetos que a testemunha. A presença de *C. ambrosioides* reduziu a atratividade do inseto apenas na forma de óleo da planta fresca. Grãos com *Piper crassinervium* não diferiram quanto à atratividade nas formas de sachê, óleo da planta fresca e desidratada, diferindo da testemunha apenas com a utilização do pó, porém esse tratamento foi mais atrativo aos insetos. *M. alliacea* foi atrativa aos insetos na forma de pó e sachê, não diferindo da testemunha na utilização dos óleos essenciais.

Para as espécies *P. marginatum*, *Piper gaudichaudianum*, *P. callosum*, *P. aduncum* e *Piper cernuum*, não houve diferença entre as parcelas tratadas e as testemunhas em nenhuma das formulações.

Considerando-se o percentual de insetos atraídos em todas as formulações, *L. sidoides* foi a espécie vegetal mais eficiente. No entanto, com base nos índices, a repelência só foi confirmada para a utilização dos sachês. As demais espécies vegetais testadas, com índices de repelência dentro do intervalo estabelecido com base no desvio padrão de cada experimento, foram consideradas neutras (Tabela 12).

Tabela 12. Percentual (%) de adultos de *Callosobruchus maculatus* atraídos por óleos e pós de origem vegetal (T = 25±2 °C; UR = 60±10%; Fotofase = 12:12 h).

Tratamento ¹	OF ²		IR ³		Cl. ⁴	OD ²		IR ³		Cl. ⁴	PÓ	IR ³		Cl. ⁴	SH ²		IR ³		Cl. ⁴
			(M ± DP)					(M ± DP)				(M ± DP)					(M ± DP)		
<i>Piper arboreum</i>	29,36 a		0,59 ± 0,37		N	45,23 a		0,89 ± 0,27		N	52,53 a	1,04 ± 0,13		N	53,10 a		1,12 ± 0,41		N
Testemunha	70,65 b					54,78 a					47,48 a				46,91 a				
<i>Lippia sidoides</i>	36,95 a		0,79 ± 0,31		N	36,54 a		0,72 ± 0,44		N	20,26 a	0,42 ± 0,37		N	14,47 a		0,27 ± 0,25		R
Testemunha	63,06 b					63,46 b					79,74 b				85,53 b				
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	39,95 a		0,77 ± 0,33		N	43,95 a		0,87 ± 0,27		N	62,85 b	1,26 ± 0,24		N	66,42 b		1,29 ± 0,32		N
Testemunha	60,05 b					56,05 a					37,16 a				33,59 a				
<i>Piper diospyrifolium</i>	40,57 a		0,36 ± 0,12		N	40,10 a		0,84 ± 0,35		N	47,52 a	0,93 ± 0,23		N	48,45 a		0,99 ± 0,27		N
Testemunha	59,43 b					59,90 b					52,49 a				51,56 a				
<i>Vitex agnus castus</i>	44,83 a		0,91 ± 0,13		N	40,23 a		0,80 ± 0,39		N	52,02 a	1,06 ± 0,27		N	57,78 a		1,16 ± 0,27		N
Testemunha	55,17 a					59,77 b					47,99 a				42,22 a				
<i>Piper tuberculatum</i>	43,04 a		0,85 ± 0,26		N	62,35 b		1,25 ± 0,30		N	44,65 a	0,89 ± 0,20		N	36,84 a		0,71 ± 0,41		N
Testemunha	56,97 a					37,65 a					55,35 a				63,16 b				
<i>Piper marginatum</i>	46,90 a		1,01 ± 0,32		N	42,91 a		0,85 ± 0,25		N	49,80 a	0,96 ± 0,28		N	44,04 a		0,88 ± 0,13		N
Testemunha	53,10 a					57,10 a					50,20 a				55,96 a				

Tabela 12. Continuação

Tratamento ¹	OF ²	IR ³ (M ± DP)	Cl. ⁴	OD ²	IR ³ (M ± DP)	Cl. ⁴	PÓ	IR ³ (M ± DP)	Cl. ⁴	SH ²	IR ³ (M ± DP)	Cl. ⁴
<i>Piper crassinervium</i>	49,18 a	0,97 ± 0,21	N	43,03 a	0,82 ± 0,43	N	63,86 b	1,24 ± 0,26	N	46,37 a	0,91 ± 0,22	N
Testemunha	50,82 a			57,97 a			36,14 a			53,63 a		
<i>Mansoa alliacea</i>	51,95 a	1,03 ± 0,25	N	51,65 a	0,99 ± 0,32	N	61,31 b	1,24 ± 0,36	N	65,95 b	1,33 ± 0,26	N
Testemunha	48,05 a			48,35 a			38,69 a			35,06 a		
<i>Piper gaudichaudianum</i>	50,24 a	1,00 ± 0,29	N	45,64 a	0,97 ± 0,45	N	46,79 a	0,93 ± 0,17	N	41,50 a	0,83 ± 0,23	N
Testemunha	49,76 a			54,36 a			52,22 a			58,51 a		
<i>Piper callosum</i>	48,85 a	1,01 ± 0,2	N	56,12 a	1,11 ± 0,29	N	50,98 a	1,00 ± 0,18	N	52,87 a	1,07 ± 0,21	N
Testemunha	51,15 a			43,88 a			49,02 a			47,13 a		
<i>Piper solmsianum</i>	51,43 a	1,02 ± 0,25	N	46,47 a	0,96 ± 0,36	N	35,63 a	0,68 ± 0,31	N	45,07 a	0,88 ± 0,40	N
Testemunha	48,57 a			53,53 a			65,38 b			54,93 a		
<i>Piper aduncum</i>	48,64 a	0,94 ± 0,25	N	50,15 a	1,01 ± 0,21	N	52,21 a	0,98 ± 0,27	N	49,84 a	0,99 ± 0,36	N
Testemunha	51,36 a			49,86 a			47,79 a			50,16 a		
<i>Piper cernuum</i>	53,13 a	1,15 ± 0,44	N	57,05 a	1,15 ± 0,21	N	48,02 a	0,97 ± 0,31	N	51,40 a	1,06 ± 0,38	N
Testemunha	46,88 a			42,95 a			51,98 a			48,60 a		

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade.

²OF: óleo da planta fresca, OD: óleo da planta desidratada, SH: sachê. ³Índice de Repelência; ⁴ Classificação: R = repelente; N = neutro; A = atraente.

6.4.3 Avaliação de mortalidade e aspectos biológicos de *Callosobruchus maculatus* em teste sem chance de escolha

Os dados referentes à mortalidade (Tabela 13) revelam que houve interação entre as espécies vegetais e as formulações avaliadas, e que dentro de cada formulação houve diferença significativa entre os tratamentos e a testemunha. Os óleos essenciais extraídos das plantas frescas e desidratadas de *V. agnus castus*, *C. ambrosioides* e *M. aliacea* foram os mais tóxicos a *C. maculatus*, causando 100% de mortalidade aos insetos. As espécies *P. callosum* e *L. sidoides* também se destacaram em relação à testemunha com mortalidades acima de 69%. Dentro da formulação pó, tanto o pó como o sachê de todas as espécies vegetais diferiram da testemunha. Apenas os pós de *P. callosum* e *L. sidoides* misturados aos grãos provocaram mortalidade acima de 50% aos insetos, enquanto a maior percentagem de mortalidade causada pela utilização de sachês foi constatada para as espécies *L. sidoides* (49,17%), *M. aliacea* (48,33%) e *V. agnus castus* (41,67%).

Comparando-se as formulações entre si, verifica-se que as únicas espécies vegetais em que não foram constatadas diferenças entre as formulações foram *P. tuberculatum*, *P. crassinervium* e *P. arboreum*; no entanto, nenhuma delas alcançou 50% de mortalidade dos insetos nas concentrações avaliadas. A espécie *L. sidoides* manteve um percentual acima de 50% mortalidade para os dois tipos de óleo essencial e também para o pó, atingindo 49,17% de mortalidade com a utilização do sachê. De maneira semelhante, *P. callosum* provocou percentual de mortalidade acima de 80% para os óleos e para o pó, porém baixo percentual de mortalidade (menor que 30%) para o sachê. As plantas *V. agnus castus*, *C. ambrosioides* e *M. alliacea* causaram mortalidade total dos insetos para os dois tipos de óleos, porém menor que 50% de mortalidade para pó e sachê.

Tabela 13. Percentual médio ($\pm$ EP) de mortalidade ao quinto dia após infestação de adultos de *Callosobruchus maculatus* nos grãos da cultivar BRS Guariba, tratados com pós e óleos essenciais de diferentes espécies vegetais (T = 25 ± 2 °C; UR = $60\pm 10\%$; Fotofase = 12:12 h).

Espécie vegetal	Mortalidade ¹ (%)			
	Óleo da planta fresca	Óleo da planta desidratada	Pó	Sachê
<i>Mansoa alliacea</i>	100,00 $\pm$ 0,00 fB	100,00 $\pm$ 0,00 fB	48,33 $\pm$ 2,79 dA	48,33 $\pm$ 2,47 dA
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	100,00 $\pm$ 0,00 fB	100,00 $\pm$ 0,00 fB	32,50 $\pm$ 7,04 cA	34,17 $\pm$ 5,54 cA
<i>Vitex agnus castus</i>	100,00 $\pm$ 0,00 fB	100,00 $\pm$ 0,00 fB	31,67 $\pm$ 3,57 cA	41,67 $\pm$ 2,11 dA
<i>Piper callosum</i>	95,00 $\pm$ 1,29 eC	89,17 $\pm$ 6,25 eC	83,33 $\pm$ 5,11 eB	29,17 $\pm$ 2,71 cA
<i>Lippia sidoides</i>	69,17 $\pm$ 8,70 dB	73,33 $\pm$ 4,59 dB	55,00 $\pm$ 3,65 dA	49,17 $\pm$ 5,97 dA
<i>Piper marginatum</i>	53,33 $\pm$ 4,01 cB	46,67 $\pm$ 9,55 cB	18,33 $\pm$ 3,80 bA	11,67 $\pm$ 3,80 bA
<i>Piper aduncum</i>	38,33 $\pm$ 7,71 bB	29,17 $\pm$ 8,11 bA	40,00 $\pm$ 2,89 cB	22,50 $\pm$ 5,12 bA
<i>Piper arboreum</i>	20,00 $\pm$ 6,95 aA	21,67 $\pm$ 5,43 bA	31,67 $\pm$ 6,01 cA	20,83 $\pm$ 5,69 bA
<i>Piper cernuum</i>	13,33 $\pm$ 2,47 aA	10,00 $\pm$ 2,24 aA	30,00 $\pm$ 1,83 cB	14,17 $\pm$ 3,00 bA
<i>Piper crassinervium</i>	11,67 $\pm$ 4,01 aA	17,50 $\pm$ 5,28 bA	17,50 $\pm$ 2,14 bA	20,00 $\pm$ 4,08 bA
<i>Piper diospyrifolium</i>	10,83 $\pm$ 3,00 aA	20,00 $\pm$ 6,83 bA	30,00 $\pm$ 3,16 cB	32,50 $\pm$ 4,79 cB
<i>Piper tuberculatum</i>	10,83 $\pm$ 2,39 aA	11,67 $\pm$ 2,11 aA	14,17 $\pm$ 2,39 bA	18,33 $\pm$ 3,80 bA
<i>Piper solmsianum</i>	10,83 $\pm$ 3,00 aA	8,33 $\pm$ 2,11 aA	16,67 $\pm$ 2,11 bB	20,00 $\pm$ 4,08 bB
<i>Piper gaudichaudianum</i>	9,17 $\pm$ 3,27 aA	18,33 $\pm$ 3,57 bA	29,17 $\pm$ 5,54 cB	19,17 $\pm$ 4,90 bA
Testemunha	5,83 $\pm$ 2,39 aB	5,83 $\pm$ 2,39 aB	0,83 $\pm$ 0,83 aA	0,83 $\pm$ 0,83 aA
P (Planta x Formulação)		<0,001		
CV (%)		22,82		

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Para análise estatística, os dados foram transformados em arcoseno $(x/100)^{1/2}$.

Com relação às espécies *M. alliacea*, *C. ambrosioides*, *V. agnus castus*, *L. sidoides*, *P. arboreum* e *P. diospyrifolium*, a ausência de diferença estatística entre as formulações pó e sachê sugere que estas espécies podem ser utilizadas de forma indiferente nas duas condições. Considerando-se que a dose empregada (0,13 g/10 g de grãos) é relativamente baixa, é possível que mortalidades mais expressivas ocorram a partir de 0,2 g/10 g de feijão. Especificamente para *C. ambrosioides*, cujos efeitos de pós

misturados aos grãos sobre carunchos já são reconhecidos na literatura (MAZZONETTO, 2002; PROCÓPIO et al., 2003; TAVARES, 2006; GUZZO, 2008; PANNUTI et al., 2012), a possibilidade de uso de sachê indica uma melhor perspectiva de utilização, principalmente pela não necessidade de mistura de pó aos grãos.

Com relação à média do número de ovos total de *C. maculatus* (Tabela 14), nota-se que, de modo geral, a formulação óleo essencial, tanto da planta fresca como da desidratada foi a que provocou maior redução no número total de ovos, com destaque para as espécies *V. agnus castus*, *C. ambrosioides*, *M. alliacea*, *P. marginatum*, *P. callosum* e *L. sidoides*. Isso provavelmente está associado aos elevados percentuais de mortalidade dos insetos, sendo que *C. ambrosioides* e *L. sidoides* se destacaram em todas as formulações. Além dessas espécies, vale destacar *P. aduncum*, dentro da formulação óleo da planta fresca, que não diferiu das espécies mencionadas acima, nem entre as formulações. De forma semelhante, dentro da formulação óleo da planta desidratada, *P. gaudichaudianum* não diferiu significativamente das espécies em destaque.

Tabela 14. Média ($\pm$ EP) do número de ovos total de *Callosobruchus maculatus* nos grãos da cultivar BRS Guariba, tratados com pós e óleos essenciais de diferentes espécies vegetais (T = 25 ± 2 °C; UR = $60\pm 10\%$; Fotofase = 12:12 h).

