

**PROTEÇÃO ALELOQUÍMICA EM LEGUMINOSAS  
VULNERÁVEIS À SAÚVA DO NORDESTE (*Atta opaciceps*  
Borgmeier, 1939)**

**EUCLIDES GOMES PARENTE FILHO**

**FORTALEZA – CEARÁ**

**2002**

Parente Filho, Euclides Gomes.

P228p      Proteção aleloquímica em leguminosas vulneráveis à saúva do nordeste (*Atta opaciceps* Borgmeier, 1939) / Euclides Gomes Parente Filho. – Fortaleza: E. G. Parente Filho, 2002.  
xxiii, 121p.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, 2002.  
Inclui gráficos, tabelas e figuras.

1. Aleloquímicos. 2. Óleos vegetais. 3. Lectina. 4. Saúva do nordeste (*Atta opaciceps*). 5. Feijão-de-corda. 6. Soja. 7. Inseto. 8. Formigas. I. Título.

CDD – 632.9

Catalogação na fonte: Bibliotecária Marta Regina S. Barbosa.

**PROTEÇÃO ALELOQUÍMICA EM LEGUMINOSAS  
VULNERÁVEIS À SAÚVA DO NORDESTE (*Atta opaciceps*  
Borgmeier, 1939)**

**EUCLIDES GOMES PARENTE FILHO**

**TESE SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-  
GRADUAÇÃO EM BIOQUÍMICA, COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM BIOQUÍMICA**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**

**FORTALEZA – CE**

**FEVEREIRO/2002**

Esta Tese foi apresentada a Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Bioquímica do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos necessários a obtenção do grau de Doutor em Bioquímica outorgado por esta instituição, encontrando-se a disposição dos interessados na Biblioteca da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta Tese será permitida, desde que seja de conformidade com as normas da ética científica.

---

Euclides Gomes Parente Filho

TESE APROVADA EM 15/02/2002

---

Prof. Fernando João Montenegro de Sales - Post-Doctor  
Orientador

---

Prof. Benildo Souza Cavada – Post-Doctor  
Conselheiro

---

Prof. Romildo Albuquerque dos Santos – Post-Doctor  
Conselheiro

---

Pesquisador José Oscar Lustosa de Oliveira Júnior - Doutor  
Conselheiro

---

Prof. Petrônio Emanuel Timbó Braga - Doutor  
Conselheiro

*Se a inteligência humana irá prevalecer sobre o instinto dos insetos, será somente através de estudos aprofundados que conduzam à coexistência harmoniosa de todos os seres vivos.*

**Marcos Kogan**

A minha esposa **Kátia**, por não me deixar acreditar na palavra impossível.

**DEDICO.**

## A G R A D E C I M E N T O S

À Deus, por condicionar saúde e força e por iluminar e orientar os momentos mais dificeis.

À Universidade Federal do Ceará (UFC), através do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular (DBBM), pela oportunidade concedida para a realização do Curso.

À Fundação Cearense de Amparo à Pesquisa (FUNCAP), pelo apoio financeiro durante o Curso.

À Coordenadora do Curso de Pós-Graduação em Bioquímica, Profa. Dra. Ilka Maria Vasconcelos, pela orientação na normalização final da Tese.

À todos os professores do Curso pelos ensinamentos transmitidos.

Ao professor Pós-doctor Fernando João Montenegro de Sales, pela orientação, competência, amizade, valorização ética e ensinamentos.

Ao professor Pós-doctor Benildo Sousa Cavada, pela atenção, incentivo, sugestões e apoio incondicional em seu laboratório (BIOMOLAB).

Ao professor Pós-doctor Romildo Albuquerque dos Santos, pelo despertar para o mundo da pesquisa, pela amizade em todas as horas e pelos ensinamentos científico e pessoal.

Ao pesquisador doutor do Centro de Pesquisa Agroflorestal de Roraima (EMBRAPA-Roraima), José Oscar Lustosa de Oliveira Júnior, pela dedicação, correções oportunas e amizade sempre.

Ao doutor Pró-reitor de Assuntos Estudantis e Articulação Regional da Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA), Petrônio Emanuel Timbó Braga pelo apoio e pronto aceite para análise do trabalho de pesquisa.

Ao professor doutor **Francisco Valter Vieira** pela amizade, apoio e valorização profissional.

Aos bibliotecários **Eliete, Vera Lúcia, Altarina** (*in memoriam*), **Rosane e Marcos** pelo apoio, atenção e amizade, sempre.

Aos amigos e integrantes do Projeto Domesticação da Saúva (PDS) **Manoel Barbosa Filho** (agrônomo e pesquisador da Universidade Federal do Ceará) e **Leví Gonçalves Moreira** (graduando em Agronomia) pela valiosa amizade, confiança, responsabilidade e excelente convívio.

À amiga **Vanda Cidade Nuvens Silveira** (professora mestra da Universidade Estadual do Ceará/Universidade Regional do Cariri) pelo companheirismo e amizade.

Aos colegas **Renato Isidro, Batista Santiago, Meneses, Batista Cajazeiras, Dárlio, Niédja Gonçalves, Edna Nascimento e Lúcia de Fátima Lopes** pela amizade solicita.

Ao técnico de laboratório **Edvani Silva** pela ajuda e amizade sempre que necessárias.

À todos que contribuíram positivamente de forma direta ou indireta para a concretização deste trabalho de pesquisa: **muito obrigado**.

## S U M Á R I O

	Página
<u>LISTA DE TABELAS</u>	xi
<u>LISTA DE FIGURAS</u>	xix
<u>RESUMO</u>	xxii
<u>ABSTRACT</u>	xxiii
1. <u>INTRODUÇÃO</u>	01
1.1. <u>Importância das Pragas Agrícolas</u>	01
1.2. <u>Espécies Vegetais Estudadas</u>	02
1.2.1. O Feijão-de-corda, <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	02
1.2.1.1. Origem, História e Diversidade Genética	02
1.2.1.2. Classificação e Descrição Botânica	05
1.2.1.3. Importância	07
1.2.2. A Soja, <i>Glycine max</i> (L.) Merrill.	10
1.2.2.1. Histórico	10
1.2.2.2. Classificação e Descrição Botânica	11
1.2.2.3. Importância	12
1.3. <u>O Inseto Saúva, <i>Atta opaciceps</i> Borgmeier, 1939</u>	14
1.3.1. Origem	14
1.3.2. Histórico	15
1.3.3. Distribuição	16
1.3.4. Taxinomia	16
1.3.5. Importância	17
1.3.6. Comportamento e Semioquímicos	19
1.3.6.1. Feromônios	19
1.3.6.2. Aleloquímicos	20

1.4. <u>O Fungo Simbionte, <i>Lencoagaricus gongylophorus</i> Moeller, 1957</u>	22
1.5. <u>Óleos Vegetais</u>	27
1.5.1. Histórico	27
1.5.2. Emprego e Extração	28
1.5.3. Atividades Biológicas de Óleos Vegetais	29
1.6. <u>Lectinas</u>	34
1.6.1. Aspectos Gerais	34
1.6.2. Atividades Biológicas das Lectinas	36
 2. <u>OBJETIVO</u>	43
 3. <u>MATERIAL</u>	44
3.1. <u>Sementes</u>	44
3.2. <u>Produtos Vegetais</u>	44
3.3. <u>Insetos</u>	45
3.4. <u>Outros</u>	45
 4. <u>MÉTODOS</u>	46
4.1. <u>Plântulas</u>	46
4.2. <u>Produtos Vegetais</u>	46
4.3. <u>Insetos</u>	49
4.4. <u>Ensaio Experimental</u>	50
4.5. <u>Análise Estatística dos Dados</u>	53
 5. <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	56
5.1. <u>Avaliação Comportamental da Saúva do Nordeste, <i>Atta opaciceps</i> Borgmeier, 1939 em Plântulas de Feijão-de-Corda, <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.</u>	56

5.2. Avaliação Comportamental da Saúva do Nordeste, <i>Atta opaciceps</i> Borgmeier, 1939 em Plântulas de Soja, <i>Glycine ax</i> (L.) Merrill.	81
6. CONCLUSÃO	106
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107

## LISTA DE TABELAS

	Página
<b>TABELA 01</b> – Análise de variância para as variáveis acesso à plântula (AP), marcação de território no material vegetal (MTMV), corte do material vegetal (CMV), acesso ao material vegetal (AMV), transporte do material vegetal (TMV), exploração da área de provisão (EAP) e tempo de corte por plântula (TC/P) em plântulas de feijão-de-corda, <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp por operárias de saúva do nordeste, <i>Atta opaciceps</i> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.	58
<b>TABELA 02</b> – Valores médios de acesso à plântula (AP) de feijão-de-corda, <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp., por operárias de saúva do nordeste, <i>Atta opaciceps</i> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.	61
<b>TABELA 03</b> – Valores médios para a marcação de território no material vegetal (MTMV) de feijão-de-corda, <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp., por operárias de saúva do nordeste, <i>Atta opaciceps</i> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.	62

**TABELA 04** - Valores médios para o corte do material vegetal (CMV) de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 63

**TABELA 05** - Valores médios para o acesso ao material selecionado (AMS) de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 64

**TABELA 06** - Valores médios para o transporte do material vegetal (TMV) de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 65

**TABELA 07** - Valores médios para a exploração da área de provisão (EAP) de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 66

**TABELA 08** - Valores médios para o tempo de corte por plântula (TC/P) de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 67

**TABELA 09** - Análise de variância para o volume do fungo simbionte da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) em relação aos produtos ensaiados, em plântulas de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 70

**TABELA 10** - Valores médios do volume fúngico de saúveiros artificiais da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) em relação ao óleo essencial de jaborandi, *Pilocarpus microphyllus* Stapf., em plântulas de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 71

**TABELA 11** - Valores médios do volume fúngico de saúveiros artificiais da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) em relação a emulsão de NIM, *Azadirachta indica* A. Juss, em plântulas de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 73

**TABELA 12** – Valores médios do volume fúngico de sauveiros artificiais da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*) em relação ao óleo essencial de alecrim pimenta, *Lippia aff. sidoides* Cham., em plântulas de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

75

**TABELA 13** – Valores médios do volume fúngico de sauveiros artificiais da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*) em relação a lectina de feijão-de-porco – Mas A, *Canavalia ensiformis* L., em plântulas de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

77

**TABELA 14** – Matriz de contingência à correlação de Pearson, para o acesso à plântula (AP), marcação de território no material vegetal (MTMV), corte do material vegetal (CMV), Acesso ao material selecionado (MAS), transporte do material vegetal (TMV), Exploração da área de provisão (EAP), tempo de corte por plântula (TC/P) e volume da massa fúngica (VMF) por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmrier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*) em plântulas de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

80

**TABELA 15** - Análise de variância para as variáveis acesso à plântula (AP), marcação de território no material vegetal (MTMV), corte do material vegetal (CMV), acesso ao material vegetal (AMV), transporte do material vegetal (TMV), exploração da área de provisão (EAP) e tempo de corte por plântula (TC/P) em plântulas de soja, *Glycine max* (L.) Merrill., por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 83

**TABELA 16** - Valores médios de acesso à plântula (AP) de soja, *Glycine max* (L.) Merrill., por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 86

**TABELA 17** - Valores médios para a marcação de território no material vegetal (MTMV) de soja, *Glycine max* (L.) Merrill., por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 87

**TABELA 18** - Valores médios para o corte do material vegetal (CMV) de soja, *Glycine max* (L.) Merrill., por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002. 88

**TABELA 19** – Valores médios para o acesso ao material vegetal (MAS) de soja, *Glycine ax* (L.) Merrill., por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*).  
Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

89

**TABELA 20** – Valores médios para o transporte do material vegetal (TMV) de soja, *Glycine ax* (L.) Merrill., por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*).  
Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

90

**TABELA 21** – Valores médios para a exploração da área de provisão (EAP) de soja, *Glycine ax* (L.) Merrill., por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*).  
Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

91

**TABELA 22** – Valores médios para o tempo de corte por plântula (TC/P) de plântulas de soja, *Glycine ax* (L.) Merrill., por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

92

<b>TABELA 23</b> – Análise de variância para o volume do fungo simbionte da saúva do nordeste, <i>Atta opaciceps</i> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) em relação aos produtos ensaiados, em plântulas de soja, <i>Glycine max</i> (L.) Merrill. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.	94
<b>TABELA 24</b> - Valores médios do volume fúngico de saúveiros artificiais da saúva do nordeste, <i>Atta opaciceps</i> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) em relação ao óleo essencial de jaborandi, <i>Pilocarpus microphyllus</i> Stapf., em plântulas de soja, <i>Glycine max</i> (L.) Merrill. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.	95
<b>TABELA 25</b> - Valores médios do volume fúngico de saúveiros artificiais da saúva do nordeste, <i>Atta opaciceps</i> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) em relação a emulsão do NIN, <i>Azadirachta indica</i> A. Juss., em plântulas de soja, <i>Glycine max</i> (L.) Merrill. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.	97
<b>TABELA 26</b> - Valores médios do volume fúngico de saúveiros artificiais da saúva do nordeste, <i>Atta opaciceps</i> Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) em relação ao óleo essencial de alecrim pimenta, <i>Lippia aff. sidoides</i> Cham., em plântulas de soja, <i>Glycine max</i> (L.) Merrill. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.	99

**TABELA 27** - Valores médios do volume fúngico de saúveiros artificiais da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*) em relação a lectina de feijão-de-porco – Con A, *Canavalia ensiformis* L., em plântulas de soja, *Glycine max* (L.) Merrill. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

101

**TABELA 28** - Matriz de contingência à correlação de Pearson, para o acesso à plântula (AP), marcação de território no material vegetal (MTMV), corte do material vegetal (CMV), Acesso ao material selecionado (AMS), transporte do material vegetal (TMV), Exploração da área de provisão (EAP), tempo de corte por plântula (TC/P) e volume da massa fúngica (VMF) por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*) em plântulas de soja, *Glycine max* (L.) Merrill. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

105

## LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>FIGURA 01</b> – Plântulas de feijão-de-corda, <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp. cv. EPACE-10, cultivadas em casa de vegetação. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.	47
<b>FIGURA 02</b> – Plântulas de soja, <i>Glycine Max</i> (L.) Merrill. cv. BR 28 (seridó), cultivadas em casa de vegetação. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.	48
<b>FIGURA 03</b> – Folhas e inflorescências da leguminosa <i>Senna siamaea</i> (Lam.), utilizadas como fonte de provisão em sauveiros artificiais de <i>Atta opaciceps</i> Borgmeier, 1939. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.	51
<b>FIGURA 04</b> – Plântulas de feijão-de-corda, <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp. cv. EPACE-10, utilizadas nos ensaios experimentais, como fonte de provisão em sauveiros artificiais de <i>Atta opaciceps</i> Borgmeier, 1939). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.	54
<b>FIGURA 05</b> – Plântulas de soja, <i>Glycine Max</i> (L.) Merrill. cv. BR 28 (seridó), utilizadas nos ensaios experimentais, como fonte de provisão em sauveiros artificiais de <i>Atta opaciceps</i> Borgmeier, 1939. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.	55

**FIGURA 06** – Volume do fungo, *Leucoagaricus gongylophorus*

Moeller, 1957 submetidos à tratamento com plântulas de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., pulverizadas com óleo essencial de jaborandi, *Pilocarpus microphillus* Stapf. – P1 por um período de sete dias. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

72

**FIGURA 07** – Volume do fungo, *Leucoagaricus gongylophorus*

Moeller, 1957 submetidos à tratamento com plântulas de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., pulverizadas com emulsão de NIM, *Azadirachta indica* A. JUSS. – P2 por um período de sete dias. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

74

**FIGURA 08** – Volume do fungo, *Leucoagaricus gongylophorus*

Moeller, 1957 submetidos à tratamento com plântulas de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., pulverizadas com óleo essencial de alecrim pimenta, *Lippia aff. sidoides* Cham. – P3 por um período de sete dias. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

76

**FIGURA 09** – Volume do fungo, *Leucoagaricus gongylophorus*

Moeller, 1957 submetidos à tratamento com plântulas de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., pulverizadas com a lectina de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* L. (Con A) – P4 por um período de sete dias. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

78

**FIGURA 10** – Volume do fungo, *Leucoagaricus gongylophorus*

Moeller, 1957 submetidos à tratamento com plântulas de soja, *Glycine max.* (L.) Merrill., pulverizadas com óleo essencial de jaborandi, *Pilocarpus microphillus* Stapf. – **P1** por um período de sete dias. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

96

**FIGURA 11** – Volume do fungo *Leucoagaricus gongylophorus*

Moeller, 1957 submetidos à tratamento com plântulas de soja, *Glycine max.* (L.) Merrill., pulverizadas com emulsão de NIM, *Azadirachta indica* A. JUSS. – **P2** por um período de sete dias. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

98

**FIGURA 12** – Volume do fungo *Leucoagaricus gongylophorus*

Moeller, 1957 submetidos à tratamento com plântulas de soja, *Glycine max.* (L.) Merrill., pulverizadas com óleo essencial de alecrim pimenta, *Lippia aff. sidoides* Cham. – **P3** por um período de sete dias.

Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

100

**FIGURA 13** – Volume do fungo *Leucoagaricus gongylophorus*

Moeller, 1957 submetidos à tratamento com plântulas de soja, *Glycine max.* (L.) Merrill., pulverizadas com a lectina de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* L. (Con A) – **P4** por um período de sete dias. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

102

## R E S U M O

O estudo foi iniciado com o plantio das sementes de feijão-de-corda, *V. unguiculata* (L.) Walp, cultivar EPACE-10 e soja, *G. max* (L.) Merrill, cultivar Br 28 (Seridó), em casa-de-vegetação. As sementes foram postas para germinar em copos, tipo americano (200 ml). Para obter a concentração adequada dos produtos vegetais foi feita a preparação de solventes distintos, um solvente orgânico constituído por etanol ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ), acetona ( $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ ) e água destilada, usado na diluição dos óleos vegetais de jaborandi, *P. microphyllus* Stapf, NIM, *A. indica* A. Juss., alecrim Pimenta, *L. aff. sidoides* Cham. e uma solução salina (NaCl) a 0,15 M, para a lectina do feijão-de-porco, *C. ensiformis* L. (Con A). A solução teste foi aplicada nas plântulas, com pulverizador. Os ensaios foram realizados com dosagens de 0,00, 2,00 e 4,00 ppm. Foram utilizados saúeiros artificiais de *A. opaciceps* Borgmeier, 1939 em condições normais de desenvolvimento mantidos em ambiente controlado. A avaliação comportamental das saúvas foi obtida em função do seguinte elenco de observações: AAP – Acesso à área de provisão; MTAP – Marcação de território na área de provisão; CMV – Corte do material vegetal; AMS – acesso ao material selecionado; TMV – Transporte do material vegetal; EAP – Exploração da área de provisão; TC/P – Tempo de corte por plântula e VMF - volume da massa fúngica. Os óleos essenciais de jaborandi, alecrim pimenta e a Con A, prejudicaram as atividades comportamentais da saúva do nordeste na busca de provisão, enquanto a emulsão do NIM, não provocou alteração. O desenvolvimento do fungo simbionte da saúva, *L. gongylophorus* Moeller, 1957, foi afetado pelos óleos essenciais de jaborandi e alecrim pimenta, apontando estes dois produtos como prováveis controladores da massa fúngica. Por outro lado, a Con A, não agiu de maneira marcante. A emulsão do NIM promoveu o crescimento da massa fúngica. Sugere-se, portanto, estudos acerca dos constituintes destes compostos que alteraram o comportamento da saúva do nordeste, bem como o desenvolvimento de seu fungo simbionte.

## ABSTRACT

The study was begun with the planting of the cowpea seeds, *V. unguiculata* (L.) Walp., to cultivate EPACE-10 and soy, *G. max* (L.) Merrill., to cultivate Br 28 (Seridó), in house-of-vegetation. The seeds were put to germinate in glasses, American type (200 ml). To obtain the appropriate concentration of the vegetable products it was made the preparation of different solvents, an organic solvent constituted by ethanol ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ), acetone ( $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ ) and distilled water, used in the dilution of the vegetable oils of "jaborandi", *P. microphyllus* Stapf., NEEM, *A. indica* A. Juss., rosemary pepper, *L. aff. sidoides* Cham. and a saline solution (NaCl) to 0,15 M, for the lectin of the jack bean, *C. ensiformis* L. (Con A). the solution tests were applied in the seedlings, through a pulverizer. The rehearsals were accomplished with concentration of 0,00, 2,00 e 4,00 ppm. Were used artificial nest of *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939, maintained in controlled atmosphere. The evaluation behavior of the leaf-cutting ant was obtained in the following cast's of observations function: AAP - access the provision area; MTAP - territory demarcation in the provision area; CMV - cuts of the vegetable material; AMS - access to the selected material; TMV - transports of the vegetable material; EAP - exploration of the provision area; TC/P - time of cut for seedlings and VMF - volume of the fungus garden. The essential oils of "jaborandi", rosemary pepper and the Con A, harmed the activities behavior of the leaf-cutting ant in the provision search, while the emulsion of NEEM, didn't provoke alteration. The development of the fungus symbiont of the leaf-cutting ant, *Leucoagaricus gongylophorus* Moeller, 1957, it was affected by the essential oils of "jaborandi" and rosemary pepper, pointing these two products as probable controllers of the fungus garden. The Con A, didn't act in an outstanding way. The emulsion of NEEM, promoted the growth of the fungus garden. It is suggested, therefore, studies concerning the representatives of these composed that altered the behavior of the leaf-cutting ant, as well as the development of your fungus garden.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Importância das Pragas Agrícolas

Desde as mais remotas eras o homem iniciou a luta contra as pragas. Os danos que elas causam são de grande importância econômica acarretando enormes prejuízos em todo o Globo terrestre não somente às plantas, mas também aos animais e ao próprio homem. Atualmente o controle de pragas é dependente, em primeira instância, do uso de agroquímicos, de variedades resistentes em menor escala e ainda o controle biológico, utilizado em casos específicos.

Apesar do gasto de 7 (sete) bilhões de dólares anualmente com agroquímicos, estima-se que 37% da produção mundial é perdida por pragas e doenças, sendo que deste total 13% deve-se aos insetos, 16% às enfermidades causadas pela ação de fungos, bactérias, vírus e nematóides e 8% as ervas daninhas (BURROWS et al., 1998).

Segundo Mariconi (1983), dentre os insetos que mais danos causam a agricultura nacional estão às saúvas. Sua importância decorre de fatos como: danifica quase todas as plantas cultivadas, apresenta elevada densidade de sauveiros por área quando não controlada, apresenta elevado número de indivíduos por sauveiro, tem vasta distribuição no país e ainda o controle é difícil, e bastante oneroso.

Com isto, surge a necessidade de aumentar o nível de proteção das plantas, visando a aumento da produção, preservando o meio ambiente e a saúde do homem. Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), a luta contra as perdas da produção agrícola é o fator mais

importante na batalha contra a alimentação insuficiente, tendo-se em conta que somente cerca de 30% da superfície do planeta possui áreas agricultáveis.

## 1.2. Espécies Vegetais Estudadas

### 1.2.1. O Feijão-de-Corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

#### 1.2.1.1. Origem, História e Diversidade Genética

A sua origem está ligada, provavelmente, ao continente africano, encontrando, no Brasil, boas condições de clima e solo para a sua adaptação. Tendo como habitat as regiões de clima quente (úmida ou semi-árida), o caupi é cultivado, predominantemente, nas regiões Norte e Nordeste do País. Estas regiões, com características edafoclimáticas distintas - o Norte, bastante úmido e coberto pela floresta; e o Nordeste, com o semi-árido e o sertão -, enquadram-se na faixa de temperatura ideal (entre 18 °C e 34 °C) para o desenvolvimento do caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp (BRASIL, 1981).

O gênero *Vigna* ocorre nas regiões tropicais e subtropicais com ampla distribuição mundial. Faris (1965), em extensa revisão, catalogou 170 espécies, admitindo porém, a possibilidade da ocorrência de algum erro, devido aos sinônimos que ocorrem na literatura. Esse número, entretanto, está próximo do sugerido por Steele e Mehra (1980), que relataram ter o gênero *Vigna* tem 160 espécies. A maioria dessas espécies está na África, onde 66 são endêmicas, evidenciando com esse continente. Entre as espécies que ocorrem na África está a *Vigna unguiculata* (L.) Walp., a qual tem tido sua origem africana e a localização do seu centro de origem bastante discutidos.

Steele e Mehra (1980) compilaram da literatura os seguintes países e regiões que têm sido sugeridos como centro de origem de *Vigna unguiculata* (L.) Walp.: Índia e Etiópia; Índia; Noroeste da Índia; Paquistão e Irã; Índia e África; África, Etiópia; Oeste e Centro da África; Oeste da África; Centro e sul da África e, inclusive, a América do Sul. Entre as diversas proposições, há uma predominância de regiões da África e um consenso de que a origem do caupi ocorreu neste continente. Um dado tem contribuído para isso é que as formas selvagens da espécie não têm sido encontradas fora da África.

Faris (1965) apontou o Oeste da África Central como centro de origem e de diversidade de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Steele (1976), contudo, levanta a possibilidade de a região Oeste da África ser apenas um centro secundário de diversidade.

Entretanto, Steele e Mehra (1980) e Ng e Marechal (1985) afirmam ser o Oeste da África, mais precisamente a Nigéria, o centro primário de diversidade de *Vigna unguiculata* cv-gr. Unguiculata.

Os dados mais recentes mostram que o gênero *Vigna* é composto de cento e sessenta espécies, originárias principalmente da África. Dentre estas, apenas seis espécies são cultivadas. Na espécie *Vigna unguiculata*, destacam-se cinco subespécies que são bastante reconhecidas: *unguiculata*; *cylindrica* ou *catjang*; *sesquipedalis*; *dekintiana* e *menensis* (STEELE; MEHRA, 1980).