Espécie vegetal	Nº de Ovos Total ¹			
	Óleo da planta fresca	Óleo da planta desidratada	Pó	Sachê
<i>Vitex agnus castus</i>	14,17 $\pm$ 2,24 aA	18,00 $\pm$ 3,18 aA	287,67 $\pm$ 24,85 cB	346,17 $\pm$ 15,37 cB
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	24,17 $\pm$ 4,07 aA	21,17 $\pm$ 2,33 aA	110,17 $\pm$ 23,28 bA	97,50 $\pm$ 13,11 aA
<i>Mansoa alliacea</i>	24,17 $\pm$ 1,92 aA	30,50 $\pm$ 4,51 aA	298,17 $\pm$ 24,44 cB	304,67 $\pm$ 23,53 bB
<i>Piper marginatum</i>	51,17 $\pm$ 14,31 aA	76,17 $\pm$ 7,67 aA	214,00 $\pm$ 11,52 bB	387,83 $\pm$ 30,10 cC
<i>Piper callosum</i>	54,00 $\pm$ 2,77 aA	108,33 $\pm$ 3,08 aA	153,83 $\pm$ 15,28 bA	280,67 $\pm$ 22,22 bB
<i>Lippia sidoides</i>	80,17 $\pm$ 19,29 aA	72,33 $\pm$ 6,43 aA	16,75 $\pm$ 6,76 aA	133,50 $\pm$ 28,90 aA
<i>Piper aduncum</i>	130,00 $\pm$ 13,92 aA	182,17 $\pm$ 27,77 bA	165,00 $\pm$ 12,40 bA	251,50 $\pm$ 37,11 bA
<i>Piper arboreum</i>	212,83 $\pm$ 35,73 bA	238,33 $\pm$ 56,28 bA	274,17 $\pm$ 65,21 cA	222,83 $\pm$ 44,66 bA
<i>Piper gaudichaudianum</i>	224,17 $\pm$ 33,39 bB	142,50 $\pm$ 28,31 aA	268,67 $\pm$ 30,28 cB	387,33 $\pm$ 72,62 cC
<i>Piper cernuum</i>	228,50 $\pm$ 26,68 bA	291,83 $\pm$ 32,06 cA	323,33 $\pm$ 77,24 cA	396,33 $\pm$ 36,31 cB
<i>Piper tuberculatum</i>	236,50 $\pm$ 32,14 bA	221,33 $\pm$ 30,31 bA	388,50 $\pm$ 28,16 dB	258,83 $\pm$ 13,13 bA
<i>Piper crassinervium</i>	270,33 $\pm$ 17,35 bA	205,67 $\pm$ 31,09 bA	423,33 $\pm$ 54,99 dB	380,83 $\pm$ 43,04 cB
<i>Piper solmsianum</i>	310,50 $\pm$ 21,03 cA	311,83 $\pm$ 38,17 cA	433,33 $\pm$ 74,45 dB	451,83 $\pm$ 45,50 dB
<i>Piper diospyrifolium</i>	322,83 $\pm$ 48,42 cB	179,67 $\pm$ 26,18 bA	334,33 $\pm$ 22,51 cB	373,67 $\pm$ 40,89 cB
Testemunha	341,50 $\pm$ 38,25 cA	341,50 $\pm$ 38,25 cA	490,67 $\pm$ 48,79 dB	490,67 $\pm$ 48,79 dB
P (Planta x Formulação)	<0,001			
CV (%)	35,47			

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferiram estatisticamente entre si pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Para o número de ovos viáveis, também houve interação entre as plantas e as formulações. As espécies *L. sidoides*, *M. alliacea*, *C. ambrosioides* e *P. callosum* inviabilizaram todos os ovos na forma de óleo essencial da planta fresca. Nesta mesma formulação *P. marginatum*, *V. agnus castus* e *P. aduncum* foram as que apresentaram as menores médias de viabilidade de ovos, diferindo das demais espécies e da testemunha. Na forma de óleo desidratado, *M. alliacea* e *C. ambrosioides* também inviabilizaram 100% dos ovos, enquanto *L. sidoides*, *P. callosum*, *P. marginatum* e *V.*

agnus castus se destacaram com as menores médias de ovos viáveis. *L. sidoides* reduziu drasticamente o número de ovos viáveis na forma de pó, diferindo da testemunha e dos demais tratamentos e, na forma de sachê também não permitiu a formação de ovos viáveis. Ainda dentro da formulação sachê, destacaram-se *C. ambrosioides* e *P. aduncum* com menor número de ovos viáveis (Tabela 15).

Tabela 15. Número médio ($\pm$ EP) de ovos viáveis de adultos de *Callosobruchus maculatus* em grãos da cultivar BRS Guariba tratados com pós e óleos essenciais de diferentes espécies vegetais (T = 25 $\pm$ 2 °C; UR = 60 $\pm$ 10%; Fotofase = 12:12 h).

Espécie vegetal	Nº de Ovos Viáveis ¹			
	Óleo da planta fresca	Óleo da planta desidratada	Pó	Sachê
<i>Lippia sidoides</i>	-	13,50 $\pm$ 3,44 aA	1,00 $\pm$ 0,17 aA	-
<i>Mansoa alliacea</i>	-	-	197,33 $\pm$ 18,50 cA	204,50 $\pm$ 19,73 bA
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	-	-	84,00 $\pm$ 18,91 bA	58,67 $\pm$ 10,49 aA
<i>Piper callosum</i>	-	17,00 $\pm$ 4,91 aA	107,50 $\pm$ 9,19 bA	215,83 $\pm$ 17,16 bB
<i>Piper marginatum</i>	1,50 $\pm$ 0,34 aA	17,20 $\pm$ 8,39 aA	149,17 $\pm$ 10,47 bB	320,50 $\pm$ 23,44 cC
<i>Vitex agnus castus</i>	7,50 $\pm$ 1,67 aA	10,33 $\pm$ 1,80 aA	206,00 $\pm$ 25,37 cB	271,00 $\pm$ 16,10 cB
<i>Piper aduncum</i>	57,33 $\pm$ 12,50 aA	95,50 $\pm$ 16,78 bA	79,33 $\pm$ 9,19 bA	117,50 $\pm$ 19,29 aA
<i>Piper arboreum</i>	123,33 $\pm$ 25,24 bA	135,83 $\pm$ 30,24 bA	190,50 $\pm$ 44,05 cA	164,33 $\pm$ 35,40 bA
<i>Piper gaudichaudianum</i>	124,83 $\pm$ 21,30 bA	75,33 $\pm$ 17,09 aA	166,83 $\pm$ 24,19 bA	282,00 $\pm$ 58,90 cB
<i>Piper cernuum</i>	128,83 $\pm$ 18,14 bA	164,00 $\pm$ 22,32 bA	218,50 $\pm$ 56,40 cA	309,50 $\pm$ 29,43 cB
<i>Piper tuberculatum</i>	167,00 $\pm$ 20,57 bA	138,83 $\pm$ 19,88 bA	230,50 $\pm$ 19,56 cA	174,83 $\pm$ 6,41 bA
<i>Piper crassinervium</i>	185,17 $\pm$ 13,09 cA	139,83 $\pm$ 26,80 bA	293,33 $\pm$ 38,79 dB	297,50 $\pm$ 39,55 cB
<i>Piper solmsianum</i>	203,17 $\pm$ 14,81 cA	226,67 $\pm$ 37,82 cA	334,83 $\pm$ 55,76 dB	363,50 $\pm$ 32,99 cB
<i>Piper diospyrifolium</i>	228,50 $\pm$ 41,53 cB	129,00 $\pm$ 21,82 bA	243,67 $\pm$ 18,35 cB	278,67 $\pm$ 30,02 cB
Testemunha	260,17 $\pm$ 36,00 cA	260,17 $\pm$ 36,00 cA	326,00 $\pm$ 47,05 dA	326,00 $\pm$ 47,05 cA
P (Planta x Formulação)	<0,001			
CV (%)	38,83			

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferiram estatisticamente entre si pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

(-) Excluídos da análise estatística por ausência de valores.

Quanto ao número médio de adultos de *C. maculatus* emergidos, verifica-se através da Tabela 16, que as espécies *L. sidoides*, *M. alliacea*, *C. ambrosioides*, *P. callosum* e *P. marginatum* não permitiram a emergência de adultos na formulação de óleo fresco, sendo assim excluídas da análise estatística. Nesta formulação destacaram-se os óleos essenciais de *V. agnus castus* e *P. aduncum* com reduzido número de emergências. Na forma de óleo desidratado, *M. alliacea* e *C. ambrosioides*, as quais também foram excluídas da análise devido à ausência de emergências, destacando-se *L. sidoides*, *P. callosum*, *P. marginatum*, *V. agnus castus* e *P. gaudichaudianum* pela redução na emergência dos adultos. Os grãos tratados com pó e sachê de *L. sidoides* não originaram adultos. As espécies que se destacaram pela redução na emergência na formulação de pó foram *C. ambrosioides*, *P. aduncum*, *P. callosum* e *P. marginatum* e na forma de sachê foram *C. ambrosioides* e *P. aduncum*.

Quando comparado o efeito de cada espécie dentro de cada formulação, verifica-se que as espécies *M. alliacea* e *C. ambrosioides* são indiferentes quanto à utilização do pó e do sachê. *P. callosum* e *P. marginatum* diferiam entre as formulações óleo desidratado, pó e sachê, sendo mais eficientes com a utilização do óleo. *V. agnus castus* não diferiu com a utilização dos óleos fresco e desidratado, mas estes diferiram do pó e sachê, os quais também diferiram entre si, sendo os óleos essenciais mais eficientes na redução do número de emergências.

Tabela 16. Número médio ($\pm$ EP) de adultos de *Callosobruchus maculatus* emergidos dos grãos da cultivar BRS Guariba tratados com pós e óleos essenciais de diferentes espécies vegetais (T = 25 ± 2 °C; UR = $60\pm 10\%$; Fotofase = 12:12 h).

Espécie vegetal	Nº de Adultos Emergidos ¹			
	Óleo da planta fresca	Óleo da planta desidratada	Pó	Sachê
<i>Lippia sidoides</i>	-	10,00 $\pm$ 2,78 a	-	-
<i>Mansoa alliacea</i>	-	-	182,50 $\pm$ 23,18 bA	193,00 $\pm$ 20,70 cA
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	-	-	77,50 $\pm$ 18,18 aA	56,50 $\pm$ 10,10 aA
<i>Piper callosum</i>	-	15,33 $\pm$ 4,45 aA	102,00 $\pm$ 7,79 aB	206,33 $\pm$ 14,65 cC
<i>Piper marginatum</i>	-	20,50 $\pm$ 5,89 aA	124,33 $\pm$ 10,35 aB	248,67 $\pm$ 18,25 dC
<i>Vitex agnus castus</i>	6,67 $\pm$ 1,65 aA	9,83 $\pm$ 1,78 aA	196,17 $\pm$ 23,66 bB	267,17 $\pm$ 17,49 dC
<i>Piper aduncum</i>	54,50 $\pm$ 11,88 aA	89,33 $\pm$ 16,13 bA	79,00 $\pm$ 9,36 aA	102,33 $\pm$ 16,73 aA
<i>Piper cernuum</i>	113,50 $\pm$ 16,30 bA	142,67 $\pm$ 21,09 bA	194,83 $\pm$ 48,38 bB	259,67 $\pm$ 19,59 dC
<i>Piper arboreum</i>	113,67 $\pm$ 24,13 bA	119,67 $\pm$ 25,41 bA	174,50 $\pm$ 34,88 bA	155,00 $\pm$ 32,88 bA
<i>Piper gaudichaudianum</i>	115,50 $\pm$ 23,06 bA	66,67 $\pm$ 14,55 aA	158,67 $\pm$ 22,35 bB	220,67 $\pm$ 26,79 cB
<i>Piper tuberculatum</i>	143,00 $\pm$ 20,78 bA	115,17 $\pm$ 14,25 bA	208,17 $\pm$ 16,66 bB	156,83 $\pm$ 5,39 bA
<i>Piper crassinervium</i>	151,67 $\pm$ 9,15 bA	120,67 $\pm$ 24,20 bA	237,33 $\pm$ 27,72 cB	227,17 $\pm$ 18,54 cB
<i>Piper solmsianum</i>	183,50 $\pm$ 15,21 cA	198,00 $\pm$ 33,66 cA	257,00 $\pm$ 34,64 cB	271,17 $\pm$ 25,48 dB
<i>Piper diospyrifolium</i>	188,00 $\pm$ 26,20 cB	110,00 $\pm$ 17,13 bA	196,67 $\pm$ 14,99 bB	215,00 $\pm$ 8,61 cB
Testemunha	215,00 $\pm$ 24,57 cA	215,00 $\pm$ 24,57 cA	272,17 $\pm$ 40,40 cB	272,17 $\pm$ 40,40 dB
P (Planta x Formulação)	<0,001			
CV (%)	34,52			

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferiram estatisticamente entre si pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. (-) Excluídos da análise estatística por ausência de valores.

Na análise da interação planta versus formulação, para o parâmetro consumo por inseto, verifica-se que houve interação significativa entre os fatores, sendo excluídos da análise estatística os tratamentos onde não houve consumo pela não emergência dos insetos (Tabela 17). Para os demais tratamentos, verifica-se que houve diferença entre as espécies dentro das formulações óleo da planta fresca e desidratada. Dentro da formulação óleo da planta fresca, as espécies que apresentaram menor consumo pelos insetos não diferiram da testemunha, as quais somente diferiram de *P. gaudichaudianum* e *V. agnus castus*, que proporcionaram elevado consumo.

Tabela 17. Consumo médio por inseto ($\pm$ EP) de grãos da cultivar BRS Guariba tratados com pós e óleos essenciais de diferentes espécies vegetais por *Callosobruchus maculatus* (T = 25 ± 2 °C; UR = $60\pm 10\%$; Fotofase = 12:12 h).

Espécie vegetal	Consumo/inseto ¹ (g)			
	Óleo da planta fresca	Óleo da planta desidratada	Pó	Sachê
<i>Lippia sidoides</i>	-	0,025 $\pm$ 0,008 b	-	-
<i>Mansoa alliacea</i>	-	-	0,010 $\pm$ 0,001 aA	0,010 $\pm$ 0,001 aA
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	-	-	0,013 $\pm$ 0,002 aA	0,020 $\pm$ 0,001 aA
<i>Piper callosum</i>	-	0,040 $\pm$ 0,033 cB	0,010 $\pm$ 0,001 aA	0,010 $\pm$ 0,001 aA
<i>Piper marginatum</i>	-	0,035 $\pm$ 0,007 cB	0,012 $\pm$ 0,001aA	0,012 $\pm$ 0,001 aA
<i>Vitex agnus castus</i>	0,037 $\pm$ 0,024 bB	0,040 $\pm$ 0,008 cB	0,013 $\pm$ 0,002 aA	0,010 $\pm$ 0,001 aA
<i>Piper aduncum</i>	0,010 $\pm$ 0,001 aA	0,010 $\pm$ 0,001 aA	0,010 $\pm$ 0,001 aA	0,010 $\pm$ 0,001 aA
<i>Piper cernuum</i>	0,010 $\pm$ 0,001 aA	0,010 $\pm$ 0,001 aA	0,012 $\pm$ 0,001 aA	0,012 $\pm$ 0,001 aA
<i>Piper arboreum</i>	0,010 $\pm$ 0,001 aA	0,010 $\pm$ 0,001 aA	0,008 $\pm$ 0,002 aA	0,010 $\pm$ 0,001 aA
<i>Piper crassinervium</i>	0,010 $\pm$ 0,001 aA	0,010 $\pm$ 0,001 aA	0,013 $\pm$ 0,001 aA	0,010 $\pm$ 0,001 aA
<i>Piper solmsianum</i>	0,010 $\pm$ 0,001 aA	0,010 $\pm$ 0,001 aA	0,012 $\pm$ 0,001 aA	0,012 $\pm$ 0,001 aA
<i>Piper diospyrifolium</i>	0,010 $\pm$ 0,001 aA	0,010 $\pm$ 0,001 aA	0,010 $\pm$ 0,001 aA	0,013 $\pm$ 0,001 aA
Testemunha	0,012 $\pm$ 0,002 aA	0,012 $\pm$ 0,002 aA	0,008 $\pm$ 0,001 aA	0,008 $\pm$ 0,001 aA
<i>Piper tuberculatum</i>	0,017 $\pm$ 0,003 aA	0,017 $\pm$ 0,004 aA	0,010 $\pm$ 0,001 aA	0,008 $\pm$ 0,001 aA
<i>Piper gaudichaudianum</i>	0,035 $\pm$ 0,006 bB	0,018 $\pm$ 0,005 aA	0,008 $\pm$ 0,002 aA	0,005 $\pm$ 0,003 aA
P (Planta x Formulação)	<0,001			
CV (%)	52,65			

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferiram estatisticamente entre si pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. (-) Excluídos da análise estatística por ausência de valores.

De maneira similar ocorreu para o óleo da planta desidratada, em que as espécies com menor consumo por inseto também não diferiram da testemunha e as espécies que diferiram por proporcionarem um consumo superior ao da testemunha foram *V. agnus castus*, *P. marginatum* e *P. callosum*. Já para pó e sachê não houve diferença entre os tratamentos.