A introdução do caupi no continente americano, a partir da Europa e do Oeste da África, tem sido geralmente relacionada a colonizadores espanhóis e ao tráfico de escravos no século XVII (STEELE, 1976; STEELE e MEHRA, 1980). Ng e Maréchal (1985), entretanto, admitem que a introdução, a partir do Oeste da África, pode ter ocorrido no século XVI. Segundo Fery (1981), o caupi foi introduzido nos EUA no século XVII. Morse (1920) relata que o caupi foi cultivado na Carolina do Norte em 1714, tendo sido difundido amplamente neste País no início do século XIX. No Brasil, Cunha (1997) menciona que o caupi foi introduzido pelos colonizadores, portugueses. Krutman et al. (1968), Watt (1978) e Freire Filho (1988) mencionam que o caupi, foi introduzido no Brasil

pelos primeiros colonizadores portugueses no século XVI. Esse período, portanto, não está em total acordo com o que tem sido relatado na literatura para a introdução do caupi no continente americano. No entanto, os seguintes dados históricos reforçam essa hipótese: (a) o caupi foi introduzido na Europa em torno de 300 a.C., portanto, por volta do século XVI, 1800 anos depois, já deveria ser conhecido pelos portugueses e espanhóis; (b) o caupi era um dos principais alimentos dos povos africanos e os traficantes de escravos, provavelmente, sabiam disso; (c) quando o Brasil foi descoberto, os portugueses já tinham mais de meio século de experiência no tráfico de escravos, provenientes do Oeste da África, e já havia escravos em Portugal; (d) em 1501 os espanhóis iniciavam a introdução de escravos em Cuba e em 1503 em São Domingos; (e) na segunda metade do século XVI, o porto da Bahia já se destacava, entre outros fatores, estimulado pelo tráfico de escravos, neste mesmo período, a Bahia começava a se converter no maior centro brasileiro de distribuição de escravos; (f) em 1556 já havia um comércio organizado de escravos nas colônias espanholas de Cuba, São Domingos, Venezuela, Honduras, Guatemala, Nicarágua, Nova Granada, Peru e Chile.

Essas evidências levam à conclusão de que o mais provável é que o caupi tenha sido introduzido no continente americano, ainda no século XVI, simultaneamente, por espanhóis e portugueses. Primeiro, possivelmente nas colônias espanholas e em seguida no Brasil, provavelmente no estado da Bahia. A partir da Bahia, acredita-se que o caupi, acompanhando a colonização, disseminou-se por todas as regiões do País. Com o decorrer do tempo e diante da oportunidade do cultivo de outros feijões, como do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e da fava (*Phaseolus lunatus* L.) e, possivelmente, em decorrência de outros fatores, os agricultores foram intensificando o cultivo daquelas espécies melhor adaptadas e mais aceitas em suas regiões. Desse modo, o caupi tem seu cultivo concentrado nas regiões Nordeste e Norte, que possuem climas tropicais, aos quais por sua própria origem, é bem adaptado (EHLERS; HALL, 1997).

### 1.2.1.2. Classificação e Descrição Botânica

O caipi é uma *Dicotiledonea* que pertence à divisão *Magnophita*, subclasse *Rosidae*, ordem *Fabales*, família *Fabaceae* e gênero *Vigna*. Nesse gênero, encontram-se quatro grupos de espécies que são estreitamente relacionadas e possuem ampla distribuição mundial. Esses grupos são: *Vigna sinensis* (L.) Savi, *Vigna luteola* (Jacq.) Benth e *Vigna lutea* (A.) Bray [*Vigna marina* (Burm) Meer]. Embora nas primeiras classificações tenha sido posto em outros gêneros, como *Phaseolus* e *Dolichos*, hoje sua colocação em *Vigna* é mundialmente aceita. Entretanto, nos níveis mais detalhados de classificação, devido à grande variabilidade existente no grupo a que pertence, envolvendo formas selvagens e cultivadas, não tem havido uma completa concordância (CRONQUIST, 1988).

Verdcourt (1970), em um estudo que partiu do nível de gênero até o de subespécie, fez um grande progresso na classificação do caipi. Mostrou que o nome específico mais correto para o grupo de formas era *Vigna unguiculata* (L.) Walp., em parte, confirmado Sellschop (1962). Com base na relação entre comprimento do lóbulo de cálice e o comprimento do tubo do cálice, separou o material selvagem em duas formas e, considerando que as várias formas selvagens e cultivadas se intercruzam e produzem híbridos férteis, caracterizou-as como subespécies.

Todos os cultigrupos da subespécie *unguiculata* e as variedades da subespécie *dekindtiana* são interférteis, faltando comprovar se a variedade *protracta* e as subespécies *tenius* e *stenophylla* cruzam com a subespécie *unguiculata*. Essa é uma falha da classificação, pois se essas formas não forem interférteis com as cultivadas, considerando o conceito biológico de espécie, elas não deverão ser relacionadas como subespécies de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (NG; MARÉCHAL, 1985).

Considerando essa nova nomenclatura, as formas cultivadas no Brasil tem os seguintes nomes específicos: (1) feijão macassar, feijão-de-corda ou caupi: *Vigna unguiculata* (L.) Walp. subesp. *Unguiculata* cv-gr. *Unguiculata* E. Westphal.; (2) feijão-de-metro: *Vigna unguiculata* (L.) Walp. subesp. *Unguiculata* cv-gr. *Sesquipedalis* E. Westphal.

O grupo *Vigna sinensis* destaca-se por sua importância econômica e compreende três formas, consideradas variedades botânicas por alguns taxonomistas, que distinguem-se pelas características das vagens e dos grãos: *Vigna sinensis* var. *sinensis*; *Vigna sinensis* var. *sesquipedalis*; *Vigna sinensis* var. *cylindrica* ou *catjang* [*Vigna cylindrica* (L.) Skeels ou *Vigna catjang* (Burm) Walp]. No entanto, contrariamente, outros botânicos consideram estas três formas como sendo uma única espécie coletiva, *Vigna sinensis* lato sensu. Além dessa classificação, ainda há aqueles que preferem individualizá-las, considerando-as como espécies distintas: *Vigna sinensis* stricto sensu [*Vigna unguiculata* (L.) Walp], *Vigna sesquipedalis* (L.) Fruhw e *Vigna cylindrica* (L.) Skeels [*Vigna catjang* (Burm) Walp].

Estudos adicionais realizados na família *Fabaceae*, na flora do leste da África Tropical, mostraram a existência de cinco subespécies no grupo de *Vigna sinensis*, que foram reconhecidas como integrantes da espécie *Vigna unguiculata*. As subespécies descritas foram: *unguiculata*, *sesquipedalis* (L.) Verdc, *cylindrica* (L.) Van Eseltine, *dekindtiana* (Harms) Verdc e *mensensis* (Schweinf) Verdc. As três primeiras são cultivadas, e as outras espontâneas. Baseado nesse estudo, o Serviço de Pesquisa Agrícola do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos reconheceu, em 1973, as seguintes mudanças nos nomes científicos das três formas do grupo de *Vigna sinensis* agronomicamente mais importantes: *Vigna sinensis* (L.) Savi passou a ser denominada *Vigna unguiculata* (L.) Walp. subsp. *unguiculata*; *Vigna sesquipedalis* (L.) Fruhw e *Vigna sinensis* (L.) Savi ex Hassk. subsp. *sesquipedalis* (L.) Van Eseltine passaram a ser *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

*subsp. sesquipedalis* (L.) Verde e *Vigna cylindrica* (L.) Van Eseltine ex Verde (FREIRE FILHO, 1988).

Durante o período de desenvolvimento do caupi, pode-se distinguir quatro fases de crescimento: (i) fase de germinação, correspondendo ao tempo decorrido do plantio ao aparecimento dos cotilédones na superfície do solo, sendo sua duração influenciada pelas condições de solo, umidade e temperatura; (ii) fase vegetativa, englobando o aparecimento das folhas cotiledonares até o surgimento da primeira flor, sendo influenciada pela intensidade e duração da luz (fotoperíodo), temperatura e, em menor escala, por fatores nutricionais; (iii) fase reprodutiva, iniciando-se com o aparecimento da primeira até a última flor, que pode sobrepor-se com o desenvolvimento das vagens e (iv) fase de maturação, correspondendo à completa formação das vagens e grãos até a sua maturação fisiológica (ARAÚJO et al., 1984).

As vagens de caupi variam em forma, cor, tamanho e número de sementes. As sementes distribuem-se linearmente ao longo da vagem, variando consideravelmente em tamanho, forma e cor, medem aproximadamente 2 a 12 mm de comprimento e pesam 5 a 30g por 100 sementes. O tegumento pode ser liso ou rugoso (ARAÚJO et al., 1984).

#### 1.2.1.3. Importância

O caupi é cultivado em grandes extensões nas regiões tropicais e, mais particularmente, nas zonas semi-áridas e sub-úmidas dos continentes africano, asiático e americano (CARDOSO et al., 1996). Aproximadamente, 75% do rendimento mundial da produção de feijão são obtidos nos países em desenvolvimento (SINGH; SINGH, 1992). O Continente Africano destaca-se como o maior produtor mundial com 94,9% da produção global. Dentre os

países, a Nigéria é o principal produtor com 760 mil toneladas/ano, o que representa 61% da produção mundial (TEIXEIRA et al., 1988).

O Brasil também tem se revelado como um dos grandes produtores mundiais de feijão (ARAGÃO JÚNIOR et al., 1992). Na região Nordeste, o caupi é cultivado em todos os Estados, notadamente no Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte, Maranhão, Paraíba e Pernambuco, desempenhando um papel proeminente na economia nordestina, tendo um amplo significado social e constituindo o principal alimento protéico e energético do sertanejo (TORRES FILHO et al., 1995). O Nordeste produz cerca de 40% da produção nacional de feijão (comum e caupi). Em termos de renda, constitui-se a terceira cultura na ordem econômica para a região, sendo superada apenas pelas culturas de cana-de-açúcar e mandioca (MIRANDA, 1996).

No ano de 1999, o cultivo do feijão-de-corda no Brasil, foi responsável por 12,21% de todo o feijão produzido no País e de 21,5% da área irrigada. Representa 96,9% da produção dos grãos leguminosos cultivados no estado do Ceará e 32,2% no Nordeste. O Ceará é o maior produtor brasileiro, sendo responsável por cerca de 20,0% da produção total do País. No município de Fortaleza 71,9% de todo o feijão total consumido é feijão-de-corda (IBGE/LSPA, 1999).

O feijão-de-corda é cultivado para a produção de grãos secos, grãos verdes e vagens, para a alimentação humana e também para a produção de ramos e folhas, para a alimentação de animais. Apresenta alto conteúdo protéico, boa capacidade de fixar nitrogênio, sendo, ainda, pouco exigente em fertilidade de solo. Trata-se de alimento básico para a população, está presente nas regiões tropicais e subtropicais, e amplamente distribuído no Mundo (UZOGARA; OFUYA, 1992).

O caupi é a principal fonte de proteínas para as populações pobres das Regiões Norte e Nordeste do Brasil, o mesmo ocorrendo em regiões de outros países. É válido enfatizar que o caupi tem uma grande importância na produção agrícola do Estado do Ceará, caracterizando-se como produto básico da

alimentação humana, graças, sobretudo, à sua riqueza em proteínas de baixo custo (SANTOS et al., 1993).

O caupi também é cultivado, de modo menos intenso, em outras partes do País. Neste caso, é produzido como hortaliça, na obtenção de grãos verdes e vagens, e de ramos e folhas para alimentação de animais. Além disto, o caupi é uma opção como fonte de matéria orgânica (adubo verde) na recuperação de solos pobres em fertilidade ou esgotados pelo uso intensivo (FERNANDES, 1997).

O caupi é conhecido no Brasil por grande número de vernáculos, refletindo, assim, a sua importância local. No Nordeste, é comumente chamado de feijão-de-corda e feijão-de-macassar (ou simplesmente macaçar) no Norte, como feijão-de-praia e feijão-da-colônia no Sul, como feijão-miúdo e no estado do Rio de Janeiro como feijão-fradinho (feijão-branco-do-olho-preto) (REBOUÇAS et al., 1997).

O caupi é amplamente cultivado pelo pequeno produtor. Constitui principal cultura de subsistência no sertão semi-árido do Nordeste do Brasil e em áreas isoladas da Amazônia, especialmente em lugares onde se instalaram imigrantes nordestinos. Tem sido crescente a sua comercialização, embora necessite, ainda, de maior dinamização. Quando comparado o consumo de caupi no meio rural com o dos grandes centros urbanos do Norte e Nordeste do País, verifica-se que há uma diferença de mais do dobro em favor do primeiro grupo (CUNHA, 1997).

A importância do caupi para o Brasil, e, em particular, para o Norte e Nordeste - onde a sua produção está melhor adaptada -, não se restringe, apenas, aos aspectos sociais, por ser alimento básico rico em proteínas e por estar ligado aos pequenos agricultores, mas envolve, potencialmente, um leque maior de interesses econômicos com, por exemplo, uma integração do processo produtivo, ao complexo agroindustrial. Diante disso, algumas modificações vêm sendo pesquisadas no sentido de obter genótipos produtivos resistentes às pragas e doenças e de boa qualidade nutricional e, concomitantemente, aumentar o elo

entre a produção e o mercado consumidor, diversificando as maneiras de processamento e utilização do caupi (FREIRE FILHO; RIBEIRO, 1996).