Comparando-se cada espécie vegetal dentro das formulações estudadas, excetuando-se aquelas que foram excluídas da análise, verifica-se que houve

diferença entre as formulações em relação ao consumo por inseto com a utilização do pó e sachê para as espécies *P. callosum*, *P. marginatum*, *P. gaudichaudianum* e *V. agnus castus*. Porém, de maneira em geral, é possível constatar que o consumo não foi afetado, pois mesmo os tratamentos que proporcionaram baixo consumo por inseto não diferiram do consumo da testemunha.

No que se refere ao peso seco dos insetos (Tabela 18), considerando-se cada formulação isoladamente, além daqueles tratamentos onde não houve emergência dos carunchos, os demais que também foram eficientes por terem ocasionado o menor peso dos carunchos foram *P. aduncum*, *P. gaudichaudianum*, *P. crassinervium*, *P. solmsianum*, *P. tuberculatum*, *P. arboreum* e *P. diospyrifolium*, dentro da formulação óleo da planta fresca. Para o óleo da planta desidratada, destacou-se *L. sidoides*, *V. agnus castus*, *P. gaudichaudianum* e *P. aduncum*. Dentro da formulação pó, as espécies que afetaram negativamente o consumo do inseto e diferiram das demais e da testemunha foram *P. aduncum*, *P. callosum*, *C. ambrosioides*, *V. agnus castus*, *P. diospyrifolium*, *P. arboreum*, *M. aliacea* e *P. cernuum*. Enquanto para o sachê, as que se destacaram foram *V. agnus castus*, *M. aliaceae* e *P. callosum*.

Na avaliação de cada espécie vegetal em relação às formulações estudadas, é possível observar que não foi possível a comparação de todas as espécies em todas as formulações, devido à inexistência de dados em algumas delas. Para *L. sidoides* não foi possível a comparação entre as formulações pela inexistência de dados nas formulações óleo da planta fresca, pó e sachê. Para *C. ambrosioides* e *M. aliacea* só foi possível a comparação apenas entre pó e sachê, as quais não diferiram entre si. *P. callosum* e *P. marginatum* foram comparadas em relação ao óleo da planta desidratada, pó e sachê, havendo diferença entre as formulações apenas para a primeira espécie, onde a formulação óleo da planta desidratada diferiu da formulação de pó e sachê, as quais não diferiram entre si e foram mais eficientes na redução de peso dos insetos.

Tabela 18. Peso seco médio ($\pm$ EP) por adulto de *Callosobruchus maculatus* emergidos de grãos da cultivar BRS Guariba, tratados com pós e óleos essenciais de diferentes espécies vegetais (T = 25 $\pm$ 2 °C; UR = 60 $\pm$ 10%; Fotofase = 12:12 h).

Espécie vegetal	Peso seco/ inseto ¹ (mg)			
	Óleo da planta fresca	Óleo da planta desidratada	Pó	Sachê
<i>Lippia sidoides</i>	-	1,90 $\pm$ 0,23 a	-	-
<i>Mansoa alliacea</i>	-	-	2,03 $\pm$ 0,05 aA	1,80 $\pm$ 0,04 aA
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	-	-	1,97 $\pm$ 0,06 aA	2,07 $\pm$ 0,03 bA
<i>Piper callosum</i>	-	2,63 $\pm$ 0,02 bB	1,95 $\pm$ 0,05 aA	1,82 $\pm$ 0,03 aA
<i>Piper marginatum</i>	-	2,45 $\pm$ 0,08 bA	2,28 $\pm$ 0,12 bA	2,48 $\pm$ 0,11 cA
<i>Piper aduncum</i>	2,02 $\pm$ 0,04 aA	2,02 $\pm$ 0,11 aA	1,87 $\pm$ 0,12 aA	2,13 $\pm$ 0,09 bA
<i>Piper gaudichaudianum</i>	2,07 $\pm$ 0,04 aA	2,00 $\pm$ 0,06 aA	2,43 $\pm$ 0,24 bB	2,42 $\pm$ 0,02 cB
<i>Piper crassinervium</i>	2,17 $\pm$ 0,05 aA	2,30 $\pm$ 0,08 bA	2,37 $\pm$ 0,09 bA	2,47 $\pm$ 0,09 cA
<i>Piper solmsianum</i>	2,17 $\pm$ 0,02 aA	2,27 $\pm$ 0,03 bA	2,57 $\pm$ 0,11 bB	2,40 $\pm$ 0,13 cB
<i>Piper tuberculatum</i>	2,18 $\pm$ 0,05 aA	2,28 $\pm$ 0,06 bA	2,32 $\pm$ 0,08 bA	2,20 $\pm$ 0,04 cA
<i>Piper arboreum</i>	2,22 $\pm$ 0,09 aA	2,48 $\pm$ 0,06 bB	2,02 $\pm$ 0,08 aA	2,05 $\pm$ 0,16 bA
<i>Piper diospyrifolium</i>	2,28 $\pm$ 0,05 aB	2,47 $\pm$ 0,03 bC	1,98 $\pm$ 0,07 aA	2,77 $\pm$ 0,17 dD
<i>Vitex agnus castus</i>	2,45 $\pm$ 0,16 bC	1,93 $\pm$ 0,23 aB	1,98 $\pm$ 0,04 aB	1,65 $\pm$ 0,06 aA
<i>Piper cernuum</i>	2,45 $\pm$ 0,05 bB	2,52 $\pm$ 0,04 bB	2,12 $\pm$ 0,13 aA	2,25 $\pm$ 0,04 cA
Testemunha	2,60 $\pm$ 0,04 bA	2,60 $\pm$ 0,04 bA	2,45 $\pm$ 0,02 bA	2,45 $\pm$ 0,02 cA
P (Planta x Formulação)	<0,001			
CV (%)	10,16			

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferiram estatisticamente entre si pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. (-) Excluídos da análise estatística por ausência de valores.

Para as demais espécies foi possível a comparação entre as quatro formulações, sendo que dentre estas a maioria foi eficiente em pelo menos duas. Assim, foram considerados mais eficientes os tratamentos com as plantas *P. gaudichaudianum*, *P. solmsianum*, *P. arboreum* e *P. cernuum*, e menos eficientes os tratamentos com as espécies *P. diospyrifolium* (baixo consumo apenas na forma de pó) e *V. agnus castus* (baixo consumo apenas na forma de sachê). Sabe-se que a redução no peso de insetos pode estar associada à presença de algum constituinte químico presente

nas plantas, que pode ocasionar um efeito deterrente alimentar, levando a um menor consumo de alimento pelos insetos. No entanto, é possível verificar que o óleo da planta fresca de *P. gaudichaudianum* e o óleo da planta desidratada de *P. callosum*, *P. marginatum* e *V. agnus castus* proporcionaram elevado consumo por inseto, o que não refletiu em ganho de peso pelos insetos. Segundo Bernard et al. (1995), uma possível explicação para esse fato é que algumas espécies vegetais podem provocar pouco efeito sobre o consumo e digestão do alimento ingerido, afetando apenas a eficiência de conversão do mesmo.

Na Tabela 19 estão apresentados os dados referentes à análise do período de desenvolvimento de *C. maculatus*. Excetuando-se aqueles tratamentos em que não houve emergência de insetos, para a maioria das espécies avaliadas dentro de cada formulação (exceto dentro da formulação óleo da planta desidratada), verifica-se que o período de desenvolvimento foi afetado negativamente, sendo o tempo requerido para o desenvolvimento de ovo a adulto prolongado em relação à testemunha.

As espécies *P. cernuum*, *P. tuberculatum*, *P. arboreum*, *P. diospyrifolium* e *P. crassinervium* prolongaram o período de desenvolvimento nas formulações óleo da planta fresca e pó. *P. solmsianum* e *P. gaudichaudianum* prolongaram esse período dentro da formulação óleo da planta fresca. *V. agnus castus* e *M. alliacea* prolongaram esse tempo na forma de pó. Dentro da formulação de sachê todas essas espécies mencionadas e as demais, exceto *C. ambrosioides* prolongaram o período de desenvolvimento dos insetos.

Analisando-se o desempenho de cada espécie vegetal, de maneira geral, a maioria das plantas foi eficiente nas diferentes formulações estudadas, seja pela ausência do período de desenvolvimento (em consequência da alta mortalidade e não emergência de insetos) ou pelo seu prolongamento (Tabelas 16 a 19).

Tabela 19. Valores médios ($\pm$ EP) para o período de desenvolvimento (ovo-adulto) de *Callosobruchus maculatus* nos grãos da cultivar BRS Guariba, tratados com pós e óleos essenciais de diferentes espécies vegetais (T = 25 ± 2 °C; UR = $60\pm 10\%$; Fotofase = 12:12 h).

Espécies vegetais	Período de desenvolvimento ¹ (dias)			
	Óleo da planta fresca	Óleo da planta Desidratada	Pó	Sachê
<i>Piper solmsianum</i>	30,62 $\pm$ 0,53 bB	30,58 $\pm$ 0,53 bB	28,57 $\pm$ 0,72 aA	29,57 $\pm$ 0,98 bA
<i>Piper gaudichaudianum</i>	30,59 $\pm$ 0,39 bB	28,69 $\pm$ 0,57 bA	28,30 $\pm$ 0,37 aA	31,95 $\pm$ 1,75 bB
<i>Piper crassinervium</i>	30,32 $\pm$ 0,43 bA	29,75 $\pm$ 0,38 bA	29,16 $\pm$ 0,74 bA	30,06 $\pm$ 0,84 bA
<i>Piper diospyrifolium</i>	29,95 $\pm$ 0,50 bA	29,03 $\pm$ 0,27 bA	29,28 $\pm$ 0,52 bA	29,56 $\pm$ 0,49 bA
<i>Piper cernuum</i>	29,69 $\pm$ 0,31 bA	29,93 $\pm$ 0,42 bA	30,50 $\pm$ 1,11 bA	30,21 $\pm$ 0,32 bA
<i>Piper tuberculatum</i>	29,56 $\pm$ 0,66 bA	29,33 $\pm$ 0,62 bA	30,10 $\pm$ 0,72 bA	28,99 $\pm$ 0,22 bA
<i>Piper arboreum</i>	29,06 $\pm$ 0,39 bA	28,55 $\pm$ 0,73 bA	29,36 $\pm$ 0,63 bA	29,80 $\pm$ 0,76 bA
Testemunha	28,50 $\pm$ 0,68 aA	28,50 $\pm$ 0,68 bA	27,56 $\pm$ 0,40 aA	27,56 $\pm$ 0,40 aA
<i>Vitex agnus castus</i>	27,48 $\pm$ 0,30 aA	27,46 $\pm$ 0,18 aA	30,10 $\pm$ 0,26 bB	30,28 $\pm$ 0,27 bB
<i>Piper aduncum</i>	27,46 $\pm$ 0,35 aA	26,29 $\pm$ 0,45 aA	28,12 $\pm$ 0,28 aA	29,93 $\pm$ 0,32 bB
<i>Piper marginatum</i>	-	29,61 $\pm$ 1,69 bA	28,52 $\pm$ 0,37 aA	30,10 $\pm$ 0,61 bA
<i>Piper callosum</i>	-	29,49 $\pm$ 0,56 bB	27,69 $\pm$ 0,13 aA	30,24 $\pm$ 0,27 bB
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	-	-	27,11 $\pm$ 0,47 aA	27,46 $\pm$ 0,56 aA
<i>Mansoa alliacea</i>	-	-	29,70 $\pm$ 0,38 bA	30,05 $\pm$ 0,19 bA
<i>Lippia sidoides</i>	-	26,84 $\pm$ 4,01 a	-	-
P (Planta x Formulação)	<0,001			
CV (%)	5,02			

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferiram estatisticamente entre si pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. (-) Excluídos da análise estatística por ausência de valores.

Plantas com atividade inseticida são ricas em compostos secundários, destacando-se os monoterpenos e seus análogos, que são compostos tipicamente lipofílicos, tendo alto potencial para interferências tóxicas em processos bioquímicos básicos, com consequências fisiológicas e comportamentais em insetos (PRATES; SANTOS, 2002).

Com relação aos óleos essenciais avaliados, a análise cromatográfica referente à constituição química revelou diferentes grupos de

componentes majoritários para algumas das espécies de maior potencial. Em *M. alliacea* foram identificados os compostos organosulfurados dissulfeto de dialila (30,36%) e trissulfeto de dialila (62,19%). Para *C. ambrosioides* quatro componentes destacaram-se pela sua maior concentração: *p*-cimeno (32,70%), α -terpenil acetato (9,94%), α -terpineno (9,79%) e ascaridol (8,56%). Em *P. callosum*, houve diferença entre os constituintes do óleo da planta fresca: metileugenol (6,51%), α -pineno (11,50%), β -pineno (11,29%) e safrol (48,24%) e do óleo da planta desidratada: miristicina (50,62%) e (E)-asarona (13,93%). Em *V. agnus castus* foram identificados o sabineno (14,69%) e 1,8-cineol (29,70%). Para as espécies *P. marginatum* e *L. sidoides* não foi possível realizar a análise de cromatografia; no entanto, para *L. sidoides* os principais componentes relatados na literatura são o timol e o carvacrol (CARVALHO et al., 2003) e do óleo essencial de *P. marginatum* já foram isolados vários compostos químicos, tais como os mono e sesquiterpenos α -pineno, β -pineno, safrol, metileugenol, miristicina, (Z)-asarona, (E)-asarona (ANDRADE et al., 2008), apiol, isoasarona, piper margina e marginatina (SANTOS et al., 1998).

Estudos realizados com *M. alliacea* revelaram que essa planta contém substâncias como: alildinilfóximo, alcalóides, alina, alicina, dissulfeto de propilalio, estigmaterol, flavonas, pigmentos flavônicos, saponinas, sulfetos de dialila, dimetilo e divinilo, naftaquinonas citotóxicas e antraquinonas (REVILLA, 2002). Muitas das atividades atribuídas a essa planta estão relacionadas aos seus compostos sulfurados e não sulfurados (ZOGHBI et al. 2009). De acordo com Yu et al. (1994), o óleo de alho, *Allium sativum* L., também possui alguns constituintes organossulfurados termolábeis e a aplicação tópica desse óleo essencial tem demonstrado atividade repelente.

Yang et al. (2012) avaliaram a atividade fumigante e a influência do óleo essencial de *A. sativum* e seus dois maiores constituintes (dissulfeto e trissulfeto de dialila) no comportamento de *Sitotroga cerealella* Olivier e verificaram que os três tratamentos possuem significativo efeito fumigante, com valores de CL₅₀ 1,33, 0,99 e 1,02 μ L/L de ar, respectivamente. Quando aplicados diretamente sobre grãos de arroz, provocam uma redução de 70% na oviposição na concentração de 1,5 μ L/g de arroz. Os

mesmos autores sugeriram que dissulfeto e trissulfeto de dialila são os componentes mais ativos em *A. sativum*, o que também pode ser considerado nesta pesquisa contra *C. maculatus*, uma vez que para *M. alliacea*, os compostos majoritários foram os mesmos.

Das espécies investigadas nesta pesquisa, *C. ambrosioides* é talvez a mais bem documentada em relação à sua atividade contra insetos. Su (1991) avaliou a toxicidade e repelência através da aplicação tópica do óleo de *C. ambrosioides* sobre quatro pragas de grãos armazenados, *C. maculatus*, *Sitophilus oryzae* L., *Lasioderma serricorne* Fabr. e *Tribolium confusum* Jac. O autor encontrou alta toxicidade sobre *C. maculatus* e *L. serricorne*, com registros de 100 e 92,5% de mortalidade de adultos, respectivamente.