### 1.2.2. A Soja, *Glycine max* L. Merrill

#### 1.2.2.1. Histórico

A soja é uma planta oleaginosa, originária da Ásia, onde seu cultivo tem mais de 5.000 anos. Foi introduzida na Europa, por volta do século XVII, quando pela primeira vez foi semeada no Jardim Botânico de Paris. No Velho Mundo seu desenvolvimento ocorreu a partir de 1914. Foi usada como alimento bem antes dos primeiros escritos, que datam de 2.838 a.C., publicados nos livros de Pen T'sao Kong Mu, que descreviam as plantas da China. A soja era mencionada frequentemente nos escritos chineses, sendo referida como uma das cinco plantas sagradas da China, consideradas como essenciais à existência do povo chinês, segundo Smith e Circle (1972). Com base na distribuição de *Glycine ussuriensis*, provável progenitor da soja atualmente cultivada, a origem seria na China, nas regiões Norte e Central (COSTA, 1996).

Difundida pelo mundo, a soja chegou ao Brasil, mais precisamente na Bahia, por volta de 1882, trazida pelo engenheiro agrônomo Gustavo D'Utra. Em 1892 foram feitas as primeiras experiências em São Paulo, pelo Instituto Agronômico do Estado de São Paulo em Campinas. No Estado do Rio Grande do Sul, a cultura teve início em 1928, no município de Santa Rosa (GOMES, 1975).

O ano de 1936 marcou o início da fase de expansão da cultura e, em 1941, aparecia pela primeira vez, nas estatísticas oficiais. O rápido desenvolvimento da soja, que ocorreu a partir de 1960, deve-se, em grande

parte, ao imediato aproveitamento da infra-estrutura da lavoura de trigo, que ficava ociosa no período de estação quente, e a consequente necessidade de encontrar-se uma leguminosa para a sucessão ao trigo (COSTA, 1996).

Apesar da soja ser uma planta de origem asiática, contém variedades adaptadas a latitudes de  $0^{\circ}$  a mais que  $50^{\circ}$  (HOWELL; CALDWELL, 1972).

#### 1.2.2.2. Classificação e Descrição Botânica

A soja pertence à família *Leguminosae* que inclui, aproximadamente, 650 gêneros e 18.000 espécies. É constituída de três subfamílias: *Mimosoideae*, *Caesalpinoideae* e *Faboideae* (COSTA, 1996).

Ainda segundo o autor, a subfamília *Faboideae*, cuja denominação antiga era *Papilionoideae*, é a maior delas, com cerca de 12.000 espécies, sendo amplamente distribuídas. A grande maioria das leguminosas cultivadas pertence a esta subfamília, inclusive a soja.

A soja é uma planta anual, ereta, pubescente, de grande diversidade morfológica. Sua altura varia de 0,60 a 1,50 metros e pode ser escassa ou densamente ramificada, dependendo do cultivar e das condições de crescimento. Seu ciclo estende-se de 80 a 150 dias. As primeiras folhas que aparecem acima dos cotilédones são simples e opostas. Posteriormente, formam-se folhas alternadas de três (03) folíolos e ocasionalmente quatro ou mais. As folhas, caules, sépalas e as vagens, em muitas variedades, são cobertas com numerosos pêlos finos, brancos e marrons (CARLSON, 1976). As flores, reunidas em racemos curtos são axilares brancas, violáceas ou amarelas, conforme a variedade. As vagens, levemente arqueadas, contêm de uma a cinco sementes. O seu sistema radicular é pivotante, com uma raiz principal e várias ramificações laterais, ricas em nódulos de bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico (GOMES, 1975).

A forma da semente varia de quase esférica para achatada e alongada, mas para a maioria das variedades cultivadas, as sementes são ovais. A casca é marcada com um hilo que varia da forma linear para oval. Via de regra, a soja é uma planta de fecundação natural, podendo os insetos contribuírem com até 2% no cruzamento (CARLSON, 1976).

Segundo Wolf e Cowan (1975), as sementes de soja são constituídas de aproximadamente 90% de cotilédones, 8% de casca e 2% de hipocótilo.

#### 1.2.2.3. Importância

A soja se constitui na maior fonte de óleo vegetal e de proteína, tanto para a alimentação humana como animal. O grão de soja contém mais proteína que o ovo. A lecitina, extraída da soja, é usada na fabricação de doces, pães e remédios. Além disso, a soja também é rica em vitaminas e minerais. O óleo de soja é utilizado na fabricação de margarina, maionese, molhos, óleos para fins culinários. A indústria usa o óleo na confecção de tintas e sabão. A torta de soja é a maior fonte de proteína para suínos, bovinos e aves. É utilizada na manufatura de muitos produtos químicos, inclusive fluídos para extintores de incêndio. A estreptomicina é produzida pelo desenvolvimento de determinado organismo num meio que contém torta de soja. É também utilizada na fabricação de adesivos, fertilizantes, inseticidas e uma série infinidável de produtos. A farinha de soja é utilizada para fazer pães, panquecas e massas alimentícias. Mesmo as abelhas são alimentadas com uma dieta que contém soja. Novos produtos têm sido desenvolvidos com a soja, como o *NewStone* que é um material de construção semelhante a madeira, feito de papel reciclado e de resina de soja esmagada; produtos que formam uma camada invisível e que prolongam a duração de frutas e verduras nos supermercados; “plásticos” degradáveis;

fibras têxteis, tendo como base a soja; tinta de impressão feita de soja; "soja diesel", um combustível para substituir o óleo diesel (COSTA, 1996).

Uma dieta balanceada deve conter proteínas, vitaminas, sais minerais e calorias suficientes para proporcionar crescimento com saúde. É fato que uma alimentação correta confere resistência às doenças, aumenta a vida média e auxilia o desenvolvimento mental. Os alimentos de origem animal - leite, carne, ovos e queijo - são complexos por natureza, apresentando proteína completa, sais minerais, lipídios e vitaminas. Entretanto, são alimentos caros e, por isso, situam-se fora do alcance, pelo menos em quantidades adequadas, de uma grande parte da população brasileira (CARRÃO-PANIZZI, 1988).

A análise química do grão mostra que a soja é uma excelente fonte de proteína e caloria, sendo classificada como um dos cinco principais alimentos fornecedores de proteína - carne, leite, ovos, queijo e soja. Considerando o valor biológico da proteína, (Coeficiente de Eficiência Protéica - CEP: ganho de peso/proteína consumida), o qual determina sua qualidade, a soja corresponde a 80% do leite (CEP caseína = 2,50 e CEP soja = 2,00). Por qualidade de proteína entende-se quantidade adequada dos aminoácidos essenciais, que devem estar presentes numa dieta, para que ocorra formação de tecidos e crescimento. A soja apresenta um bom balanceamento desses aminoácidos, quando comparada com outros vegetais. Entretanto, como é comum às leguminosas, a soja apresenta baixo teor dos aminoácidos sulfurados metionina e cistina. Como uma dieta é a soma de vários componentes, a combinação de soja, ou outra leguminosa, com cereal, completa o bloco dos aminoácidos sulfurados, mas baixos teores do aminoácido lisina, que é alto na soja, de onde vem, então, a complementação dos dois tipos de grãos (GORDON, 1970).

O óleo, em alto teor, fornece as calorias necessárias ao organismo, permitindo que a proteína seja metabolizada para constituir novos tecidos e promover o crescimento, ao invés de fornecer energia, o que é comum em dietas de baixo conteúdo calórico. Convém salientar que os lipídios encontrados na

soja não são colesterol, como ocorre com os produtos animais (CARRÃO-PANIZZI, 1988).

O teor de carboidratos na soja é mais elevado na casca. Portanto, a eliminação da casca no processamento industrial e no preparo doméstico permite uma redução dos teores de açúcares. Alguns destes açúcares são complexos, de difícil digestão, sendo comuns sintomas de flatulência. A eliminação da casca não é absolutamente necessária, já que os açúcares encontrados em maior proporção na casca são hemi-celulose e celulose, os quais são fibras que até melhoraram a digestão dos alimentos no trato intestinal (FRANCO, 1986).

O autor menciona ainda, o teor vitamínico da soja fonte de vitaminas do complexo B, com exceção da vitamina B12. Os grãos maduros de soja apresentam baixos teores de  $\beta$ -caroteno (pró-vitamina A) e ácido ascórbico (vitamina C). Os grãos cheios e verdes de soja, bem como brotos de soja, no entanto, apresentam maiores teores destas duas vitaminas.

### 1.3. O Inseto Saúva, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939

#### 1.3.1. Origem

A existência das saúvas nos ecossistemas brasileiros retrocede à era Cenozóica, período Terciário, série Oligoceno, há trinta milhões de anos. Este período é ainda, caracterizado, pelo vasto desenvolvimento das espécies vegetais e diversos tipos de pássaros e mamíferos. É evidente que a persistência do gênero *Atta* ao longo do período geológico caracteriza-a como organismo bem sucedido e funcionalmente adaptado aos biomas em que está inserido. Ressalte-se ainda, que este mirmicíneo vem sobrepondo-se às pressões dos processos microevolutivos estimulados pelo homem brasileiro a partir de 1500, data do

descobrimento do País (SALES, 1991a). Ademais, as treze espécies/subespécies de saúvas existentes no Brasil, conduzem os entomologistas à admissão da Amazônia brasileira como centro de origem e irradiação deste atíneo (ANDREWARTHA; BIRCH; 1984; LOFGREN; VANDER MEER, 1986; ROSS, 1959; SALES, 1991b).

### 1.3.2. Histórico

Os descobridores espanhóis foram os primeiros a notificarem a presença das saúvas no continente americano. Bartolomeu de las Casas relatou o fracasso no cultivo de mandioca e de citros devido às formigas em Hispaniola, por volta de 1559 (WEBER, 1966).

A saúva é protagonista da história da agricultura brasileira. Em 1560, o padre jesuíta José de Anchieta escrevia a Portugal informando da atuação deste atíneo sobre o solo e as plantas. Em 1587, Gabriel Soares de Souza em sua obra, Tratado Descritivo do Brasil, aponta a saúva como o mais terrível inimigo das fazendas. Adianta ainda, que, a Bahia poderia ser chamada de outra “Terra da Promissão”, se não fossem as formigas. Em 1658, Guilherme Pidonis, em seu livro História Natural e Médica, confirma que os portugueses tinham este mirmicíneo como o “Rei do Brasil” pois, só se cultivava aquilo que o inseto não cortava. Em 1819, Alexandre von Humboldt destacava a abundância do inseto na zona tórrida e sua ação sobre o solo. Em viagem de estudos ao Brasil, no período de 1816 a 1822, o naturalista francês Auguste Saint'Hilaire cunhou a célebre frase: “Ou o Brasil mata a saúva ou a saúva mata o Brasil”. Guilherme lund, que dedicou a vida em estudos científicos no Brasil, publicou nos Annaes de Sciencias Naturaes, e, 1831, relatos sobre o trabalho cooperativo da saúva e caracterizou os espécimes da casta de operárias. Em 1867, H. Clark descrevia o Brasil como um grande sauveiro. Na concepção de Thomaz Belt, e, 1874, as

formigas constituíam o maior flagelo da América Tropical (TOWSEND, 1921; GONSALVES, 1935; MARICONI et al., 1964; WEBER, 1966).

### 1.3.3. Distribuição

As formigas do gênero *Atta* apresentam uma extrema capacidade de adaptação aos mais variados ecossistemas do Novo Mundo. Entretanto, a literatura pertinente não registra a sua ocorrência no Chile, algumas ilhas do Caribe e Canadá. A faixa de dispersão situa-se entre os limites de 33 graus de latitude Norte e 44 graus de latitude Sul. Envolvendo, desta maneira, as áreas compreendidas entre os paralelos próximos às cidades de Forth Worth, Texas, Estados Unidos e Las Plumas, no sul da Argentina. Quanto à distribuição vertical, elas são encontradas do zero a estratos de até 2500 metros de altitude (SALES, 1998).

### 1.3.4. Taxinomia

Borgmeier (1939) realizou a primeira identificação da saúva do Nordeste, incluindo-a como uma nova subespécie de *Atta bisphaerica* spp. *Opaciceps*, com espécimes provenientes de Tapera, Pernambuco, Brasil.

Considerando o desenvolvimento sistemático, a saúva, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 ocupa a seguinte hierarquia taxinômica: Ramo: *Arthropoda*; Subramo: *Tracheatta*; Classe: *Insecta*; Subclasse: *Pterygogenea*; Ordem: *Hymenoptera*; Subordem: *Apocrita*; Superfamília: *Formicoidea*; Família: *Formicidae*; Subfamília: *Myrmicinae*; Tribo: *Attini*; Gênero: *Atta*; Epíteto de espécie: *Atta opaciceps*.

### 1.3.5. Importância

Desde os tempos mais remotos, sabe-se que, os insetos já competiam com o homem por alimentos, apesar da luta constante de estudiosos, objetivando a redução dos prejuízos ocasionados por esses artrópodos. Porém, os danos causados pelos insetos não se restringem às plantas cultivadas, estendendo-se aos animais domésticos e às comunidades, mormente aos habitantes das zonas rurais, menos desenvolvidas onde são veiculadores de patógenos de doenças endêmicas (PANIZZI; PARRA, 1991).