Resultados promissores também foram encontrados por Procópio e Vendramim (1995), os quais analisaram a atividade inseticida de diversas plantas, entre estas, folhas, flores e frutos de *C. ambrosioides*, sobre adultos de *S. zeamais*, encontrando 100% de insetos mortos no segundo dia de avaliação, além da não emergência de nenhum adulto. Da mesma forma, Procópio e Vendramim (1997), verificando a atividade inseticida de seis pós de origem vegetal em relação a *A. obtectus*, observaram que *C. ambrosioides* ocasionou mortalidade de 100% dos insetos já no primeiro dia após o contato com o pó, não ocorrendo emergência de nenhum adulto. Os autores determinaram o limiar de atividade inseticida, verificando-se 100% de mortalidade dos adultos com uma dosagem de 0,15 g do pó/20 g de trigo.

Tavares (2006) obteve melhor efeito inseticida no emprego de *C. ambrosioides* sobre *S. zeamais* na forma de pó (0,25 g do pó/20 g de trigo), em comparação com o óleo essencial (diluído em acetona à 10% de concentração) e também de algumas substâncias isoladas desse óleo, diferindo do observado no presente trabalho. O autor observou elevados percentuais de mortalidade de adultos expostos aos grãos de trigo tratados com pós de folhas e frutos da referida planta (100 e 99,1%, respectivamente). O óleo essencial não demonstrou atividade inseticida sobre adultos dessa praga até o quinto de avaliação, causando 0,6% de mortalidade e não diferindo da testemunha (0,5%). Também não foi costatada diminuição na emergência de adultos. Da

mesma forma, as substâncias testadas α -pineno, p-cimeno e limoneno, isoladamente ou misturadas, apresentaram baixo efeito inseticida em relação aos adultos. No entanto, vale destacar, que o autor utilizou concentrações diferentes daquelas empregadas em nesta pesquisa para ambas as formulações.

A família Piperaceae apresenta muitos fitoquímicos promissores com atividade inseticida. Os compostos secundários encontrados em plantas do gênero *Piper* apresentam inúmeros modos de ação, incluindo efeito de contato, repelente e anti-alimentar. O efeito inseticida desse gênero está relacionado principalmente com a concentração de piperamidas, como a piperina (SCOTT et al., 2008) nas plantas.

Os constituintes químicos mais comuns nas piperáceas são as amidas, em especial a isobutilamida, piperidina e pirrolidina. Também se encontram lignanas, neolignanas e seus precursores, flavonóides, kawalactonas, butenólidos e epóxidos de ciclohexano (SENGUPTA; RAY, 1987). No que se refere à espécie *P. callosum*, o constituinte majoritário é o safrol, com reconhecida ação inseticida. A bioatividade de safrol e isosafrol foi testada em *Tribolium castaneum* Herbst e *S. zeamais* e foi evidenciado o efeito fumigante dessas substâncias sobre os adultos de ambas as espécies em concentrações a partir de 0,90 mg/cm² para o safrol e 0,42 mg/cm² para o isosafrol (MAIA et al., 1987; FAZOLIN et al., 2007). Não foram encontrados relatos da utilização de *P. callosum* sobre *C. maculatus*; contudo, é possível que a atividade inseticida verificada com este óleo seja resultante da atuação do metabólito safrol. Quanto a *P. marginatum*, Autran et al. (2009) verificaram que o óleo essencial das inflorescências dessa planta apresentou atividade potencial contra larvas de quarto ínstar de *A. aegypti*, com valores de CL₁₀ e CL₅₀ de 13,8 e 20 ppm, respectivamente.

Vitex agnus castus é utilizada como inseticida e repelente de insetos. Segundo Azam et al. (2012), extratos feitos da semente deste vegetal chegam a repelir moscas e mosquitos sugadores de sangue e pulgas dos humanos por um período de 6 horas. Tandon et al. (2008) avaliaram o efeito dos óleos essenciais de *V. agnus castus* e *V. trifolia* aplicados topicamente em larvas de quinto ínstar de *Spilosoma obliqua* Walker. Os tratamentos ampliaram o período larval e pupal, aumentaram a

mortalidade larval e ocasionaram deformidades nos adultos, além de reduzirem a fecundidade das fêmeas e a fertilidade dos ovos. Pertencente à mesma família de *V. agnus castus* (Verbenaceae), *L. sidoides* também tem sido estudada contra insetos. Carvalho et al. (2003) identificaram o óleo essencial dessa planta como o principal responsável pela ação larvicida sobre *A. aegypti*, causando 100% de mortalidade na menor concentração avaliada (0,017%). Castro et al. (2010) verificaram que o pó das folhas dessa planta à 10% impediu a postura de *C. maculatus* em grãos de feijão-caupi.

De maneira geral, nesta etapa do presente estudo, verifica-se que a CL₅₀ utilizada para os óleos essenciais (20 µL de óleo/L de ar) foram mais tóxicas aos insetos do que a CL₅₀ dos pós vegetais (0,13 g de pó/10 g de grãos). Os óleos essenciais provocaram alta mortalidade e, conseqüentemente, redução significativa na oviposição e emergência dos adultos de *C. maculatus*. Segundo Isman (2006), a volatilização de compostos indesejáveis é o modo de ação mais comum dos óleos essenciais, atuando diretamente como repelentes, ou mesmo indiretamente como compostos antialimentares (fagodeterrentes) ou tóxicos.

Don Pedro (1989) relatou que a morte do ovo em bruquídeos de feijão armazenado é decorrente da falta de atividade respiratória, acumulação de metabólitos tóxicos e toxicidade direta devido à penetração dos óleos ou dos seus constituintes no interior do mesmo. Credland (1992) demonstrou que, entre o ovo de *Callosobruchus* spp. e o tegumento da semente, na qual o mesmo é aderido, existe um espaço interno conectado com o exterior através de uma abertura denominada micrópila. A oclusão da micrópila por alguns óleos poderia explicar o efeito ovicida e/ou larvicida, bem como a maior suscetibilidade dos ovos de *Callosobruchus* spp. a óleos vegetais, em relação a outros bruquídeos, que não possuem essa abertura.

A partir dos resultados obtidos nos ensaios anteriormente descritos (6.4) foram selecionadas as espécies vegetais *M. alliacea* (Bignoniaceae), *C. ambrosioides* (Chenopodiaceae), *V. agnus castus*, *L. sidoides* (Verbenaceae), *P. callosum* e *P. marginatum* (Piperaceae), na formulação de óleo essencial extraído da

planta fresca, devido ao maior potencial insetistático/inseticida demonstrado sobre *C. maculatus*.

6.5 Interação de genótipos de *Vigna unguiculata* e espécies botânicas sobre *Callosobruchus maculatus*

6.5.1 Estimativa da CL₅₀ do óleo essencial de *Chenopodium ambrosioides* para *Callosobruchus maculatus*

A estimativa da CL₅₀ do óleo essencial da planta fresca de *C. ambrosioides* foi feita diretamente através da análise de Probit. O óleo essencial foi diluído em solução de Tween a 1% (mistura padrão) e utilizado em doses que variaram de 0,01 a 0,06 µL, gerando concentrações dentro do recipiente que variaram de 0,2 a 1,2 µL de óleo/L de ar (respectivamente). Foi estimada a CL₅₀ de 0,66468 µL de óleo/L de ar, porém adotou-se 0,6 µL de óleo/L de ar a ser utilizada igualmente para as demais substâncias vegetais (Tabela 20), em função da baixa disponibilidade de óleo de algumas espécies vegetais.

Tabela 20. Teste preliminar para estimativa da CL₅₀ do óleo essencial de *Chenopodium ambrosioides* para *Callosobruchus maculatus* (T = 25±2 °C; UR = 60±10%; Fotofase = 12:12 h).

Dose retirada da mistura padrão/repetição (µL)	Dose de óleo essencial correspondente (µL)	Concentração gerada no recipiente (µL de óleo/L de ar)	Mortalidade ¹ (%)	CL ₅₀ Calculada (µL/L)	CL ₅₀ Padronizada (µL/L)
3 µL de Tween 1%	Testemunha	Testemunha	5,00±2,04 a		
0,5	0,01	0,2	10,00±2,04 ab		
1,0	0,02	0,4	28,75±2,39 ab		
1,5	0,03	0,6	47,50±15,48 bc	0,66468	0,6
2,0	0,04	0,8	71,25±9,87 cd	µL de	µL de
2,5	0,05	1,0	71,25±8,26 cd	óleo/L de ar	óleo/L de ar
3,0	0,06	1,2	88,75±7,18 d		
P			<0,001		
CV (%)			35,60		

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

6.5.2 Avaliação de repelência sobre adultos de *Callosobruchus maculatus* em teste com chance de escolha

Na avaliação de repelência, só foi constatada interação significativa dos fatores genótipos *versus* óleos essenciais em dois casos: com *V. agnus castus* (presença/ausência) *versus* genótipos BRS- Urubuquara/IT85 F-2687 (Tabela 21), e com *M. alliacea* (presença/ausência) *versus* genótipos BRS-Urubuquara/IT85 F-2687 (Tabela 21). No primeiro caso, na comparação entre genótipos, houve diferença apenas na presença do óleo, sendo o número de insetos atraídos para recipientes contendo óleo de *V. agnus castus* menor para o genótipo resistente (IT85 F-2687). Analisando-se cada genótipo isoladamente, verifica-se que para o BRS-Urubuquara não houve diferença na presença e ausência do óleo. Já para o genótipo IT85 F-2687, o menor número de insetos atraídos foi constatado na presença do óleo da referida planta. Situação semelhante foi constatada com a utilização do óleo essencial de *M. alliacea*, em que só houve diferença entre os genótipos na presença do óleo, no entanto, o genótipo padrão foi o mais

repelente. Considerando-se cada genótipo separadamente, somente o genótipo padrão diferiu significativamente em relação à presença/ausência do óleo; sendo repelente na presença do tratamento com o óleo.

Nas demais situações (Tabelas 21 e 22), a interação não foi significativa. No entanto, verificou-se diferença para um dos fatores analisados em dois casos: com *P. marginatum* e *P. callosum* versus genótipos BRS- Urubuquara/IT85 F-2687. No primeiro caso, constatou-se que, em média, o genótipo BRS-Urubuquara foi menos atrativo que o IT85 F-2687 e na média da planta não houve diferença na presença/ausência deste óleo. Já no segundo caso, verifica-se que, em média, a atratividade dos insetos é maior para o genótipo BRS-Urubuquara e na média da planta, a presença do óleo essencial de *P. callosum* tornou os grãos mais atrativos aos insetos (Tabela 21).

Tabela 21. Percentual médio¹ (%) de adultos de *Callosobruchus maculatus* atraídos por grãos de genótipos de *Vigna unguiculata* associados a óleos essenciais (T = 25±2 °C; UR = 60±10%; Fotofase = 12:12 h).

Espécie vegetal (Ev)	Genótipo (G)		Média (Ev)
	BRS-Urubuquara	IT85 F-2687	
	Insetos atraídos (%)		
<i>Lippia sidoides</i>	Sem óleo	23,65	25,10 a
	Com óleo	24,16	24,90 a
	Média Genótipo	23,91A	26,09 A
P	Ev (0,9306 ^{ns})	G (0,6392 ^{ns})	Ev x G (0,9859 ^{ns})
CV(%)	21,98		
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Sem óleo	23,31	25,95a
	Com óleo	22,91	24,05a
	Média Genótipo	23,11A	26,89 A
P	Ev (0,9306 ^{ns})	G (0,6392 ^{ns})	Ev x G (0,6825 ^{ns})
CV(%)	21,00		
<i>Piper marginatum</i>	Sem óleo	23,41	25,63a
	Com óleo	18,86	24,37a
	Média Genótipo	21,14 A	28,86 B
P	Ev (0,5825 ^{ns})	G (0,0139 [*])	Ev x G (0,2125 ^{ns})
CV(%)	16,22		
<i>Piper callosum</i>	Sem óleo	21,41	17,66 a
	Com óleo	33,50	32,34 b
	Média Genótipo	27,46 A	22,54A
P	Ev (0,0038 [*])	G (0,2848 ^{ns})	Ev x G (0,4464 ^{ns})
CV(%)	27,42		
<i>Vitex agnus castus</i>	Sem óleo	23,97 aA	28,46
	Com óleo	29,20 aB	21,54
	Média Genótipo	26,58	23,41
P	Ev (0,1438 ^{ns})	G (0,4556 ^{ns})	Ev x G (0,0069 [*])
CV(%)	24,12		
<i>Mansoa alliacea</i>	Sem óleo	28,01 bA	25,79
	Com óleo	16,02 aA	24,21
	Média Genótipo	22,01	27,98
P	Ev (0,6567 ^{ns})	G (0,1239 ^{ns})	Ev x G (0,0141 [*])
CV(%)	21,98		

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para análise estatística, os dados foram transformados em $(x+1)^{1/2}$.

Tabela 22. Percentual médio¹ (%) de adultos de *Callosobruchus maculatus* atraídos por grãos de genótipos de *Vigna unguiculata* associados a óleos essenciais (T = 25±2 °C; UR = 60±10%; Fotofase = 12:12 h).

Espécie vegetal (Ev)	Genótipo (G)		Média (Ev)
	BRS-Urubuquara	IT81 D-1045 Ereto	
	Insetos atraídos (%)		
<i>Lippia sidoides</i>	Sem óleo	23,88	22,39
	Com óleo	31,09	22,95
	Média Genótipo	27,48A	22,67A
P	Ev (0,4490 ^{ns})	G (0,4049 ^{ns})	Ev x G (0,5624 ^{ns})
CV(%)	30,50		
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Sem óleo	22,02	26,50
	Com óleo	24,10	30,54
	Média Genótipo	23,06A	28,52A
P	Ev (0,4198 ^{ns})	G (0,2375 ^{ns})	Ev x G (0,6978 ^{ns})
CV(%)	21,71		
<i>Piper marginatum</i>	Sem óleo	24,37	21,15
	Com óleo	24,18	28,71
	Média Genótipo	24,27A	24,93A
P	Ev (0,2446 ^{ns})	G (0,9076 ^{ns})	Ev x G (0,2446 ^{ns})
CV(%)	16,85		
<i>Piper callosum</i>	Sem óleo	19,95	21,87
	Com óleo	23,19	28,92
	Média Genótipo	21,57A	25,40A
P	Ev (0,2459 ^{ns})	G (0,3636 ^{ns})	Ev x G (0,6706 ^{ns})
CV(%)	24,80		
<i>Vitex agnus castus</i>	Sem óleo	27,14	25,61
	Com óleo	19,33	27,50
	Média Genótipo	23,23A	26,56A
P	Ev (0,5318 ^{ns})	G (0,5528 ^{ns})	Ev x G (0,2235 ^{ns})
CV(%)	24,35		
<i>Mansoa alliacea</i>	Sem óleo	16,52	27,91
	Com óleo	23,59	33,97
	Média Genótipo	20,05A	30,94A
P	Ev (0,1691 ^{ns})	G (0,0565 ^{ns})	Ev x G (0,9893 ^{ns})
CV(%)	29,15		

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para análise estatística, os dados foram transformados em $(x+1)^{1/2}$.