Dentre os insetos que danificam as culturas estão as formigas cortadeiras de folhas do gênero *Atta*, consideradas por alguns estudiosos da área entomológica como uma das principais pragas da agricultura mundial. O vasto acervo de trabalhos reportando-se aos danos causados por estes formicídeos às plantas cultivadas, são provas convincentes da sua importância para o setor primário (SALES, 1998).

No Brasil as saúvas têm causado sérios danos a agricultura e aos programas de reflorestamentos. Considerando que um saúveiro maduro, de seis anos de idade, pode abranger uma área de 100 m<sup>2</sup> e consome por volta de uma tonelada de massa vegetal por ano (FERNANDES, 2002).

No entanto, as saúvas também contribuem de maneira benéfica para a agricultura, como por exemplo para o revolvimento e aeração do solo. Aproximadamente, metade da celulose do substrato vegetal é metabolizado pelo fungo que o inseto cultiva. A ação podadora, em algumas plantas, induz o aparecimento de uma quantidade maior de novas folhas e flores. Em algumas situações, como em regiões semi-áridas e em época de precipitação pluvial nula ou baixa, esta ação reduz a transpiração vegetal (WEBER, 1976; SALES, 1991a).

A saúva é um agente de intemperismo que potencia a fertilidade do solo. Na área de terra solta os teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio são superiores aos observados em solos circunvizinhos, tanto em ecossistemas naturais como artificiais (SALES, 1979).

O hábito do consumo dos abdomens das içás (rainhas) é remoto. Içá é um nome Tupi que significa “boa para comer”. Gabriel Soares, em 1618, em sua obra *Historia Rerum Naturalium* comenta a festa que os índios faziam ao consumirem as içás, após torradas no fogo. Não só os índios, mas, posteriormente, mestiços, colonos e colonizadores que habitavam o Brasil passaram a consumir içás como delicatessen (SEABRA, 1947; SILVA, 1963; SILVA, 1966; POSEY, 1978).

A utilização das içás como fonte de alimento é prática comum nas populações rurais do Brasil. Atualmente, várias receitas já estão disponíveis e tem causado surpresa aos cépticos. O abdômen da saúva, sob o ponto de vista alimentar, associa três qualidades de extrema relevância nas culinárias nacional e estrangeira: assepsia, sabor e ser crocante, em condições naturais (SALES, 1998).

As saúvas constituem um grupo de insetos dos mais complexos e avançados do ponto de vista evolucionário. A persistência de uma linha filogenética através do período geológico é a principal medida do sucesso ecológico. A eusocialidade, caracterizada pela atenção e cuidados com a prole, superposição de gerações e a presença de castas sexuadas e assexuadas, é extremamente avançada nos formicídeos. Isto os assegura condições vantajosas sobre as formas solitárias (WILSON, 1987; HOLLODOBLER; WILSON, 1990). Portanto, as ligações tróficas das saúvas são extremamente complexas dentro dos biomas em que estão inseridas reforçando, deste modo, a tese de revisão conceitual sobre a verdadeira função deste artrópode dentro das comunidades vegetais nativas e/ou domesticadas (SALES, 1991a).

### 1.3.6. Comportamento e Semioquímicos

Uma gama bastante diversificada de compostos naturais caracteriza os sinais químicos dos himenópteros eusociais. Aspectos fenológicos correlacionados com a proporção de feromônios demonstram que os indivíduos estão programados para biosintetizar compostos específicos com grande precisão temporal. Rainhas e operárias produzem feromônios casta-específicos que evoluíram para regular a multiplicidade de interações sociais importantes (BLUM, 1988).

Os semioquímicos são formados por dois grupos de substâncias químicas que interferem no comportamento das espécies, sejam eles: aleloquímicos quando agem interespecificamente, ou seja, entre espécies diferentes e feromônios quando atuam intraespecificamente, ou seja, dentro da mesma espécie (SALES, 1998).

#### 1.3.6.1. Feromônios

A palavra feromônio tem sua etimologia oriunda do grego *pherein* que quer dizer carregar; *horman* que significa excitar (GALLO et al., 1988) e é definida como sendo substâncias químicas produzidas por glândulas dos insetos que, liberadas no ambiente, causam reações específicas em outros indivíduos da mesma espécie (METCALF; FLINT, 1962).

Moser (1970) relata que este tipo de comunicação atingiu o seu maior desenvolvimento nos insetos eusociais. O autor divide os feromônios em duas categorias: feromônios preliminares e feromônios de liberação.

Os feromônios preliminares desencadeiam uma série de eventos fisiológicos que modificam o comportamento e o desenvolvimento dos indivíduos. A maioria deles são transmitidos oralmente, mas é desconhecido se eles atuam diretamente no sistema endócrino ou se, primeiro, afeta os quimiorreceptores. Uma função comum desses feromônios nos insetos eusociais é a regulação das castas.

Os feromônios de liberação, segundo Moser (1970), causam uma resposta imediata no receptor, e parece ser a forma primária de comunicação nos insetos eusociais. Os compostos mais conhecidos são aqueles que desencadeiam reações de alarme, atração, repulsão, marcação de trilha, transporte de provisão e acasalamento.

#### 1.3.6.2. Aleloquímicos

Aleloquímicos são compostos químicos sintetizados por um organismo com capacidade de alterar o crescimento, a saúde, o comportamento e a população biológica de outra espécie, excluindo as substâncias utilizadas como alimento pela segunda espécie (WHITTAKER; FENNY, 1971). Assim, os compostos que medeiam os processos de comunicação interespecífico, são denominados alomônios quando sua atividade favorece adaptativamente o organismo emissor funcionando como substância de defesa, e queromônios quando induzem uma resposta adaptativa favorável no receptor do sinal químico. Fazem parte deste grupo, ainda, os sinomônios que são compostos produzidos por uma espécie e recebidos por outra, sendo que ambas se beneficiam e os apneumônios, que são aqueles descritos como sendo uma substância química proveniente de alimento não vivo que atrai o receptor (GALLO et al., 1988).

Os aleloquímicos são produzidos pelo metabolismo secundário das plantas e dotados de grande diversidade de esqueletos e grupamentos funcionais tais como ácidos graxos e seus ésteres, hidrocarbonetos, álcoois, aldeídos e cetonas, compostos acetilênicos e cumarinas (CRAVEIRO; MACHADO, 1986).

Avaliando a toxicidade dos aleloquímicos, 2-tridecanona e 2-undecanona presentes em plantas de tomate, *Lycopersicum esculentum*), Ventura e Vendramin (1995), para *Phthorimaea operculella* Zeller, 1873, verificaram que o primeiro em aplicação tópica é tóxico para as lagartas, sendo necessários 775,35 ng por lagarta de primeiro instar para provocar a mortalidade de 50% da população. Em testes de concentração letal, o 2-tridecanona apresentou maior toxicidade do que o 2-undecanona. Os autores concluíram que estes aleloquímicos são condicionadores de resistência, principalmente o 2-tridecanona.

Gonçalves (1984) relata que a maior disponibilidade dessas substâncias nas plantas hospedeiras do ambiente, acelera a formação e consolidação do carreiro de provisão, bem como o consequente incremento da atividade exploratória de *Atta opaciceps*. O comportamento das saúvas, como espécie, segundo Sales (1986), está diretamente associado a estas substâncias aleloquímicas.

Sales (1991b) avaliando a preferência de *Atta sexdens rubropilosa* (saúva limão) em teste de múltipla escolha, com onze espécies vegetais amplamente disseminadas em Southampton, Inglaterra, constatou o efeito supressor de corte em folhas de *Scilla* sp. e *Scilla-non-scripta* (ambas pertencentes a família *Liliaceae*), devido a presença do glicosídeo cardíaco, bufanolídeo. Tais fatores alomoniais de elevada toxicidade, são reconhecidos pelos insetos e desencorajam as operações de corte e transporte efetuadas pelas saúvas. Entretanto, o autor comprovou a elevada preferência dessas formigas pela espécie *Mahonia aquifolium* (*Berberidaceae*), sendo suas flores as principais fontes de constituintes queromonais, incitando as operárias de saúva limão a explorar, cortar e transportar para o interior das panelas vivas, as flores

altamente atrativas. O inseto, porém, remove somente as outras partes vegetais após a utilização integral da reserva floral. Quando esta se esgota, as operárias passam a cortar as folhas e, em seguida, os ramos.

#### 1.4. O Fungo Simbionte, *Leucoagaricus gongylophorus* Moeller, 1957

Quem primeiro identificou a associação da saúva com o fungo foi Thomas Belt, na Nicarágua, em 1868. A. Moeller revelou pela primeira vez, a possível forma sexual do fungo e o classificou como *Rhzites gongylophora*, ordem *Agaricales*. Posteriormente, os mirmecologistas confirmaram o fungo da família *Agaricaceae*, entretanto, transferiram a espécie *gongylophora* para o gênero *Leucocoprinus*. Acreditava que este se desenvolvia, naturalmente, nas panelas umedecidas do subsolo do sauveiro (WEBER, 1966; WILSON, 1987).

Mariconi e Paiva Castro (1960) e Bastos (1988), escreveram que o nome científico do fungo cultivado pelas saúvas era *Pholiota gongylophora* Moeller e GALLO et al. (1988) considerava-o sinonímia de *Rhzites gongylophora*. O nome científico *Attamyces bromatificus* Kreisel tem sido relatado como a classificação correta para este basidiomiceto cultivado pelas saúvas segundo Weber (1977), no entanto *Leucoagaricus gongylophorus* é a denominação mais usada por muitos autores (PAGNOCCA et al. 1990, SIQUEIRA, 1998).

O fungo cultivado pelos *Attini* é saprófita e nutre-se de substrato vegetal elaborado pelas operárias. Alguns autores apontam que o mesmo é uma micorriza que evoluiu e adaptou-se às necessidades dos atíneos. A habilidade das saúvas de manter a cultura pura do fungo que utiliza como alimento, evitando a contaminação exógena por outros fungos e bactérias, esta diretamente ligada às secreções salivares e anais depositadas na massa fúngica. Em condições naturais os contaminantes fungistáticos e bactériostáticos são eliminados pelo ácido beta-hidróxi-decanóico ou mirmicacina, que elaborado

pelas operárias, inibe a germinação de esporos. As secreções salivares e as gotículas anais depositadas direta e indiretamente sobre a esponja fúngica estimula o crescimento do fungo (STRADLING; POWELL, 1986; SALES, 1991b).

A dependência mutualística existente entre as saúvas e o fungo por elas cultivado, permitiu a esses mirmicíneos explorarem uma variedade de recursos alimentares que antes não eram aproveitados. Martin e Martin (1970) verificaram que a associação entre *Atta colombica* e seu fungo de alimentação está baseada em uma aliança bioquímica firmada sobre a integração metabólica. Assim, o fungo, que é completamente deficiente de enzimas proteolíticas responsáveis pela digestão do substrato rico em nitrogênio, predominantemente, na forma de proteína, compensa essa deficiência metabólica, através das secreções anais da formiga, periodicamente aplicado sobre ele e abundante em ácido alantóico, alantoína, amônia e uma mistura de 21 aminoácidos. Em contrapartida, o fungo digere o material vegetal oferecido pelas saúvas. Desse modo, as formigas operárias contribuem diretamente com a sua capacidade de degradação protéica para o fungo, e este, por sua vez, contribui com a sua habilidade de degradação da celulose para as formigas (QUINLAN; CHERRETT, 1979).

Os mirmicíneos da tribo *Attini* estão agrupados em 190 espécies distribuídas em 11 gêneros que cultivam o fungo como fonte de alimento. Alfred Möller, em 1893, constatou que as extremidades das hifas produziam intumescências de forma esférica ou elipsoidal as quais denominou de “kohlrabi” em alusão à semelhança que apresentavam com a porção globular do bulbo comestível da olerícola, *Brassica oleracea caudata*. Posteriormente, foi proposto por W. M. Wheeler a denominação gongilídia para estas estruturas, sendo esta, a de melhor aceitação pelos entomologistas, e, a micologicamente correta (SALES, 1998).

Recentemente a literatura entomológica, tem enquadrado a saúva como um animal herbívoro. Certamente uma colocação forçada pois este atíneo não

consume plantas, embora possa ingerir o suco celular das porções vegetais cortadas e utilizar seus nutrientes bem como, utilizar uma fração do líquido celular para irrigar a massa fúngica. Os nutrientes necessários ao desenvolvimento normal dos fungos imaturos são obtidos das gongilídeas. Por outro lado, os adultos, obtêm apenas 5% de seus requerimentos energéticos dessa fonte, sendo que, o suco celular das plantas cortadas pode satisfazer as exigências energéticas do adulto, por 24 horas (FEBVAY; KERMARREC, 1986; SALES, 1991b).

A produção de esporos pelo fungo é duvidosa, senão impossível. A secreção de mirmicacina, pelas operárias, confirma a impossibilidade de esporos envolverem-se na propagação, além disso o fungo é constantemente podado pelas operárias para impedir a formação do píleo ou chapéu dos agaricáceos. Evidências sugerem que não apenas diferentes espécies de atíneos cultivam a mesma espécie de fungo, mas que através dos métodos vegetativos de propagação, estas culturas constituem clones fúngicos que podem ser utilizados por mais de uma espécie de mirmicíneo (WEBER, 1977; STRADLING; POWELL, 1986). Reforçando essa idéia, Vernalha e Carneiro (1954), verificaram uma perfeita aceitação por parte de *Atta*, do fungo cultivado pelas formigas do gênero *Acromyrmex*, embora não tenha sido possível a identificação através de cultura natural, ou em laboratório, do fungo dessas espécies de saúvas.