Comparando-se os efeitos dos óleos testados de forma associada aos genótipos com o ensaio em que os referidos óleos foram empregados isoladamente (item 6.4.2 do *Screening*), verificam-se algumas diferenças nos padrões de desempenho. Analisando-se o efeito associado, observa-se que ocorreu interação dos fatores em

estudo apenas para as plantas *V. agnus castus* e *M. alliacea* versus genótipos BRS-Urubuquara e IT85 F-2687, sendo que comparando os genótipos entre si, verifica-se que na presença de *V. agnus castus*, o genótipo resistente foi menos atrativo aos insetos em comparação ao genótipo suscetível. No entanto, com a utilização de *M. alliacea*, o genótipo resistente foi mais atrativo que o suscetível. Quando esses óleos foram empregados isoladamente, os mesmos não foram atrativos aos insetos, mesmo tendo sido utilizados em uma concentração maior (20 µL de óleo/L de ar) do que na interação (0,6 µL de óleo/L de ar), o que evidencia o efeito do genótipo associado aos referidos óleos. No caso de *L. sidoides*, o óleo causou menos atratividade apenas na concentração de 20 µL de óleo/L de ar (utilizado de forma não associada aos genótipos), não mantendo esse padrão quando utilizado de forma associada aos genótipos, o que pode ter ocorrido em função da redução na concentração (0,6 µL de óleo/L de ar) na referida etapa.

Mazzonetto (2002) estudou o efeito associado do feijoeiro (*P. vulgaris*) e pós de diversas espécies vegetais, dentre elas *C. ambrosioides*, na forma de pó (0,3g/10g de feijão), sobre *Z. subfasciatus* e *A. obtectus*, verificando interação significativa quanto a repelência de adultos de ambas as espécies, quando da utilização de pós provenientes da parte aérea desta planta. A não constatação deste efeito sobre adultos de *C. maculatus* em feijão-caupi neste trabalho pode estar relacionada a questões de especificidade em relação ao inseto, mas principalmente com o tipo de formulação (óleo essencial) e concentração (0,6 µL de óleo/L de ar) utilizadas neste experimento.

6.5.3 Avaliação de mortalidade, oviposição e aspectos biológicos de *Callosobruchus maculatus* em teste sem chance de escolha

Em teste de fumigação, não foram verificados efeitos significativos na interação genótipos versus óleos essenciais (Tabela 23). No entanto, analisando-se os fatores isoladamente, é possível constatar o efeito significativo do óleo

essencial das plantas, sendo que *C. ambrosioides*, em média, diferiu dos demais, provocando o maior percentual de mortalidade dos insetos (51,33%).

Tabela 23. Percentual médio ($\pm$ EP) de mortalidade¹ de adultos de *Callosobruchus maculatus* ao quinto dia após infestação, em genótipos de *Vigna unguiculata* associados a óleos essenciais de diferentes espécies vegetais (T = 25 $\pm$ 2 °C; UR = 60 $\pm$ 10%; Fotofase = 12:12 h).

Espécie vegetal (Ev)	Genótipo (G)			Média (Ev)
	BRS-Urubuquara	IT85 F-2687	IT81 D-1045	
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	53,00 $\pm$ 9,43	38,00 $\pm$ 10,68	63,00 $\pm$ 13,93	51,33 b
<i>Piper marginatum</i>	33,00 $\pm$ 8,00	19,00 $\pm$ 7,65	21,00 $\pm$ 4,00	24,33 a
<i>Vitex agnus castus</i>	27,00 $\pm$ 5,15	14,00 $\pm$ 1,87	27,00 $\pm$ 8,46	22,67 a
<i>Mansoa alliacea</i>	18,00 $\pm$ 1,22	18,00 $\pm$ 4,06	46,00 $\pm$ 20,09	27,33 a
Testemunha	18,00 $\pm$ 3,39	13,00 $\pm$ 2,00	15,00 $\pm$ 5,24	15,33 a
<i>Piper callosum</i>	16,00 $\pm$ 3,32	16,00 $\pm$ 4,30	11,00 $\pm$ 5,10	14,33 a
<i>Lippia sidoides</i>	14,00 $\pm$ 4,85	24,00 $\pm$ 4,30	6,00 $\pm$ 1,87	14,67 a
Média Genótipo	25,57 A	20,29 A	27,00 A	
P	(G): 0,3986 ^{ns}	(Ev) <0,001	(G x Ev): 0,0847 ^{ns}	
CV (%)		45,11		

¹Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferiram entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para análise estatística, os dados foram transformados em $\arcseno(x/100)^{1/2}$.

O baixo percentual de mortalidade na utilização dos demais óleos essenciais, pode ser justificado pelo fato de a CL₅₀ padronizada em 0,6 μ L de óleo/L de ar ter sido estimada com base em *C. ambrosioides*, o que possivelmente subestimou o potencial das outras espécies em razão da alta toxicidade dessa planta.

Com relação às variáveis do número total de ovos e viabilidade de ovos (Tabelas 24 e 25), em nenhuma delas constatou-se interação significativa entre genótipos e óleos essenciais, embora tenha sido verificado efeito significativo de ambos os fatores isoladamente. Assim, independentemente do emprego dos óleos essenciais, o número total de ovos foi menor nos genótipos resistentes (IT85 F-2687 e IT81 D-1045) em relação ao verificado em BRS-Urubuquara.

Tabela 24. Valores médios ($\pm$ EP) para o número de ovos¹ total de *Callosobruchus maculatus* em genótipos de *Vigna unguiculata* associados a óleos essenciais de diferentes espécies vegetais (T = 25 $\pm$ 2 °C; UR = 60 $\pm$ 10%; Fotofase = 12:12 h).

Espécie vegetal (Ev)	Genótipo (G)		
	BRS-Urubuquara	IT85 F-2687	IT81 D-1045
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	136,60 $\pm$ 6,35 aA	17,50 $\pm$ 4,06 aA	17,00 $\pm$ 2,21 aA
<i>Vitex agnus castus</i>	419,20 $\pm$ 42,09 bB	236,60 $\pm$ 44,69 bA	291,60 $\pm$ 45,26 bAB
<i>Piper callosum</i>	436,00 $\pm$ 51,16 bB	255,40 $\pm$ 3,78 bA	279,20 $\pm$ 10,07 bA
<i>Piper marginatum</i>	470,00 $\pm$ 40,92 bB	248,80 $\pm$ 27,73 bA	375,40 $\pm$ 71,29 bAB
<i>Mansoa alliacea</i>	508,40 $\pm$ 38,16 bB	260,40 $\pm$ 38,04 bA	231,75 $\pm$ 75,00 abA
<i>Lippia sidoides</i>	519,60 $\pm$ 43,75 bB	284,80 $\pm$ 31,01 bA	336,00 $\pm$ 27,18 bA
Testemunha	550,00 $\pm$ 21,78 bB	255,60 $\pm$ 46,79 bA	264,40 $\pm$ 19,53 bA
P	(G x Ev) <0,001		
CV (%)	27,57		

¹Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferiram entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Por outro lado, o menor percentual de ovos viáveis ocorreu no genótipo IT81 D-1045, tendo este diferido de IT85 F-2687 e de BRS-Urubuquara, os quais não diferiram entre si. No que se refere aos óleos essenciais, verifica-se que nos genótipos resistentes o menor número de ovos e também o menor percentual de ovos viáveis ocorreu com a utilização do óleo de *C. ambrosioides* em comparação às demais espécies vegetais, e em média, esse tratamento diferiu dos demais com a utilização dos outros óleos essenciais.

Tabela 25. Valores médios ($\pm$ EP) da viabilidade de ovos¹ de *Callosobruchus maculatus* em genótipos de *Vigna unguiculata* associados a óleos essenciais de diferentes espécies vegetais (T = 25 $\pm$ 2 °C; UR = 60 $\pm$ 10%; Fotofase = 12:12 h).

Espécie vegetal (Ev)	Genótipo (G)		
	BRS-Urubuquara	IT85 F-2687	IT81 D-1045
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	42,89 $\pm$ 1,87 aA	50,19 $\pm$ 11,40 aA	35,29 $\pm$ 3,35 aA
<i>Mansoa alliacea</i>	54,06 $\pm$ 2,34 abA	59,72 $\pm$ 3,51 abA	63,08 $\pm$ 12,45 bA
<i>Piper marginatum</i>	61,86 $\pm$ 2,59 bcA	69,19 $\pm$ 2,60 bcA	60,46 $\pm$ 2,82 bA
<i>Lippia sidoides</i>	64,58 $\pm$ 2,51 bcA	85,45 $\pm$ 2,42 cB	61,40 $\pm$ 2,48 bA
<i>Vitex agnus castus</i>	66,40 $\pm$ 2,01 bcA	65,37 $\pm$ 1,97 abA	55,36 $\pm$ 4,31 bA
Testemunha	69,81 $\pm$ 4,01 cA	65,81 $\pm$ 3,97 abA	58,93 $\pm$ 3,29 bA
<i>Piper callosum</i>	74,21 $\pm$ 2,85 cB	71,75 $\pm$ 2,16 bcB	58,64 $\pm$ 3,32 bA
P	(G x Ev) <0,001		
CV (%)	12,78		

¹Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferiram entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na avaliação de emergência, a interação entre genótipos e plantas foi significativa (Tabela 26). Nos genótipos resistentes IT85 F-2687 e IT81 D-1045 observou-se o menor número de insetos emergidos em comparação ao genótipo suscetível (BRS-Urubuquara) com a utilização dos óleos essenciais de todas as espécies vegetais. Entre os genótipos, destacou-se o IT85 F-2687 e entre os óleos essenciais, o de *C. ambrosioides*. Comparando-se os genótipos entre si, observa-se que os genótipos resistentes foram mais eficientes na redução do número de emergidos e, somente diferiram entre si na presença dos óleos de *P. marginatum* e *L. sidoides*, com maior destaque para o IT85 F-2687. Os genótipos resistentes diferiram do suscetível em todos os tratamentos, exceto na presença do óleo de *C. ambrosioides*.

Quando se comparam os óleos das plantas dentro de cada genótipo, nota-se que o óleo de *C. ambrosioides* foi o que mais se destacou, reduzindo o número de emergência até mesmo no genótipo suscetível BRS-Urubuquara, diferindo das demais espécies e da testemunha, as quais não diferiram entre si. Para o genótipo IT81 D-1045 Ereto, o óleo de *C. ambrosioides* também foi o que mais se destacou na redução da emergência, mas diferiu apenas dos tratamentos à base de *P. marginatum* e

Tabela 26. Valores médios ($\pm$ EP) para número de adultos de *Callosobruchus maculatus* emergidos¹ de genótipos de *Vigna unguiculata* associados com óleos essenciais de diferentes espécies vegetais (T = 25 $\pm$ 2 °C; UR = 60 $\pm$ 10%; Fotofase = 12:12 h).

Espécie vegetal (Ev)	Genótipo (G)		
	BRS-Urubuquara	IT85 F-2687	IT81 D-1045
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	54,80 $\pm$ 3,32 aA	2,00 $\pm$ 0,58 aA	3,00 $\pm$ 0,60 aA
<i>Piper marginatum</i>	177,60 $\pm$ 6,18 bC	9,00 $\pm$ 2,07 aA	73,60 $\pm$ 34,15 bB
<i>Mansoa alliacea</i>	183,80 $\pm$ 16,37 bB	10,00 $\pm$ 2,07 aA	37,25 $\pm$ 11,61 abA
<i>Lippia sidoides</i>	184,00 $\pm$ 12,30 bC	12,60 $\pm$ 3,20 aA	76,60 $\pm$ 12,53 bB
<i>Vitex agnus castus</i>	189,40 $\pm$ 12,06 bB	13,20 $\pm$ 2,96 aA	51,20 $\pm$ 11,00 abA
<i>Piper callosum</i>	193,20 $\pm$ 8,63 bB	14,80 $\pm$ 1,50 aA	42,20 $\pm$ 4,89 abA
Testemunha	214,60 $\pm$ 14,99 bB	14,20 $\pm$ 1,36 aA	50,40 $\pm$ 8,40 abA
P	(G x Ev) < 0,001		
CV (%)	31,58		

¹Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferiram entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

L. sidoides; enquanto que no genótipo IT85 F-2687 não foi constatada diferença entre os tratamentos, incluindo a testemunha, uma vez que o genótipo por si só, reduziu a emergência de adultos. Ainda com relação a este genótipo, verificou-se nas avaliações diárias de emergência, que um grande número de larvas não conseguiu permanecer dentro dos grãos até a emergência do adulto, migrando para o exterior (Figura 7), o que também justifica a baixa emergência de insetos. Isso pode ter ocorrido devido à ação de algum constituinte químico presente nesse material, que prejudica o desenvolvimento dessas larvas. Este comportamento já havia sido observado na avaliação individual de genótipo; porém, com a utilização conjunta dos óleos essenciais a quantidade de larvas que deixaram os grãos foi significativamente maior.

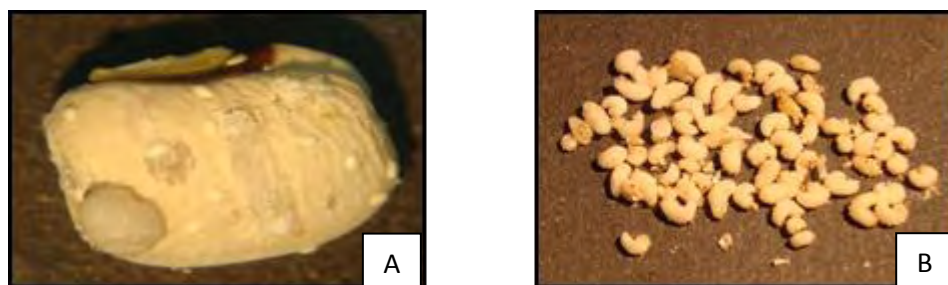


Figura 7. A) Detalhe da larva de *Callosobruchus maculatus* saindo do grão de IT85 F-2687. B) Larvas de *C. maculatus* que migraram dos grãos para o exterior antes da emergência do adulto.

Quanto ao consumo de grãos por inseto, verifica-se que não houve interação significativa entre genótipos e óleos essenciais (Tabela 27). Analisando-se as médias das espécies vegetais e dos genótipos, é possível constatar que somente houve diferença entre os genótipos. O genótipo IT81 D-1045 Ereto, em média, não diferiu do BRS-Urubuquara, os quais foram menos consumidos, diferindo do IT85 F-2687, que propiciou o maior consumo médio por inseto.

Na comparação das plantas entre si, é possível constatar que mesmo não havendo diferença entre os tratamentos, houve uma tendência de maior consumo por inseto com a utilização dos óleos de *L. sidoides*, *C. ambrosioides* e *V. agnus castus* (Tabela 27).

Tabela 27. Valores médios ($\pm$ EP) de consumo¹ (g) por inseto de genótipos de *Vigna unguiculata* associados a óleos essenciais de diferentes espécies vegetais por *Callosobruchus maculatus* (T = 25 $\pm$ 2 °C; UR = 60 $\pm$ 10%; Fotofase = 12:12 h).

Espécie vegetal (Ev)	Genótipo (G)			Média (Ev)
	BRS-Urubuquara	IT85 F-2687	IT81 D-1045	
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	0,012	0,170	0,050	0,056 a
<i>Vitex agnus castus</i>	0,010	0,134	0,020	0,055 a
<i>Mansoa alliacea</i>	0,012	0,088	0,028	0,044 a
<i>Piper marginatum</i>	0,012	0,089	0,018	0,039 a
<i>Piper callosum</i>	0,010	0,106	0,014	0,043 a
<i>Lippia sidoides</i>	0,012	0,198	0,016	0,075 a
Testemunha	0,016	0,098	0,016	0,043 a
Média Genótipo	0,012 A	0,122 B	0,019 A	
P	(G): <0,001	(Ev): 0,446 ^{ns}	(G x Ev): <0,220 ^{ns}	
CV (%)		96,21		

¹Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferiram entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para o peso seco dos insetos (Tabela 28), só houve diferença entre os genótipos nas parcelas não tratadas (testemunhas) e tratadas com o óleo de *P. marginatum* e *C. ambrosioides*. Quando tratados com *C. ambrosioides*, verifica-se menor peso seco dos insetos emergidos dos genótipos resistentes em comparação ao genótipo suscetível. Opostamente, os insetos originados do genótipo IT81 D-1045 Ereto, tanto na testemunha como no tratamento com o óleo de *P. marginatum*, tiveram os maiores pesos secos, diferindo significativamente dos outros dois materiais, os quais não diferiram entre si. Fato ocorrido com esse mesmo genótipo e já justificado na avaliação de genótipos (item 6.4.3), o que sugere que o óleo de *P. marginatum* não potencializou o efeito do genótipo.

Tabela 28. Valores médios ($\pm$ EP) do peso seco¹ (mg) por adulto de *Callosobruchus maculatus* emergidos de genótipos de *Vigna unguiculata* associados a óleos essenciais de diferentes espécies vegetais (T = 25 $\pm$ 2 °C; UR = 60 $\pm$ 10%; Fotofase = 12:12 h).

Espécie vegetal (Ev)	Genótipo (G)		
	BRS-Urubuquara	IT85 F-2687	IT81 D-1045
<i>Vitex agnus castus</i>	1,74 $\pm$ 0,04 aA	1,78 $\pm$ 0,10 bA	2,15 $\pm$ 0,10 bA
<i>Lippia sidoides</i>	1,75 $\pm$ 0,03 aA	1,65 $\pm$ 0,08 abA	2,02 $\pm$ 0,11 bA
<i>Mansoa alliacea</i>	1,76 $\pm$ 0,03 aA	1,92 $\pm$ 0,18 bA	1,94 $\pm$ 0,33 bA
<i>Piper callosum</i>	1,76 $\pm$ 0,04 aA	1,81 $\pm$ 0,07 bA	2,07 $\pm$ 0,19 bA
<i>Piper marginatum</i>	1,80 $\pm$ 0,02 aA	1,85 $\pm$ 0,16 bA	2,48 $\pm$ 0,23 bB
Testemunha	1,82 $\pm$ 0,04 aA	1,73 $\pm$ 0,06 abA	2,47 $\pm$ 0,12 bB
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	2,02 $\pm$ 0,15 aB	1,17 $\pm$ 0,14 aA	1,00 $\pm$ 0,20 aA
P	(G x Ev) <0,002		
CV (%)	14,96		

¹Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferiram entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na avaliação dos óleos essenciais em cada genótipo, nota-se que não houve diferença estatística no peso dos insetos entre as espécies vegetais dentro do genótipo padrão. Para o IT85 F-2687, o óleo de *C. ambrosioides* foi o que provocou menor peso dos insetos, no entanto, não diferiu do óleo de *L. sidoides*, nem da testemunha. Em IT81 D-1045 Ereto, o tratamento com *C. ambrosioides* foi o mais eficiente na redução do peso dos insetos, diferindo dos demais óleos essenciais, os quais não diferiram entre si. O fato de esse tratamento ter proporcionado elevado consumo e baixo peso de insetos pode ser reflexo de uma ineficiência de conversão do alimento ingerido e/ou digerido pelo inseto, assim como relatado anteriormente (Tabelas 17 e 18).

Quanto ao período de desenvolvimento de *C. maculatus* em genótipos de feijão-caupi tratados com os óleos essenciais (Tabela 29), verifica-se ausência de interação entre os fatores; no entanto, houve significância de cada fator de maneira isolada. Em média, é possível afirmar que o genótipo IT81 D-1045 exigiu um maior tempo para o desenvolvimento do inseto (40,13 dias), em comparação aos demais, os quais também diferiram entre si, sendo que o genótipo IT85 F-2687 foi o que, em

Tabela 29. Valores médios ($\pm$ EP) do período de desenvolvimento¹ (ovo-adulto) de *Callosobruchus maculatus* em genótipos de *Vigna unguiculata* associados a óleos essenciais de diferentes espécies vegetais (T = 25 $\pm$ 2 °C; UR = 60 $\pm$ 10%; Fotofase = 12:12 h).

Espécie vegetal (Ev)	Genótipo (G)			Média (Ev)
	BRS-Urubuquara	IT85 F-2687	IT81 D-1045	
<i>Piper marginatum</i>	33,43 $\pm$ 0,39	31,20 $\pm$ 0,29	40,31 $\pm$ 0,59	34,98 b
<i>Piper callosum</i>	32,78 $\pm$ 0,53	30,84 $\pm$ 0,41	40,30 $\pm$ 0,50	34,64 b
<i>Lippia sidoides</i>	32,63 $\pm$ 0,34	31,05 $\pm$ 0,31	39,50 $\pm$ 0,39	34,39 b
Testemunha	32,47 $\pm$ 0,86	31,66 $\pm$ 0,30	40,03 $\pm$ 0,22	34,72 b
<i>Mansoa alliacea</i>	32,28 $\pm$ 0,23	30,41 $\pm$ 0,31	41,03 $\pm$ 1,20	34,11 b
<i>Vitex agnus castus</i>	31,85 $\pm$ 0,33	30,35 $\pm$ 0,70	39,90 $\pm$ 0,33	34,03 b
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	29,84 $\pm$ 0,44	28,84 $\pm$ 7,08	39,50 $\pm$ 0,75	30,80 a
Média Genótipo	32,18 B	30,79 A	40,13 C	
P	G: < 0,001	Ev: < 0,001	(G x Ev): 1,00 ^{ns}	
CV (%)		3,42		

¹Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferiram entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

média, induziu o menor tempo de desenvolvimento. Com relação aos óleos essenciais, em média, o óleo de *C. ambrosioides* diferiu dos demais e da testemunha, encurtando o ciclo de vida do inseto.

Comparando-se esses resultados (Tabela 29) com os dos ensaios das etapas anteriores (tabelas 4 e 8), verifica-se que na etapa de avaliação de genótipos, IT81 D1045 Ereto foi o genótipo que propiciou o maior período de desenvolvimento aos carunchos, o que não ocorreu com os outros dois genótipos em questão. Já na avaliação do *screening* de plantas, das espécies selecionadas para esta etapa, somente o óleo essencial da planta fresca de *V. agnus castus* permitiu a sobrevivência dos insetos, porém não houve prolongamento do período de desenvolvimento.

Em um dos poucos relatos encontrados na literatura sobre a utilização associada de genótipos de feijão-caupi e plantas inseticidas, Lale e Mustapha (2000) combinaram o óleo da semente de nim nas concentrações de 25, 50, 75 e 100

mg/5g de semente com a utilização de variedades de feijão-caupi com diferentes graus de resistência ao *C. maculatus*. Os autores verificaram que houve interação significativa, com relação aos parâmetros avaliados, com redução do percentual de oviposição e do número de adultos emergidos. O tratamento de sementes nas concentrações 50 e 75 ou 100 mg/5 g de sementes reduziu em mais de 25% no controle para menos de 10 e 5%, respectivamente em todas as variedades.

No entanto, Mazzonetto (2002) verificou que no emprego associado de pós vegetais e genótipos resistentes de *P. vulgaris*, ocorreu apenas efeito aditivo e não sinérgico para *Z. subfasciatus* e *A. obtectus* em relação à preferência para oviposição e biologia dessas duas pragas. De forma semelhante, Guzzo (2008), avaliando o efeito combinado de genótipos de *P. vulgaris* resistente e suscetível com o inseticida botânico NeemPro à concentração de 1% sobre *Z. subfasciatus*, não constatou efeito aditivo ou sinérgico no controle desse caruncho.

Os resultados do presente estudo também não indicam a ocorrência de efeito aditivo e/ou sinérgico na associação entre genótipos e óleos essenciais.

7. CONCLUSÕES

7.1 Genótipos

- IT85 F2687, MNC99-510-8 e MN05-841 B-49 apresentam resistência do tipo não-preferência para oviposição.

- IT81 D1045 Ereto e IT81 D1045 Eramador apresentam resistência do tipo antibiose.

7.2 Screening das plantas

- Óleos essenciais de *Chenopodium ambrosioides*, *M. alliacea* e *V. agnus castus* na concentração de 20 µL de óleo/L de ar provocam 100% de mortalidade a adultos de *C. maculatus*;

- Óleos essenciais de *Piper marginatum*, *P. callosum* e *L. sidoides* afetam a oviposição, a emergência, o período de desenvolvimento e o peso de *C. maculatus*;

- *Lippia sidoides* reduz a atratividade de *C. maculatus* em todas as formulações; na formulação de sachê é repelente e inviabiliza 100% dos ovos;

- *Piper aduncum* (óleo essencial da planta fresca) afeta a oviposição, a emergência e o consumo dos insetos; na forma de óleo essencial da planta desidratada afeta o consumo;

- *Piper arboreum*, *P. tuberculatum*, *P. cernuum*, *P. diospyrifolium* e *P. crassinervium* prolongam o período de desenvolvimento de *C. maculatus* na forma de óleo essencial da planta fresca, pó e sachê;

- *Piper gaudichaudianum* e *P. solmsianum* prolongam o período de desenvolvimento na forma de óleo essencial da planta fresca e sachê;

- *Vitex agnus castus* e *M. alliacea* prolongam o período de desenvolvimento de *C. maculatus* na forma de pó e sachê;

- *Piper callosum*, *P. marginatum* e *P. aduncum* prolongam o período de desenvolvimento na forma de sachê.

7.3 Interação entre genótipos e óleos essenciais

- O óleo de *V. agnus castus* (0,6 µL/L de ar) associado ao genótipo IT85 F-2687 torna os grãos de *V. unguiculata* menos atrativos aos adultos de *C. maculatus*;

- A associação entre genótipos e óleos essenciais não apresenta efeito aditivo e/ou sinérgico sobre *C. maculatus*.

8. REFERÊNCIAS

AJAYI, F.A.; LALE, N.E.S. Susceptibility of unprotected seeds and seeds of local *Bambara groundnut* cultivars protected with insecticidal essential oils to infestation by *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 37, n. 1, p. 47-62, 2001.

ALMEIDA, F. de A.C.; ALMEIDA, S.A. de; SANTOS, N.R. dos; GOMES, J.P.; ARAÚJO, M.E.R. Efeitos de extratos alcoólicos de plantas sobre o caruncho do feijão *Vigna* (*Callosobruchus maculatus*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.585-590, 2005.

ALMEIDA, F. de A.C.; ALMEIDA, S.A. de; SANTOS, N.R. dos; MEDEIROS, S.S.A.; ALVES, H. da S. Controle do caruncho *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera:Bruchidae) utilizando extratos de *Piper nigrum* L. (Piperaceae) pelo método de vapor. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n.4, p.793-797, jul./ago., 2006.

ANDRADE, E.H.A.; CARREIRA, L.M.M.; SILVA, M.H.L. da; SILVA, J.D.; BASTOS, C.N.; SOUSA, P.J.C.; GUIMARÃES, E.F.; MAIA, J.G.S. Variability in essential-oil composition of *Piper marginatum* sensu lato. **Chemistry & Biodiversity**, v. 5, p. 197-208, 2008.

ARAÚJO; J.P.P.; WATT, E.E. **O caupi no Brasil**. Brasília, EMBRAPA – CNPAF, 1988, 722 p.

ARRUDA, F.P.; BATISTA, J. de L. Efeito de óleos vegetais e de cultivares de capi na infestação do caruncho (*Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775)) (Coleoptera: Bruchidae). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 11, n. 1/2, p. 53-57, 1998.

AUTRAN, E.S.; NEVES, I.A.; SILVA, C.S.B. da; SANTOS, G.K.N.; CÂMARA, C.A.G. da; NAVARRO, D.M.A.F. Chemical composition, oviposition deterrent and larvicidal activities against *Aedes aegypti* of essential oils from *Piper marginatum* Jacq. (Piperaceae).

Bioresource Technology, v. 100, p. 2284–2288, 2009.

AZAM, S.; BASHIR, S.; AHMAD, B. Anti-spasmodic action of crude methanolic extract of the aerial parts of *Vitex agnus castus*. **Journal of Medicinal Plants Research**, Victoria Island, v. 6, n. 3, p. 461-464, 2012.

BALDIN, E. L. L.; PEREIRA, J. M.; DAL POGETTO, M. H. F. A.; CHRISTOVAM, R. S.; CAETANO, A. C. Efeitos de pós vegetais sobre *Zabrotes subfasciatus* Bohemann (Coleoptera: Bruchidae) em grãos de feijão armazenado. **Boletim de Sanidad Vegetal Plagas**, v. 34, p. 177-185, 2008.

BALDIN, E. L. L.; PRADO, J.P.M.; CHRISTOVAM, R.S.; DAL POGETTO, M.H.F.A. Uso de pós de origem vegetal no controle de *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae) em grãos de feijoeiro. **BioAssay**, v.4, n. 2, p. 1-6, 2009. Disponível em: <<http://www.bioassay.org.br>>. Acesso em: 20 nov. 2012.

BALDIN, E. L. L.; VENDRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, A. L. Resistência de genótipos de tomateiro à mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 3, p. 435-441, 2005.

BARBOSA, D.R.S. **Efeitos da radiação microondas nas diferentes fases do ciclo evolutivo de *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) visando seu controle em feijão-caupi**. 2010. 89f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal)-Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2010.

BARRETO, P. D.; QUINDERÉ, M. A.W. Resistência de genótipos de caupi ao caruncho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 4, p. 779-785, 2000. Bastos, J.A.M. **Principais pragas das culturas e seus controles**. São Paulo: Nobel, 1981. 477p.

BERNARD, C.B.; KRISHINAMURTY, H.G.; CHAURET, D.; DURST, T.; PHILOGENE, B.J.R.; SANCHÉSVINDAS, P.; HASBAUN, C.; POVEDA, L.; ROMAN, L.S.; ARNASON, J.T. Insecticidal defenses of piperaceae from the neotropics. **Journal of Chemical Ecology**, Dordrecht, v.21, n.6, p.801-814, 1995.

BERNAYS, E.A.; CHAPMAN, R.F. **Host-plant selection by phytophagous insects**. New York: Chapman & Hall, 1994, 312 p.

BOEKE, S. J.; BAUMGART, I. R.; LOON, J. J. A.; VAN HUIS, A. VAN DICKE, M.; KOSSOU, D. K. Toxicity and repellence of African plants traditionally used for the protection of stored cowpea against *Callosobruchus maculatus*. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 40, n.4, p. 423-438, 2004.

BOURGAUD, F.; GRAVOT, A.; MILESI, S.; GONTIER, E. Production of plant secondary metabolites: a historical perspective. **Plant Science**, 161: 839-851, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 12 de 28 mar. 2008. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 31 mar. 2008. Seção 1, p. 11-14.

BREUER, M.; HOSTE, B.; LOOF, A.; NAQVI, S.N.H. Effect of *Melia azedarach* extract on the activity of NADPH-cytochrome c reductase and cholinesterase in insects. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 76, n.3, p. 99-103, 2003.

BRITO, J. P.; OLIVEIRA, J. E. M.; DE BORTOLI, S.A. Toxicidade de óleos essenciais de *Eucalyptus* spp. sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 96-103, 2006.

BROGLIE, R.; BROGLIE, K. Production of disease-resistant transgenic plants. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 4, p. 148–15, 1993.

CARDONA, C.; KORNEGAY, J.; POSSO, C.E.; MORALES, F.; RAMIREZ, H. Comparative value of four arcelin variants in the development of dry bean lines resistant to the Mexican bean weevil. **Entomology**, v. 56, p. 197–206, 1990.