Entretanto, Mariconi (1970) destacando investigação própria com outros autores, indica que a saúva limão, *A. sexdens rubropilosa* Forel, 1908 e a saúva mata-pasto, *A. bisphaerica* Forel, 1908 cultivavam fungos diferentes, apesar de não terem conseguido identificá-los. Todavia, era crença geral, inclusive entre os entomologistas, que a espécie, em referência, fosse o *Pholiota gongylophora*.

Della Lucia et al. (1987) em ensaio laboratorial com uma colônia de *A. sexdens rubropilosa*, observaram que um basidiocarpo de um fungo agaricóide formou-se na massa fúngica. As formigas foram incapazes de suprimir a expansão do basidiocarpo, embora elas cortassem partes do píleo ou chapéu dos

agaricáceos na tentativa de inibir a sua abertura. As formigas também empilhavam folhas e flores cortadas no topo do basidiocarpo, em um esforço de reincorporar tal estrutura no jardim de fungo. O basidiocarpo foi então removido e colocado em um recipiente esterilizado contendo algodão umedecido para manter a umidade e, ao cabo de dois dias, iniciou-se o processo de abertura do píleo formando uma espécie de roseta sustentada pelo estipe através de filamentos de hifa. Baseado nas características morfológicas, os autores concluíram tratar-se do gênero *Leucoagaricus* (Locq.) Singer.

Muchovej et al. (1991) descreveram essa espécie de fungo como *Leucoagaricus weberi*, em homenagem a N.A. Weber, entomologista americano que muito contribuiu para o conhecimento dos fungos cultivados pelas saúvas. Os autores observaram a presença de hifas oleíferas que produziam uma substância resinosa nos tecidos do basidiocarpo. Essa resina era formada de hidrocarbonetos de cadeia longa, que possuía um alto teor de carboidratos os quais eram utilizados pelas formigas. No entanto, a seção *Leucoagaricus* que abriga tal gênero, nunca havia sido descrita contendo fungos com hifas oleíferas ou resinosas, e como tal característica foi bastante evidente e distinta das características morfológicas usuais para descrever essa seção, a introdução de uma nova seção *Oleoagaricus* para abrigar esse gênero parecia ser a decisão mais acertada. Assim, a nova espécie foi descrita como *Leucoagaricus weberi* seção *Oleoagaricus*.

Apesar do conhecimento acumulado ao longo dos anos sobre os indivíduos da tribo *Attini* e sua capacidade de desfolha, muito pouco se sabe, sobre a evolução desses fungos simbiontes responsáveis pela decomposição das folhas. Deste modo Hinkle et al. (1994) examinaram e compararam seqüências de bases de RNA de fungos simbiontes cultivados por 5 gêneros diferentes de atíneos e, em seguida, procedeu-se o exame dos fungos simbiontes e das formigas, através do estudo comparativo entre as árvores filogenéticas dos fungos e das formigas. Esse estudo filogenético demonstrou que os fungos

simbiontes eram basidiomicetos e que tais fungos evoluíram paralelamente às suas companheiras formigas.

De acordo com os autores, as 5 espécies de atíneos observadas nesse trabalho foram: *Cyphomyrmex rimosus*, *Apterostigma collare*, *Sericomyrmex bondari*, *Trachymyrmex bugnioni* e *Atta cephalotes*. No estudo, foi também observado, duas espécies de fungos de vida livre: *Agaricus bisporus* e *Lepiota procera*. As comparações genéticas demonstraram claramente que 4 das 5 espécies estudadas cultivavam basidiomicetos de gêneros diferentes onde, somente os fungos simbiontes de *Sericomyrmex* e *Trachymyrmex* eram suficientemente similares, com apenas 2 nucleotídeos diferentes, de tal forma que permitiam colocar seus simbiontes no mesmo gênero. As comparações genéticas de nucleotídeos diferentes entre as outras espécies de atíneos, variaram de 26 entre simbiontes de *Atta* e *Cyphomyrmex* até 80 para simbiontes de *Apterostigma* e *Sericomyrmex*. Esse número de nucleotídeos diferentes foi similar ao observado entre famílias de fungos diferentes, como por exemplo, 35 nucleotídeos diferentes entre *Agaricus bisporus* e *Lepiota procera*.

Os autores sugerem, através desse estudo, que a diversificação dos atíneos e de seus fungos foram devido a simbiose, e por esta razão, adaptações simbióticas específicas e bem desenvolvidas devem ser esperadas. A coadaptação que proporcionou o ancestral desses atíneos a usar material verde fresco como substrato para o crescimento desses fungos, pode ter envolvido uma inovação no desenvolvimento fisiológico por parte desses fungos. Nesse caso, seria improvável a sobrevivência desses atíneos se os seus fungos simbiontes forem exterminados por alguma agressão enérgica à natureza.

## 1.5. Óleos Vegetais

### 1.5.1. Histórico

Apesar da grande importância dos óleos essenciais e seus derivados, até 1959 não se conhecia praticamente nada sobre a composição química da flora odorífera da região Nordeste e sua potencialidade. Algumas informações sobre as propriedades aromáticas de plantas do Nordeste ou, mais raramente, sobre a ocorrência de óleos essenciais, são encontrados em textos botânicos bem como nos dicionários de plantas escritos por autores os mais diversificados. Muitas substâncias naturais, inclusive óleos essenciais e seus derivados, utilizadas como matéria-prima pela indústria química, foram deslocados do mercado internacional, por não poderem competir com seus sucedâneos sintéticos derivados do petróleo que eram obtidos a preços bem mais razoáveis (UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 1981).

Segundo este estudo realizado pela Universidade Federal do Ceará, a crise do petróleo iniciada em 1973 e os constantes agravamentos sofridos nos últimos anos, certamente determinaram a reversão deste processo e muitos destes produtos voltaram a ser obtidos de fontes naturais, quer pelos mesmos motivos que determinaram o seu deslocamento do mercado internacional, quer para minimizar as importações. Diante deste quadro, e numa tentativa de encontrar neste campo novas opções para a agropecuária da região Nordeste, foi firmado, em 1975, convênio entre o Banco do Nordeste e a Universidade Federal do Ceará para a execução do Programa de Estudo Químico de Óleos Essenciais de Plantas do Nordeste pelo Departamento de Química Orgânica da já referida Universidade.

### 1.5.2. Emprego e Extração

O termo “óleo essencial” é empregado para designar líquidos oleosos voláteis, dotados de aroma forte, quase sempre agradável, extraídos de plantas por alguns processos específicos, sendo o mais freqüente a destilação por arraste com vapor d’água. A destilação por arraste com vapor d’água se caracteriza pela sua extrema simplicidade: o material a ser extraído, geralmente moído ou triturado, é colocado em um recipiente através do qual se faz passar uma corrente de vapor d’água, com ou sem pressão. O vapor d’água arrasta os produtos voláteis existentes no material e a mistura de vapores é conduzida a um condensador onde os vapores voltam ao estado líquido sendo este recolhido em um separador. O óleo essencial, que é uma mistura de substâncias orgânicas imiscíveis em água, desta se separa formando um sistema de duas camadas ou fases. O próximo passo da operação consiste na retirada do óleo pelo processo de decantação, após o que está pronto para uso. Dependendo do tipo de planta aromática, as condições de extração podem variar quanto à duração do processo e quanto à pressão ou temperatura do vapor d’água utilizado (GUENTHER, 1972; DEY; HARBORNE, 1997).

Para o autor, a simplicidade de extração permite que, em muitos países, a exploração de óleos essenciais se constitua em indústria semi-artesanal. Para a análise química dos óleos essenciais, os seus constituintes são separados da mistura por destilação fracionada ou por processos cromatográficos. A análise de um óleo essencial novo, embora baseada nas mesmas técnicas e princípios científicos usados na identificação dos constituintes de óleos comerciais, adota uma sistemática de estudo muito mais demorada e complexa, além de requerer uso de equipamento sofisticado, não muito freqüente em laboratórios do mundo inteiro, e trabalho especializado de analistas de alta qualificação.

Os óleos essenciais são usados em muitas indústrias para conferir aromas e odores especiais e inúmeros produtos tais como perfumes, cosméticos, sabonetes, desodorantes, condimentos, doces etc. São empregados também para mascarar odores desagradáveis em ambientes de trabalho, e instalações sanitárias, além de serem também usados como solventes e insumos em produtos das indústrias de plásticos, tintas, borracha, inseticidas e outros. Alguns apresentam características semelhantes às do óleo diesel e podem ser usados como combustíveis apesar de sua baixa concentração na planta. Muitos fornecem compostos de partida para síntese de outras substâncias úteis nas indústrias química e farmacêutica. Outros, ainda, apresentam componentes com propriedades farmacológicas e são usados como antibacterianos, analgésicos, sedativos e expectorantes, sendo incluídos na composição de diversos medicamentos (GUENTHER, 1974).

O estudo de plantas odoríferas da região Nordeste resultou na descoberta de vários óleos essenciais de importância econômica potencial. Alguns dos óleos recém-descobertos mostraram ser importantes fontes de matérias-primas para a indústria química. Outros são dotados de propriedades aromatizantes, farmacológicas e antissépticas dentre outras. Paralelamente, resultados de importância científica foram também alcançados, destacando-se entre eles o levantamento da flora odorífera da região Nordeste do Brasil, a identificação botânica de suas espécies e a determinação da composição química de seus constituintes voláteis (UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 1981).

### 1.5.3. Atividade Biológica de Óleos Vegetais

A agricultura atualmente utiliza agroquímico para combater uma grande variedade de ervas daninhas, insetos, fungos e outras pestes agrícolas. Alguns

destes produtos, já sabe, são classificados como severamente ou cronicamente tóxicos à espécie humana e ao meio ambiente. Apesar de potentes, os agroquímico sintéticos apresentam desvantagens tais como toxicidade residual, contaminação dos alimentos e ainda desenvolvimento de resistência através de gerações. Assim, nos últimos anos, retomou-se o interesse por pesticidas derivados de plantas (SINGH; UPADHYAY, 1993).

Singh e Upadhyay, 1993, relataram que uma porção não-volátil do óleo de *citrus* (1% peso fresco) protege ervilhas do ataque de *Callosobruchus maculatus*, quando aplicados na superfície da ervilha de olho preto.

Os óleos essenciais de *Nepeta nepetella* L. e *Nepeta amethystina* Poiret foram analisados por cromatografia gasosa (GC). As amostras continham diastereoisômeros de nepetalactone, os quais são conhecidos por possuir propriedades repelentes à formigas (VELASCO-NEGUELA et al., 1989).

De acordo com vários trabalhos publicados, plantas como *Mentha piperita* exibem atividade protectante à grãos. Os constituintes alcóolicos e fenólicos destes óleos essenciais mostraram considerável toxicidade no controle da eclosão de ovos de *Aedes aegypti*. O óleo de *Acorus calamus* inibe o desenvolvimento embrionário de *Dysdercus koenigii* em uma concentração de 10 ppm. Os óleos voláteis de *Eucalyptus*, hortelã japonesa, endro, aguarrás e citronella, mostraram diferentes graus de atividade atrativa e repelência contra *Sitophilus oryzae*, *Callosobruchus chinensis*, *Stegobium paniceum* e *Musca domestica*. Os constituintes voláteis de alguns óleos essenciais principalmente mono- e sesquiterpenóides exibiram forte repelência contra mosca doméstica e barata. Os óleos voláteis que contêm cetonas alifáticas e aril também evidenciaram atividade repelente em abelhas. Os mono-, sesqui-, di- e triterpenóides isolados de várias espécies de plantas aromáticas mostraram possuir potente atividade antinutricional por ação de contato. Nerol, geraniol e citronelol agem como análogos ao hormônio juvenil (JH). O óleo volátil de *Lantana camara* também exibiram atividade JH-like em ninfas do 5º instar de *Dysdercus similes*. A maioria dos óleos essenciais e seus constituintes são

poderosos agentes anti-fúngicos e bacterianos. Alguns óleos como os de *Citrus sinensis* e *Hyptis suaveolens* são considerados mais potentes que os fungicidas comerciais sintéticos e não exibem efeito fitotóxico no crescimento de plântulas e na germinação de sementes de *Vigna radiata* (SINGH; UPADHYAY, 1993).

A eclosão de ovos de *Aedes aegypti* pode ser prevenida por carvacrol, citral, citronelol, eugenol, farnesol e geraniol. Os óleos essenciais de *lemongrass*, *linaloe* e *geranium* em várias diluições de acetona e em diferentes estágios de metamorfose deste inseto, mostraram-se como ineficientes ovicidas e não provocaram nenhum efeito em larvas do primeiro instar. Em larvas de estágios mais avançados, porém, sua susceptibilidade tendia a aumentar. Uma alta mortalidade foi observada com óleos de *lemongrass* e *geranium* em larvas do terceiro e quarto instar (SAXENA; SHARMA, 1972).

Os óleos essenciais de algumas espécies vegetais originárias da Malásia, *Dipterocarpus*, *Cinnamomum*, *Litsea*, *Lindera*, *Piper*, *Citrus*, *Clausena*, *Gaultheria* e *Leptospermum* foram investigados quanto as suas propriedades químicas e biológicas. Os óleos constituíam-se, principalmente, de misturas complexas de monoterpenos e sesquiterpenos, exceto para as espécies de *Cinnamomum* e *Gaultheria*. Os óleos de *Litsea elliptica*, *Cymbopogon nardus* e *Cinnamomum mollissimum* mostraram alto efeito repelente contra fêmeas adultas de *Aedes aegypti*. Os bioensaios de letalidade dos óleos revelaram que os óleos de *Litsea elliptica* e *Piper aduncum* foram altamente tóxicos para a larva do mosquito. Os óleos destas plantas foram usados como os principais ingredientes de produtos herbicidas, perfumes, pomadas, analgésicas e cremes repelentes para insetos (IBRAHIM et al. 1996).

A eficiência da fumigação do óleo essencial de sementes de *Sabina vulgaris* [*Juniperus sabina*] em *Sitophilus zeamais*, *Tribolium castaneum*, *Mythimma separata* e *Plutella xylostella* foi investigada por Gao-Congfen et al. (1997). As concentrações letais ( $LC_{50}$ ) foram 9,74; 22,13; 100,13 e 161,12 mg/litro para *P. xylostella*, *M. separata*, *T. castaneum* e *S. zeamais*, respectivamente.

Tripathi et al. (1997) estudaram as propriedades repelente e inseticida do óleo do fruto de *Piper retrofractum* em *Tribolium castaneum*, *Spilosoma obliqua* e *Spodoptera litura*. O óleo exibiu alta repelência para os insetos: 90, 76 e 52% a 2, 1 e 0,5% de concentração, respectivamente. Dentre os extratos testados, o extrato de acetona foi o mais tóxico para todos os insetos embora tenha se mostrado altamente fotovariável.

Moretti et al. (1998) estudaram os efeitos de alguns óleos essenciais, de diferentes composições químicas, em adultos de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), popularmente conhecida como mosca do Mediterrâneo. A toxicidade produzida por administração oral parece estar associada ao tipo e a concentração de diferentes componentes. O mais efetivo, em termos de mortalidade, foram os óleos de *Thymus herbabarona* e *Cinnamomum zeylanicum*, os quais são ricos em compostos fenólicos (carvacol) e aldeídos aromáticos (aldeído cinâmico). Emulsões contendo 5% destes princípios ativos ocasionaram 90% de mortalidade. Sob condições experimentais idênticas, o óleo de *Salvia officinalis*, caracterizado por conter concentrações relativamente altas de cetonas monoterpênicas, provocou uma mortalidade de aproximadamente 50%. A toxicidade do óleo de *Rosmarinus officinalis* contendo altas concentrações de hidrocarbonos monoterpênicos foi muito baixa. O efeito inseticida produzido por administração oral dos componentes testados, aparentemente, está correlacionado com um prejuízo irreversível do intestino da mosca do Mediterrâneo.

Dez (10) óleos essenciais de plantas da família *Labiatae* foram investigados quanto ao seu efeito anti-alimentar, determinação inibitória e atividade tóxica em *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). Os óleos de hortelã e hortelã pimenta têm atividades altamente específicas. Entretanto, os mecanismos de inibição ao desenvolvimento dos insetos diferem quanto ao óleo testado. Os óleos essenciais de labiatas parecem exercer um papel deterrente em afídeos por afetarem o senso gustativo e/ou olfativo destes insetos (HORI, 1999).

Huang et al. (1999) estudaram a bioatividade de safrole (principal constituinte do óleo essencial de *Sassafras* sp.) e isosafrole (um dos componentes do óleo essencial de *Canaga odorata*) em *Sitophilus zeamais* (*Coleoptera: Curculionidae*) e *Tribolium castaneum* (*Coleoptera: Tenebrionidae*). Os insetos adultos foram igualmente suscetíveis a toxicidade por contato quer por safrole ou isosafrole. O primeiro também possui similar toxicidade fumigante para insetos adultos de ambas as espécies, sendo estes, no entanto, tolerantes ao segundo. Nos testes por contato e fumigação, as larvas de *T. castaneum* com 12 a 14 dias mostraram idêntica susceptibilidade para os componentes, embora larvas de 16 dias tenham se mostrado mais tolerantes. Em bioensaio com a farinha de sementes, safrole mostrou pouca deterrência alimentar para adultos de *S. zeamais* e nenhuma para adultos e larvas de *T. castaneum*. Isosafrole, por sua vez, apresentou índices de deterrência de 31% para adultos de *S. zeamais* (5,4 mg/g de alimento) e 72% e 40% para adultos e larvas de *T. castaneum* (10,8 mg/g de alimento), respectivamente. Em consequência destes resultados, houve redução na razão do crescimento relativo, razão do consumo relativo e na eficiência de conversão alimentar em adultos de ambas as espécies. Safrole e isosafrole mostraram efeitos inibitórios na atividade da enzima  $\alpha$ -amilase das larvas de *T. castaneum* *in vitro*. Safrole reduziu também a atividade  $\alpha$ -amilásica larval *in vivo*.

Namrata et al. (2000) avaliaram os efeitos larvicidas de óleos essenciais extraídos de folhas de *Tagetes erecta*, *Ocimum sanctum* (*Ocimum temuiflorum*), *Mentha piperita* e *Murraya koenigii* em *Anopheles stephensi*, *Culex quinquefasciatus* e *Aedes aegypti*. O óleo da folha de *T. erecta* foi o mais eficiente à baixas concentrações. O extrato desta mesma planta também foi o mais tóxico contra *C. quinquefasciatus*. Os extratos de *O. sanctum* e *M. koenigii* foram os mais tóxicos contra *A. aegypti*. O extrato de *M. piperita* foi o mais eficaz contra *A. stephensi*.

Padmaja e Rao (2000) estudaram a eficácia de três óleos vegetais no controle de *Helicoverpa armigera*. Os óleos de *Artemisia annua*, *Ageratum*

*conyzoides* e *Azadirachta indica* foram avaliados em larvas do último instar e aplicados topicalmente na região mesotorácica. Valores de ED<sub>50</sub> para *Artemisia annua*, *Ageratum conyzoides* e *Azadirachta indica* foram 1763,39; 3280,30 e 753,80 µg/g de peso corpóreo, respectivamente. O tratamento da larva mostrou constrição ao local de aplicação. Poucas larvas apresentaram-se completas após a pupação, outras ainda apresentaram-se como larvas-pupas intermediárias. A porcentagem destes intermediários foi maior no tratamento com óleo de *Azadirachta indica*, alcançando valores acima de 80%. Altas doses de *Artemisia annua* mostraram-se tóxicas causando mortalidade larval e falha na emergência de adultos normais.

Os óleos essenciais hidrodestilados e voláteis provenientes das partes aéreas de *Bombycilaena erecta* e *Othantuhs maritimus*, coletados em Creta, Grécia, foram analisados através de cromatografia gasosa (GC) e cromatografia gasosa com espectofotometria de massa (GC-MS). Os componentes principais do óleo de *O. maritimus* foram cis-chrysanthenyl acetato (30,4%), camphor (12,9%) e álcool (12,6%). Para *B. erecta* foram camphor (18,8%), álcool (14,9%) e artemisyl acetato (9,1%). Adicionalmente, investigou-se a repelência contra a formiga *Monomorium pharaonis* em condições de campo. Ambos os óleos exibiram atividade (TSOUKATOU et al., 2001 ).

## 1.6. Lectinas

### 1.6.1. Aspectos Gerais

As lectinas são conhecidas por algumas atividades biológicas bastante peculiares, tais como aglutinação de células, mitogenicidade, imunossupressão,

efeito insulinomimético, toxicidade, defesa contra microorganismos e predadores, entre outras (PUSZTAI, 1991; BARDOCZ, 1995).

As lectinas são representadas por um grupo bastante heterogêneo de proteínas amplamente distribuídas na natureza. As proteínas classificadas como lectinas possuem como propriedade comum a habilidade de reconhecer e se ligar reversivelmente e com alta especificidade a resíduos de carboidratos, sem contudo alterar a estrutura química dos ligantes. Ao interagirem com glicoconjugados da superfície celular, as lectinas podem promover a formação de ligações cruzadas entre células adjacentes, causando a aglutinação das mesmas (CAVADA, 1980; GRANGEIRO, 1996).

As lectinas podem ser encontradas em bactérias, invertebrados e vertebrados superiores, mas nas plantas elas têm sido encontradas em várias famílias, sendo que o maior número de lectinas vegetais estudadas pertence às plantas da família *Leguminosae*. A maioria das lectinas encontradas, provém de sementes embora possam ser encontradas em outras partes da planta, i. e., folhas, tubérculos, casca, seiva, paredes celulares, mitocôndrias, aparelho de Golgi, retículo endoplasmático e membranas plasmáticas (SHARON, 1977; CAVADA 1993).

Quer sejam de origem animal, vegetal ou microbiana, têm sido mostrado que, as lectinas, de alguma forma, participam ativamente do metabolismo do organismo onde se encontram. Embora diferentes funções tenham sido especuladas para estas proteínas, existe um consenso de que a estrutura e a especificidade de uma lectina devem estar diretamente relacionadas com sua função biológica e que a integridade estrutural de seus sítios de interação deve ser uma condição essencial para que elas sejam ativas.

As duas principais funções atribuídas às lectinas de vegetais superiores são: (1) mediadores da simbiose entre microorganismos fixadores de nitrogênio, principalmente *Rhizobium*, e plantas; (2) proteção de plantas contra patógenos. A primeira suposta função se baseia no fato de que uma lectina, de um determinado legume, é capaz de reconhecer resíduos de carboidratos das

bactérias que o infectam, mas não se liga a outras bactérias simbiontes de outros legumes. A outra função é baseada, por exemplo, no fato da lectina de trigo (WGA) ligar-se a resíduos de N-acetilglicosamina presentes em hifas do fungo *Trichoderma viride*, inibindo consequentemente seu desenvolvimento *in vitro* (SHARON; LIS, 1989).

Muitas lectinas vegetais são tóxicas ao homem e animais domésticos. A razão de sua toxicidade reside justamente na habilidade de ligar-se a glicoconjungados da mucosa intestinal e causar sérios distúrbios orgânicos (RÜDIGER, 1998), a exemplo da lectina de *Phaseolus vulgaris*, principal causa de sementes cruas serem tóxicas ao homem e animais (PUSZTAI & BARDOCZ, 1995).

A descoberta das diversas propriedades das lectinas serviu de base para a sua utilização na biotecnologia e o seu estudo pode permitir o desenvolvimento de novas aplicações.

#### 1.6.2. Atividades Biológicas das Lectinas

Como podemos observar, uma característica das lectinas é a sua toxicidade. Estudos sobre toxicidade mostraram que algumas lectinas podem ser muito tóxicas para as células animais tanto *in vivo* como *in vitro*. Quando ingeridas na forma intacta, o efeito tóxico pode ocorrer pela interação da lectina com as células da mucosa intestinal e subsequente internalização pelas mesmas (SHARON; LIS, 1989).

A pesquisa sobre o papel fisiológico das lectinas teve um grande avanço quando os lectinólogos descobriram que a inclusão destas proteínas na dieta de animais resultava em toxicidade, que variava de moderada a muito alta (JANZEN et al., 1976; PUSZTAI et al., 1979). Estas observações, eram indicativos de que as plantas produziam fitohemaglutininas para protegê-las contra possíveis predadores. Uma vez reconhecido o papel de defesa das

lectinas, muitas investigações foram feitas no sentido de averiguar o efeito dos diversos tipos de fitohemaglutininas em insetos e animais. No início a maior parte destes estudos foram realizados com o intuito de elucidar o papel fisiológico das lectinas de plantas. No entanto, tão logo foi constatado que as lectinas exibiam propriedades inseticidas, foi reconhecido o uso potencial das lectinas de plantas na proteção das culturas (GATEHOUSE et al., 1984; MURDOCK, et al., 1990; CZAPLA; LANG, 1990). Consequentemente, uma nova área da pesquisa aplicada foi introduzida na lectinologia, enfatizando-se a pesquisa das lectinas vegetais com alta toxicidade para as pragas economicamente importantes.

A presença generalizada de lectinas nas plantas e sua capacidade de, através da especificidade por açúcares de membranas, distinguir diferentes tipos de células, poderia indicar um papel de defesa contra organismos patogênicos. Alguns exemplos são encontrados em interações lectina-patógeno envolvendo tanto bactéria como fungos. O fato da lectina de gérmen de trigo (WGA) poder ser sintetizada *in vitro* por tecido embrionário, está concentrada na superfície externa do embrião, bem como se ligar às hifas do fungo *Trichoderma viride*, interferindo na biossíntese da quitina, inibindo a germinação do esporo e o crescimento, poderia sugerir um papel defensivo contra fungos patogênicos (MISHKIND et al., 1982).