CARLINI, C.R.; GROSSI-DE-SÁ, M.F. Plant toxic proteins with insecticidal properties. A review on their potentialities as bioinsecticides. **Toxicon**, Oxford, v. 40, p.1515-1539, 2002.

CARVALHO, A.F.U.; MELO, V.M.M.; CRAVEIRO, A.A.; MACHADO, M.I.L.; BANTIM, M.B.; RABELO, E.F. Larvicidal activity of the essential oil from *Lippia sidoides* Cham. Against *Aedes aegypti* Linn. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 98, n. 4, p. 569-571, 2003.

CARVALHO, R. de O.; LIMA, A. C. S.; ALVES, J. M. A. Resistência de genótipos de feijão-caupi ao *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Bruchidae). **Revista Ciência Agronômica**, v.5, n.1 p. 50-56, jan-abril, 2011.

CASTRO, M.J.P.; SILVA, P.H.S.; SANTOS, J.R.; SILVA, J.A. Efeito de pós vegetais sobre a oviposição de *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Bruchidae) em feijão-caupi. **Bioassay**. v.5, n.4, 2010. Disponível em: <<http://www.bioassay.org.br>>. Acesso em: 20 nov. 2012.

CHAVES, J.W. M.; VENDRAMIM, J. D. Não-preferência para oviposição e desenvolvimento de *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Bruchidae) em cultivares de caupi. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 239-245, 1995.

COSTA, N. P.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Efeito de genótipos de caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., sobre o desenvolvimento de *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera: Bruchidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 77-83, 2004.

CREDLAND, P.F. The structure of bruchid eggs may explain the ovicidal effect of oils. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v.28, n. 1, p. 1-9, 1992.

DICK, K.M.; CREDLAND, P.F. Changes in the response of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) to a resistant variety of cowpea. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 27, p. 227-233, 1986.

DOMINGUES, S.J.S.; MELO, F.R.; AGUIAR, J.M.; AFFONSO, A.G.; GIULI, J.S.A.; ROSE, J.L.; SALES, M.P.; MACHADO, L.F.; AZEVEDO, C.R.; CUNHA, P.C.; UCHOA, A.F.; OLIVEIRA, A.E.A. de; XAVIER-FILHO, J.; FERNANDES, K.V.S. Resistance of *Vigna unguiculata* (cowpea) seeds to *Callosobruchus maculatus* is restricted to cotyledonary tissues. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 86, p. 1977–1985, 2006.

DON PEDRO, K.N. Mode of action of fixed oils against eggs of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). **Pesticide Science**, Oxford, v. 26, n.2, p. 107-116, 1989.

ESTRELA, J.L.V.; FAZOLIN, M.; CATANI, V.; ALÉCIO, M.R.; LIMA, M.S. de. Toxicidade de óleos essenciais de *Piper aduncum* e *Piper hispidinervum* em *Sitophilus zeamais*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 2, p. 217-222, 2006.

FANELA, T.L.M. **Efeito de óleos essenciais e extratos de diferentes espécies botânicas sobre *bemisia tabaci* (gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em tomateiro**. 2012. 106 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; CATANI, V.; ALÉCIO, M. R.; LIMA, M. S. Atividade inseticida do óleo essencial *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr) Bur. & K. Shum sobre *Sitophilus zeamais* Motsh (Coleoptera: Curculionidae). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 37, n. 4, p. 599-604, 2007.

FENEMORE, P. G. Oviposition of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* Zell. (Lepidoptera: Gelechiidae); identification of host-plant factors influencing oviposition response. **New Zealand Journal of Zoology**, Wellington, v. 7, p. 435-439, 1980.

FERNANDES, K.V.S.; XAVIER-FILHO, J. The biological roles of legume seed vicilins (7S storage proteins). **Trends in Comparative Biochemistry & Physiology**, v.4, p. 241–245, 1998.

FINNEY, D.F. **Probit analysis**. 3 ed. New York: Cambridge University Press, 1971. 333 p.

FREIRE FILHO, F. R. Origem, evolução e domesticação do caupi. In: ARAÚJO, J.P.P. de; WATT, E. E. (Org.). **O caupi no Brasil**. Brasília, DF: IITA: EMBRAPA, 1988. p. 26-46.

FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.; ROCHA, M.M.; SILVA, K.J.D.; NOGUEIRA, M. do S. da R.; RODRIGUES, E.V. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento, avanço e desafios**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011b.

FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.; BARRETO, P.D.; SANTOS, A.A. Melhoramento genético. In: FREIRE FILHO, F.R.; LIMA, J.A. de A.; RIBEIRO, V.Q. (Ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 28-92.

FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.; BARRETO, P.D.; SANTOS, C.A.F. **Melhoramento genético de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] na região do Nordeste**. Disponível em: <<http://www.cpatsa.embrapa.br>>. Acesso: 16 dez. 2011a.

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

GATEHOUSE, A. M. R.; BOULTER, D. Assessment of the antimetabolic effects of trypsin inhibitors of cowpea (*Vigna unguiculata*) and other legumes on development of the bruchid beetle *Callosobruchus maculatus*. **Journal Science Food and Agriculture**, v. 34, p. 345-350, 1983.

GATEHOUSE, A.M.R.; DEWEY, F.M.; DOVE, J.; PENTON, K.A.; PUSZTAI, A. Effect of seed lectins from *Phaseolus vulgaris* on the development of larvae of *Callosobruchus maculatus*: mechanism of toxicity. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 35, p. 373-380, 1984.

GATEHOUSE, A.M.R.; GATEHOUSE, J.A.; DOBIE, P.; KILMINSTER, A.M.; BOULTER, D. Biochemical basis of insect resistance in *Vigna unguiculata*. **Journal Science Food and Agriculture**, v. 30, p. 948-958, 1979.

GRANGEIRO, T.B.; CASTELLÓN, R.E.R.; ARAÚJO, F.M.M.C.; SILVA, S.M.S.; FREIRE, E. de A.; CAJAZEIRAS, J.B.; NETO, M.A.; GRANGEIRO, M.B.; CAVADA, B.S. Composição bioquímica da semente. In: FREIRE FILHO, F.R.; LIMA, J.A. de A.; RIBEIRO, V.Q. (Eds.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, p.338-365.

GUERRA, A.M.N.M.; MARACAJÁ, P.B.; FREITAS, R. da S. de; SOUSA, A.H.; SOUSA, C.S.M. Atividade inseticida de plantas medicinais sobre *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 146-150, jan./mar. 2009.

GUZZO, E.C. **Seleção de genótipos de feijoeiro *Phaseolus vulgaris* (L.) (Leguminosae) resistentes aos carunchos *Acanthoscelides obtectus* (Boh.) e *Zabrotes subfasciatus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) e o seu uso associado com inseticidas botânicos.** 2008. 116 f. Tese (Doutorado em Ciências/Entomologia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

HAGSTRUM, D.W.; REED, C.; KENKEL, P. Management of stored wheat insect pests. **Integrated Pest Management Reviews**, v. 4, p. 127–142, 1999.

HAINES, C.P. Observation on *Callosobruchus analis* (F.). In Indonesia, including a key to storage *Callosobruchus* spp. (Col.: Bruchidae). **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 25, p. 9-16, 1989.

ILBOUDO, Z; DABIRÉ, L.C.B; NÉBIÉ, R.C.H.; DICKO, I.O.; DUGRAVOT, S.; CORTESERO, A.M.; SANON, A. Biological activity and persistence of four essential oils towards the main pest of stored cowpeas, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera:Bruchidae). **Journal of Stored Products Research**, v. 46, p. 124-128, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola.** Rio de Janeiro: IBGE, v. 5, 1993; v. 6, 1994; v. 7, 1995; v. 8, 1996; v. 9, 1997; v. 10, 1998; v. 11, 1999; v.12, 2000; v.13, 2001; v.14, 2002; v. 17, 2005; v. 18, 2006; v. 19, 2007; v. 20, 2008; v. 21, 2009.

ISMAN, M. B. Botanical insecticides , deterrents and repellents in modern agriculture and increasingly regulated world. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 51, p. 45-66, 2006.

KÉITA, S.M.; VINCENT, C.; SCHMIT, J.P.; ARNASON, J.T.; BELANGER, A. Efficacy of essential oil *Ocimum basilicum* L. and *O. gratissimum* L. applied as insecticidal fumigant and poder to control *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Bruchidae). **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 37, n. 4, p. 339-349, 2001.

KÉITA, S.M.; VICENT, C.; BÉLANGER, A.; SCHMIT, J.P. Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (F.) [Coleoptera: Bruchidae]. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v.36, p. 355-364, 2000.

KETOH, G.K.; HONORE, K; I.A. KOUMAGLO, I.A.; GLITHO, J.H. Comparative effects of *Cymbopogon schoenanthus* essential oil and piperitone on *Callosobruchus maculatus* development. **Fitoterapia**, v. 77, p. 506–510, 2006.

KHATTAK, S.U.; HAMED, M.; KHATOON, R.; MOHAMMED, T. Relative susceptibility of different mungbean varieties to *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 23, p. 139-142, 1987.

KITCH, L.W.; SHADE, R. E.; MURDOCK, L. L., Resistance to the cowpea weevil (*Callosobruchus maculatus*) larva in pods of cowpea (*Vigna unguiculata*). **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 28, p. 261-267, 1991.

KNNAK, N.; FIUZA, L.D. Potencial dos óleos essenciais de plantas no controle de insetos e microrganismos. **Neotropical Biology and Conservation**, São Leopoldo, v. 5, n. 2, p. 120-132, 2010.

KOGAN, M. Plant resistance in pest management. In: METCALF, R.L.; LUCKMANN, W.H. **Introduction to insect pest management**. New York: Wiley, 1975. p.103-46.

LALE, N.E.S.; ABDULRAHMAN, H.T. Evaluation of neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) seed oil obtained by different methods and neem powder for the management of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) in stored cowpea. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 35, n. 2, p. 135-143, 1999.

LALE, N.E.S.; EFEOVBOKHAN, S.O. Resistance status of new cowpea cultivars to a storage insect pest, *Callosobruchus maculatus*. **Postharvest Biology and Technology**, v. 1, p. 181-186, 1991.

LALE, N.E.S.; KOLO, A. A. Susceptibility of eight genetically improved local cultivars of cowpea to *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) in Nigeria. **International Journal of Pest Management**, v. 44, p. 25-27, 1998.

LALE, N.E.S.; MAKOSHI, M.S. Role of chemical characteristics of the seed coat in the resistance of selected cowpea varieties to *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) in Nigeria. **International Journal of Pest Management**, v. 46, n. 2, p. 97- 102, 2000.

LALE, N.E.S.; MUSTAPHA, A. Potential of combining neem (*Azadirachta indica* A. Juss) seed oil with varietal resistance for the management of the cowpea bruchid, *Callosobruchus maculatus* (F.). **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 36, p. 215-222, 2000.

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

LARA, F.M. Resistance of wild and near isogenic bean lines with arcelin variants to *Zabrotes subfasciatus* (Boheman). I – Winter Crop. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.26, n.3, p.551-560, 1997.

LAZZARI, S.M.N.; LAZZARI, F.A. Insetos-praga de grãos armazenados. In: PANIZZII, A.R.; PARRA, J.R.P. (Eds.) **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Brasília DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009, p. 667-731.

LIMA, M.P.L. de. **Resistência de cultivares/linhagens de caupi**, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., a *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchid). 2000. 70f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade-Entomologia)-Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2000.

LIMA, M.P.L.; OLIVEIRA, J.D.; BARROS, R.; TORRES, J.B.; GONÇALVES, M.E.de C. Estabilidade da resistência de genótipos de caupi a *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) em gerações sucessivas. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 275-280, 2001b.

LIMA, M.P.L.; OLIVEIRA, J.D.; BARROS, R.; TORRES, J.B. Identificação de genótipos de caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp. resistentes a *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Bruchidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 289-295, 2001a.

LIN, H.; KOGAN, M.; FISCHER, D. Induced resistance in soybean to the Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae): comparisons of inducing factors. **Environmental Entomology**, v. 19, p. 1852-1857, 1990.

MACEDO, M.L.R; ANDRADE, L.B.S.; MORAES, R.A.; XAVIER-FILHO, J. Vicilin variant and the resistance of cowpea (*Vigna unguiculata*) seeds to the cowpea weevil (*Callosobruchus maculatus*). **Comparative Physiology and Biochemistry**, v. 105, p. 89-94, 1993.

MAIA, J.G.S.; SILVA, M.L.; LUZ, A.I.R.; ZOGHBI, M.G.B.; RAMOS, L.S. Espécies de *Piper* da Amazônia ricas em safrol. **Química Nova**, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 200-204, 1987.

MATOS, F.J.A. **Introdução a Fitoquímica Experimental**. 2a ed. Fortaleza, CE: Edições UFC, 1997. 141p.

MAZZONETTO, F. **Efeito de genótipos de feijoeiro e de pós de origem vegetal sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) e *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Col.: Bruchidae)**. 2002. 134f. Tese (Doutorado em Entomologia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

MAZZONETTO, F.; BOIÇA JÚNIOR, A.L. Determinação dos tipos de resistência de genótipos de feijoeiro ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.28, n.2, p.307-311, 1999.

MAZZONETTO, F.; VENDRAMIM, J.D. Efeito de pós de origem vegetal sobre *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae) em feijão armazenado. **Neotropical Entomology**, v.32, n.1, p. 145-149, 2003.

MBATA, G.N. Studies on the comparative susceptibility of varieties of Bambara groundnuts to infestation by *Callosobruchus maculatus*. **Tropical Science**, v. 32, p. 47-51, 1992.

MEDEIROS, D.C. de.; ANDRADE NETO, R.C.; FIGUEIRA, L.K.; NERY, D.K.P.; MARACAJÁ, P.B.; NUNES, G.H.S. Pó de folhas secas e verdes de nim sobre a qualidade das sementes de feijão-caupi. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 2, p. 94-99, abr./jun. 2007.

MELO, A.F. de; FONTES, L.S.; BARBOSA, D.R.S.; ARAÚJO, A.A.R.; SOUSA, E.P.S.; SOARES, L.L.L.; SILVA, P.R.R. Resistência de genótipos de feijão-caupi ao ataque de *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 79, n.3, p.425-429, jul./set., 2012.

MESSINA, F.J.; RENWICK, J.A.A. Resistance of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) in selected cowpea lines. **Environmental Entomology**, v.14, p. 868-872, 1985.

MIRANDA, J. E.; OLIVEIRA, J.E. de M.; ROCHA, K.C.G.; BORTOLI, S.A.; NAVICKIENE, H.M.D.; KATO, M.J.; FURLAN, M. Potencial inseticida do extrato de *Piper tuberculatum* (Piperaceae) sobre *Alabama argillacea* (Huebner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 557-563, 2002.

MOTA, A.C.; FERNANDES, K.V.S.; SALES, M.P.; FLORES, V.M.Q.; XAVIER-FILHO, J. Cowpea Vicilins: Fractionation of Urea Denatured Sub-Units and Effects on *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae) Development. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, vol. 45, n. 1, p. 1 - 5, March, 2002.

OFUYA, T.I. Oviposition deterrence and ovicidal properties of some plant powders against *Callosobruchus maculatus* in stored cowpea (*Vigna unguiculata*) seeds. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 115, p. 343-345, 1990.

OFUYA, T.I.; CREDLANDT, P.F. Responses of Three Populations of the Seed Beetle, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae), to Seed Resistance in Selected Varieties of Cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 31, n.1, p. 17-27, 1995.

OKONKWO, E.U.; OKOYE, W.J. The control of *Callosobruchus maculatus* (F.) in stored cowpea with dried ground *Ricinus communis* (L.) leaves in Nigeria. **Tropical Pest Management**, Basingstoke, v. 38, n. 3, p. 237-238, 1992.

ORIANI, M.A.G.; LARA, F.M.; BOIÇA JUNIOR, A.L. Resistência de genótipos de feijoeiro a *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera, Bruchidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.25, n.2, p.213-216, 1996.

OSBORN, T.C.; ALEXANDER, D.C.; SUN, S.S.M.; CARDONA, C.; BLISS, F.A. Insecticidal activity and lectin homology of arcelin seed protein. **Science**, v. 240, p. 207-210, 1988.

PANDA, N. **Principles of host-plant resistance to insect pests**. New York: Osmun, 1979, 386 p.

PANDA, N.; KHUSH, G.S. **Host Plant Resistance to Insects**. CAB International, Oxon, UK. 1995, 431p.

PANNUTI, L.E.R.; MARCHI, L.S.; BALDIN, E.L.L. Use of vegetable powders as alternative to control of *Callosobruchus maculatus*. **Boletim de Sanidad Vegetal Plagas**, v. 38, n.1, p. 33-40, 2012.

PASCUAL-VILLALOBOS, M. J. **Plaguicidas naturales de origen vegetal**: estado actual de la investigación. Madrid: INIA, 1996, 35 p. (INIA. Monografías, 092).

PASCUAL-VILLALOBOS, M.J.; BALLESTA-ACOSTA, M.C. Chemical variation in an *Ocimum basilicum* germplasm collection and activity of the essential oils on *Callosobruchus maculatus*. **Biochemical Systematics and Ecology**, Oxford, v. 31, n. 7, p. 673-679, 2003.

PEREIRA, A.C.R.L.; OLIVEIRA, J.V de; GONDIM JUNIOR, M.G.C; CÂMARA, C.A.G. da. Influência do período de armazenamento do caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], tratado com óleos essenciais e fixos, no controle de *Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 319-325, 2009.

PEREIRA, A.C.R.L.; OLIVEIRA, J.V.; JUNIOR, M.G.C.G.; CÂMARA, C.A.G. Atividade inseticida de óleos essenciais e fixos sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) em grãos de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 717-724, 2008.

PESSOA, G.P.; BARROS, R. OLIVEIRA, J.V. de. Avaliação da resistência de cultivares de caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp. a *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) em confinamento em laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 22, n. 2, p. 259-266, 1993.

PRATES, H.T.; SANTOS, J.P. Óleos essenciais no controle de pragas de grãos armazenados. In: LORINI, I.; MIIKE, L.H.; SENSSEL, V.M. (Eds.). **Armazenagem de grãos**. Campinas: Instituto Bio Geneziz, 2002. p. 443-461, 1000 p.

PREET, K.; PUNIA, D. Proximate composition, phytic acid, polyphenols and digestibility (*in vitro*) of four brown cowpea varieties. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, Basingstoke, v. 51, n. 3, p. 189-193, 2000.

PROCÓPIO, S.O.; VENDRAMIM, J.D. Avaliação do potencial inseticida de diversos pós de origem vegetal para o controle de *Sitophilus zeamais* Mots. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15., Caxambu, 1995. **Anais**. Caxambu: SBE, 1995. p. 622.

PROCÓPIO, S.O.; VENDRAMIM, J.D. Avaliação do potencial inseticida de diversos pós de origem vegetal em relação a *Acanthoscelides obtectus* (Say). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., Salvador, 1997. **Resumos**. Salvador: SBE, 1997. p. 326.

PROCÓPIO, S.O.; VENDRAMIM, J.D.; RIBEIRO JÚNIOR, J.I.; SANTOS, J.B. Bioatividade de diversos pós de origem vegetal em relação a *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1231-1236, 2003.

QUINTELA, E.D.; NEVES, B.P. das; QUINDERÉ, M.A.W.; ROBERTS, D.W. **Principales plagas del caupi en el Brasil**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1991. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 35).

RAJA, N.; ALBERT, S; IGNACIMUTHU, S; DORN, S. Effect of plant volatile oils in protecting stored cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walpers against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) infestation. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 37, p. 127-132, 2001.

RAJENDRAN, S. Alternatives to methyl bromide as fumigant for stored food commodities. **Pesticide Outlook**, v. 12, n. 6, p. 249-253, 2001.

REDDEN, R.J., MCGUIRE, J. The genetic evaluation of bruchid resistance in seed of cowpea. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 34, p. 707-715, 1983.

REVILLA, J. **Apontamentos para a cosmética amazônica**. Manaus: SEBRAE-AM/INPA, 2002. 532 p.

RIBEIRO-COSTA, C.S.; ALMEIDA, L.M. Bruchinae (Coleoptera: Chrysomelidae). In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Eds.). **Bioecologia e nutrição de insetos**: base para o manejo integrado de pragas. Brasília DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009, p.523-567.

RIBEIRO-COSTA, C.S.; ALMEIDA, L.M. Bruchinae (Coleoptera: Chrysomelidae). In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Eds.). **Bioecologia e nutrição de insetos**: base para o manejo integrado de pragas. Brasília DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009, p.523-567.

ROSSETTO, C.J. **Resistência de plantas a insetos**. Piracicaba: ESALQ, 1973. 171p.

SAHAF, B.Z.; MOHARRAMIPOUR, S. Fumigant toxicity of *Carum copticum* and *Vitex pseudo-negundo* essential oils against eggs, larvae and adults of *Callosobruchus maculatus*. **Journal Pest Science**, v. 81, p. 213-220, 2008.

SAITO, M.; LUCCHINI, F. **Substâncias obtidas de plantas e a procura por praguicidas eficientes e seguros ao meio ambiente**. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, 1998. 46 p. (EMBRAPA-CNPMA. Documentos, 12).

SANT'ANA, A.E.G. Produção e acúmulo de metabólitos secundários. In: ARAÚJO, E. de L.; MOURA, A. do N.; SAMPAIO, E.V. de S.B.; GESTIRANI, L.M. de S.; CARNEIRO, J. de M.T. (Ed.). **Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil**. Recife: UFRPE, 2002. p. 240-242.

SANTOS, B.V. de O.; CUNHA, E.V.L da; CHAVES, M.C. de O. GRAY, A.I. Phenylalkanoids from *Piper marginatum*. **Phytochemistry**, v. 49, n. 5, p. 1381-1384, 1998.

SANTOS, J.H.R. **Aspectos da biologia do *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1792) (Col. Bruchidae) sobre sementes de *Vigna sinensis* Endl.** 1971. 87 f. Dissertação (Mestrado em Magister Scientiae)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1971.

SCOTT, I. M.; JENSEN, H. R.; PHILOGÈNE, B. J. R.; ARNASON, J. T. A review of *Piper* ssp. (Piperaceae) phytochemistry, insecticidal activity and mode of action. **Phytochemistry Review**, Dordrecht, v. 7, n. 1, p. 65-75, 2008.

SENATORE, F. Influence of harvesting time on yield and composition of the essential oil of a Thyme (*Thymus pulegioides* L.) Growing Wild in Campania (Southern Italy). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 44, n. 5, p. 1327-1332, 1996.

SENGUPTA, S.; RAY, A.B. The chemistry of Piper species: a review. **Fitoterapia**, v. 58, p. 147-166.

SILVA, K. J. D. Estatística da produção de feijão-caupi. Pelotas: Grupo Cultivar, [2009?]. Disponível em: <http://www.grupocultivar.com.br/site/content/artigos/artigos.php?id=880>. Acesso em: 24 nov. 2011.

SILVA, K. J. D. O feijão-caupi para processamento industrial e exportação. Disponível em: <http://www.agrosoft.org.br/agropagp101724.htm>. Acesso em: 20 mar. 2011.

SILVA, M.A.; BEZERRA-SILVA, G.C.; VENDRAMIM, J.D.; MASTRANGELA, T. Inhibition of oviposition by neem extract: a behavioral perspective for the control of the mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae). **Florida Entomologist**, v. 95, p. 332-336, 2012.

SILVA, P.H.S. da; MOURA, L.C. de; CASTRO, M.J.P. de; FREIRE FILHO, F.R. Resistência do tipo não-preferência para oviposição e antibiose em genótipos de feijão-caupi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 23., 2010, Natal. **Resumos...** Natal, 2010. 1 CD-ROM. Promoção: Sociedade Brasileira de Entomologia.

SILVA, P.H.S.; CARNEIRO, J.S.; QUINDERÉ, M.A.W. Melhoramento genético. In: FREIRE FILHO, F.R.; LIMA, J.A. de A.; RIBEIRO, V.Q. (Ed.). **Feijão – caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 368-402.

SILVA, S.Z. **Resistência e qualidade tecnológica de cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) a *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Bruchidae).** 2011. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola/Sistemas Agroindustriais)- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2011.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMAN, G. **Farmacognosia:** da planta ao medicamento. 2 ed. Porto Alegre: Ed. da Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Ed. da Universidade Federal de Santa Catarina, 1999. 821 p.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMAN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. **Farmacognosia:** da planta ao medicamento. 5 ed. Porto Alegre:Universidade, 2003. 1102 p.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R.. 6ª ed. **Farmacognosia:** da Planta ao Medicamento. Florianópolis, SC: Editora Universidade/UFRGS, 2007.1102 p.

SIMÕES, C.M.O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMOES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G. (Eds). **Farmacognosia:** da planta ao medicamento. 2. ed. Porto Alegre:Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Universidade Federal de Santa Catarina, 2000. p. 394-412.

SINGH, B.B. Cowpea breeding at IITA: highlights of advances impacts. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 6., 2006, Teresina. Tecnologias para o agronegócio: **anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 1 CD-ROM. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 121).

SINGH, B.B.; EHLERS, J.D.; SHARMA, B.; FREIRE FILHO, F.R. Recent progress in cowpea breeding. In: FATOKUN, C.A.; TARAWALI, S.A.; SINGH, B.B.; KORMAWA, P.M.; TAMO, M. (Ed.). **Challenges and opportunities for enchancing sustainable cowpea production.** Ibadan: IITA, 2002. p. 22-40.

SINGH, B.B.; SINGH, S.R.; ADJADI, O. Bruchid resistance in cowpea. **Crop Science**, v. 25, p. 736–739, 1985.
SMITH, C.M. **Plant Resistance to Arthropods.** Springer, Dordrecht, The Netherlands. 2005, 423p.

SOARES, L.L.L. **Avaliação da resistência de genótipos de feijão-caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp. ao caruncho *Callosobruchus maculatus* (fabr.) (Coleoptera: Crysomelidae).**

2012. 64 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção vegetal)-Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2012.

SOUSA, A.H.; FARONI, L. R.D.A.; GUEDES, R.N.C.; TÓTOLA, M.R.; URRUCHI, W.I. Ozone as a management alternative against phosphine-resistant insect-pests of stored products. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v.44, n.4, p.379-385, 2008.

SOUSA, A.H.; MARACAJÁ, P.B.; SILVA, R.M.A.; MOURA, A.M.N.; ANDRADE, W.G. Bioactivity of vegetal powders against *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera:Bruchidae) in caupi bean and seede physiological analysis. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.5, n. 2, 2005.

SU, H.C.F. Toxicity and repellency of Chenopodium oil to four species of stored product insets. *Journal of Entomological Science*, Tifton, v. 26, n. 1, p. 178-182, 1991.

TAKABAYASHI, J.; DICKE, M.; POSTHUMUS, M. A. Volatile herbivore-induced terpenoids in plant-mite interactions: variation caused by biotic and abiotic factors. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 20, n. 6, p. 1329-1354, 1994.

TANDON, S.; MITTAL, A. K.; PANT, A. K. Insect growth regulatory activity of *Vitex trifolia* and *Vitex agnus-castus* essential oils against *Spilosoma obliqua*. **Fitoterapia**, Amsterdam, v. 79, n. 4, p. 283-286, 2008.

TARVER, M.R.; SHADE, R.E.; TARVER, R.D.; LIANG, Y.; KRISHNAMURTHI, G.; PITTENDRIGH, B.R.; MURDOCK, L.L. Use of micro-CAT scans to understand cowpea seed resistance to *Callosobruchus maculatus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 118, p. 33–39, 2006.

TAVARES, M.A.G.C. **Bioatividade da erva-de-santa-maria, *Chenopodium ambrosioides* L. (Chenopodiaceae), em relação a *Sitophilus zeamais* Mots. 1855 (Col.: Curculionidae)**. 2003. 59 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

TAVARES, M.A.G.C. **Busca de compostos em *Chenopodium* spp. (Chenopodiaceae) com bioatividade em relação a pragas de grãos armazenados**. 2006. 111 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Entomologia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

TAVARES, M.A.G.C.; VENDRAMIM, J.D. 2005. Bioatividade da erva-de-santa-maria, *Chenopodium ambrosioides* L., sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 2, p. 319-323.

TEIXEIRA, S.M.; MAY, P.H.; SANTANA, A.C. de. Produção e importância econômica do caupi no Brasil. In: ARAÚJO, J. P. P. de; WATT, E. E. (Ed.). **O caupi no Brasil**. Brasília: EMBRAPA–CNPAP; Ibadan: IITA, 1988. p. 99-136.

VENDRAMIM, J.D.; SCAMPINI, P.J. Efeito do extrato aquoso de *Melia azedarach* sobre o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) em dois genótipos de milho. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 72, n. 2, p. 159-170, 1997.

VENRAMIM, J.D.; GUZZO, E.C. Resistência de plantas e a bioecologia e nutrição dos insetos. In: PANIZZU, A.R.; PARRA, J.R.P. (Eds.). **Bioecologia e nutrição de insetos**: base para o manejo integrado de pragas. Brasília DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009, p.1055-1105.

VIEGAS JÚNIOR, C. Terpenos com atividades inseticida. Uma alternativa para o controle químico de insetos. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 390-400, 2003.

WANG, D.; COLLINS, P.J.; GAO, X. Optimising indoor phosphine fumigation of paddy rice bag-stacks under sheeting for control of resistant insects. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 42, n. 2, p. 207-217, 2006.

XAVIER-FILHO, J.; CAMPOS, F. A. P. Inibidores de enzimas proteolíticas em plantas (Inhibitors of proteolytic enzymes in plants). **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 27, p. 407-418, 1984.

XAVIER-FILHO, J.; CAMPOS, F.A.P.; ARY, M.B.; SILVA, C.P.; CARVALHO, M.M.M.; MACEDO, M.L.R.; LEMOS, F.J.A.; GRANT, G. Poor correlation between the levels of proteinase inhibitors found in seeds of different cultivars of cowpea (*Vigna unguiculata*) and the resistance/susceptibility to predation by *Callosobruchus maculatus*. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 37, p. 1139-1143, 1989.

YANG, F.L.; ZHU, F.; LEI, C.L. Insecticidal activities of garlic substances against adults of grain moth, *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Insect Science**, v. 19, p. 205-212, 2012.

YU, T.H.; WU, C.M.; ROSEN, R.T.; HARTMAN T.G.; HO, C.T. Volatile compounds generated from thermal degradation of alliin in an aqueous solution. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 42, 146-153, 1994.

ZETTLER, J.L.; CUPERUS, G.W. Pesticide resistance in *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bruchidae) in wheat. **Journal of Economic Entomology**, v. 83, p. 1024–1031, 1990.

ZOGHBI, M. G. B.; OLIVEIRA, J. GUILHON, G. M. S. P. The genus *Mansoa* (Bignoniaceae): a source of organosulfur compounds. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 19, n. 3, p. 795-804, 2009.