Murdock et al. (1990) ao estudar o efeito de 17 lectinas sobre o gorgulho de feijão (*Callosobruchus maculatus*), verificaram que apenas 5 lectinas - a de amendoim (*Arachis hypogea* ), de trigo (*Triticum aestivum*), batata (*Solanum tuberosum*), “thorn apple” (*Datura stramonium*) e “Osage orange” (*Maclura pomifera*) apresentaram efeitos inibitórios significativos no desenvolvimento das larvas. Infelizmente, a pureza das lectinas não foi checada, não sendo a validade do experimento absoluta. Apesar do efeito significativo das 5 lectinas sobre o desenvolvimento do gorgulho nenhuma delas mostrou-se letal na concentração de 10 mg de lectina/g e quando a concentração foi reduzida para 2mg/g somente a WGA apresentou atividade.

Estudos posteriores com preparações puras de WGA e com isolectinas de WGA isoladas confirmaram o efeito inibitório do crescimento do gorgulho (HUESING et al., 1991a). Além do mais, experimentos semelhantes com as lectinas do arroz (*Oryza sativa*) e “stinging nettle” (*Urtica dioica*) confirmaram o efeito prejudicial das lectinas com especificidade por GlcNac sobre o gorgulho do feijão (HUESING et al., 1991b). Quando comparada com a WGA, a lectina de arroz teve atividade semelhante, mas a aglutinina da “needle” foi de 2 a 4 vezes menos eficiente, no que diz respeito à inibição do crescimento da larva de *C. maculatus*.

Outras lectinas, como as de *Phytolaca americana* (“ pokeweed”), e *Codium fragile* causaram cerca de 40% das mortalidades, enquanto que as lectinas de jaca (*Artocarpus integrifolia*), “Osage orange”(*Maclura pomifera*), “Hairy vetch”(*Vicia villosa*), *Bandeirae simplicifolia* e a WGA inibiram o crescimento da larva.

De acordo com Maddock et al. (1991), folhas de milho expressando a WGA mostraram-se tóxicas as larvas de *Ostrinia nubilalis*, o que demonstra, pelo menos neste caso particular, qual o gene de lectina vegetal que pode ser usado para conferir resistência às culturas.

Um grupo de lectinas importantes com propriedades inseticidas são as aglutininas que se ligam às manoses como a *Galanthus nivalis* (VAN DAMME et al., 1987) e *Allium sativum* (VAN DAMME et al., 1991). Preparações puras destas lectinas foram colocadas na dieta de *C. maculatus*. Ambas mostraram-se letais na concentração de 20 mg/g e a LC<sub>50</sub> para este inseto foi de 9 mg/g da dieta (GATEHOUSE et al., 1991). Quando incluídas em dietas na concentração de 5% (p/p) ambas as lectinas reduziram a sobrevivência da larva de *Spodoptera littoralis*. Com base nestes resultados, as lectinas de *Galanthus nivalis* e *Allium sativum* foram consideradas toxinas eficientes contra insetos mastigadores. A utilização destas mesmas lectinas em ratos, indicaram que elas não apresentam efeitos prejudiciais em animais superiores (PUSZTAI et al., 1991).

Lectinas de plantas têm se mostradas promissoras no controle de alguns lepidópteros. Por exemplo, a lectina de sementes de soja (*Glycine max*), causou redução significativa na taxa de crescimento larval do mandaróvá do fumo, *Manduca sexta* (Cr.) (Lepidoptera: Sphingidae), quando incorporada em uma dieta artificial a nível de 1% (SHUKLE; MURDOCK, 1990).

Num levantamento de 26 lectinas, distribuídas em grupos com especificidades para D-glicose/D-manoze, N-acetil-D-glicosamina e N-acetil-D-galactosamina/D-galactose, Czapla e Lang (1990) identificaram 3 lectinas com atividade inseticida para larvas de *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera:Pyralidae), uma broca que se constitui na praga mais destrutiva da cultura do milho nos Estados Unidos. As lectinas foram avaliadas em bioensaios típicos utilizando uma solução a 2% (20mg/ml) de cada lectina. As lectinas significativamente efetivas foram as de mamona (*Ricinus communis*), de trigo (WGA) e a de sementes de *Bauhinia purpurea*. As três (03) lectinas produziram uma mortalidade de 100% no 7º dia do bioensaio, quando administradas topicalmente numa dose de 2%. Quando incorporadas em uma dieta artificial em várias concentrações e oferecidas às larvas de *Ostrinia nubilalis*, as lectinas de *Ricinus communis*, *Bauhinia purpurea* e a WGA apresentaram valores de LC<sub>50</sub> de 0,29, 0,73 e 0,59 mg/g de dieta, respectivamente. Numa concentração igual a da LC<sub>50</sub>, as lectinas causaram uma redução de peso das larvas de 90% (WGA), 50% (lectina de *Bauhinia purpurea*) e 40% (lectina de *Ricinus communis*).

RAHBÉ e FEBVAY (1993) estudando a ação das lectinas de trigo (WGA) e do feijão-de-porco (Con A), contra o afideo *Acyrtosiphon pisum*, que ataca várias culturas como milho, trevo e feijão, constataram a toxicidade da Con A, porém a WGA não apresentou efeito sobre o crescimento e sobrevivencia de ninfas.

Eisemann et al. (1994), realizaram estudos com o objetivo de examinar os efeitos de lectinas vegetais em larvas de mosca varejeira, *Lucilia cuprina*, na tentativa de identificar possíveis estratégias de controle para esta praga. As larvas alimentam-se de sangue de ovelha, o que pode causar a morte do animal e consequentemente, perdas econômicas severas para as indústrias de lã. Os

autores demonstraram que a WGA e a Con A apresentavam uma inibição concentração-dependente sobre o crescimento larval, com substancial mortalidade. A WGA foi mais potente, resultando em 50% de inibição do crescimento larval em concentrações de 2 $\mu$ M e 100% de mortalidade a 25  $\mu$ M. O fato de estes efeitos deletérios serem inibidos pela presença dos açucares apropriados, sugere uma interação altamente específica.

Rahbé et al. (1995) estudando a toxicidade de trinta lectinas sobre o pulgão, *Acyrthosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae), verificou que nas concentrações testadas (10-250  $\mu$ g/ml) algumas provocaram alta mortalidade, entre estas estão as lectinas de *Canavalia ensiformis* (Con A), *Amaranthus catus* (ACA), *Lens culinaris* (LcH) e *Galanthus nivalis* (GNA).

Bioensaios realizados por Grangeiro (1996) com o pulgão da batata, *Aulacarthum solani* onde a lectina de *canavalia brasiliensis* (Con Br) foi incorporada em dietas artificiais em diferentes concentrações (0,025 - 0,2 m/v), administradas a ninhas do 1º íntar, verificou-se que a lectina provocou efeito estimulatório sobre o crescimento e desenvolvimento, aumentando o tempo de vida.

Lectinas de sementes de *Canavalia brasiliensis* (con Br), *Cratylia floribunda* (CFL) e *Dioclea virgata* (DVL) diluídas em solução 0,15M de NaCl nas concentrações de 0,02 a 2,00 mg/ml, promoveram alterações no comportamento da busca de provisão pela saúva do nordeste (*Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (ISIDRO, 1996).

Diversas investigações concluíram que as lectinas são reagentes úteis para o estudo das superfícies celulares dos fungos, podendo também ser de importância na classificação de fungos (BARKAI-GOLAN; SHARON, 1978). A quitina, um polímero de  $\beta$ -(1-4)-N-aceril-D-glicosamina, é um dos principais componentes da parede celular do fungo (EBISU et al., 1977). A WGA fluorescente tem se mostrado eficiente na detecção de quitinas nas superfícies de hifas (MOLANO et al., 1980; TRONCHIN et al., 1981; GHOSH et al., 1987).

Além disto, a WGA tem sido relatada como inibidora do crescimento e germinação do esporo do fungo *Trichoderma viride* (MIRELMAN et al., 1975).

Várias lectinas fluorescentes foram utilizadas para identificar seis espécies de fungos associados a doenças sistêmicas (STODDART; HERBERTSON, 1978). Cepas de *Aspergillus fumigatus* foi marcada pela SBA, *Rhizopus oryzae* foi marcada com WGA e *Candida albicans* foi marcada com Con A. As células de leveduras de *Cryptococcus neoformans* foram marcadas com aprotinina fluorescente, um inibidor de protease, mas não com várias lectinas examinadas.

A lectina presente em tubérculos de batata (*Solanum tuberosum* L.) é capaz de interagir com o fungo *Phytophthora infestans*. Esta lectina, presente na membrana plasmática das células de tubérculos de batata, é específica para N-acetilglicosamina. Entre os componentes da superfície celular de *P. infestans* há um glicopeptídeo que contém resíduos de glicosamina e glicano. O contato com o fungo é baseado em interações lectina-carboidrato e, desta maneira, a lectina pode reconhecer e ligar-se a uma grande variedade de patógenos que contêm tal açúcar na superfície celular (LYUBIMOVA et al., 1990). De modo semelhante, a lectina encontrada em rizomas de *Urtica dioica* L. (UDA) é um potente inibidor (*in vitro*) do crescimento de fungos como *Botrytis cinerea*, *Collectotrichum lindemuthianum*, *Phoma betaе*, *Phycomyces blakesleeanus*, *Septoria nodorum*, *Trichoderma hamatum* e *Trichoderma viride*, todos contendo quitina em suas paredes celulares (BROEKAERT et al., 1989).

A WGA tem sido usada em inúmeros estudos com fungos. Ela é específica por oligosacarídeos de N-acetilglicosamina (GOLDSTEINS; HAYES, 1978) e como tal liga-se ao polímero deste açúcar, a quitina. A *Phytophthora ciliophthora*, cuja parede celular não apresenta quitina, não se liga à WGA (BARKAI-GOLAN et al., 1978).

A presença de quitina em fungos é mais comum na forma micelial que na forma de levedura, mas em ambos os casos os sítios de ligação da WGA são mais encontrados em áreas de síntese ativa ou de deposição. Nos fungos os

receptores de WGA estão concentrados nas paredes da hifa jovem, particularmente nas pontas das hifas e septos. (BARKAI-GOLAN et al., 1978). Em formas maduras pode ser necessário remover o material sobreposto para desmascarar os receptores de WGA. Macroconídios de *Fusarium roseum* "Avenaceum" foram incapazes de ligarem-se a esta lectina a não ser quanto tratados com KOH. Já o *Fusarium solani*, ao receber o mesmo tratamento anterior não apresentou nenhuma atividade; mas o tratamento com tripsina desmascarou vários receptores da WGA. Destes estudos foi postulado que a quitina em *F. roseum* está contida numa região central, enquanto que a *F. Solani* tem um centro não quitinoso arrodeado de material quitinoso (BAKER; BARRETT, 1974). Assim como ocorreu com a *F. Solonani*, as células de *Sporobolomyces* também requerem tratamento com KOH para explorar os sítios de WGA (BARKAI-GOLAN; SHARON, 1978).

A importância que as propriedades biológicas das lectinas assume em vários campos da atividade científica justifica o crescente interesse que elas despertaram em pesquisadores de diferentes áreas como imunologia, entomologia, bioquímica, fisiologia vegetal e biologia molecular.

## 2. OBJETIVO

A presente pesquisa teve como objetivo avaliar o grau de proteção conferido às plântulas de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. e soja, *Glycine max* L. Merrill. por aleloquímicos, especificamente por óleos essenciais de jaborandi, *Pilocarpus microphyllus* Stapf e alecrim pimenta, *Lippia aff. sidoides* Cham., emulsão de NIM, *Azadirachta indica* A .Juss e lectina de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* L. -(Con A) à saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 e seu fungo simbionte, *Leucoagaricus gongylophorus* Moeller, 1957.

### 3. MATERIAL

#### 3.1. Sementes

Utilizaram-se sementes de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., cultivar EPACE-10 e soja, *Glycine max* (L.) Merrill., cultivar Br 28 (Seridó), cedidas pelo Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (LAS/CCA/UFC).

#### 3.2. Produtos Vegetais

Os óleos essenciais de jaborandi, *Pilocarpus microphyllus* Stapf e alecrim pimenta, *lippia aff. sidoides* Cham. foram fornecidos pelo Departamento de Química Orgânica e Inorgânica do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará.

A emulsão de NIM, *Azadirachta indica* A. Juss., foi obtida comercialmente do Laboratório de Produtos Naturais Agropecuário (Natural Rural, Araraquara – SP).

A lectina de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* L. – (Con A), foi obtida no Laboratório de Moléculas Biologicamente Ativas do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular da Universidade Federal do Ceará (BIOMOLAB/DBBMUFC).

### 3.3. Insetos

Colônias de formigas do gênero *Atta* (*Atta opaciceps* Borgmeier, 1939) foram no decorrer de todo o experimento. Os insetos obtidos na Área Experimental de Entomologia Agrícola/Núcleo de Experimentação Fitossanitária (NUCLEF)/Universidade Federal do Ceará (UFC), *campus* do Pici, Fortaleza, Ceará. Após a captura, os insetos foram transferidos para o Laboratório de Entomologia Agrícola (L.E.A.) do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, passando por todo um processo lento de adaptação para formar um sauveiro artificial, constituindo a unidade experimental, onde posteriormente foram submetidos as investigações propostas pela pesquisa.

### 3.4. Outros

Foram utilizadas plataformas de vidro, pontes de alumínio, placas de gesso, recipientes de vidro transparente de diferentes capacidades, luvas, máscaras, vidrarias diversas, pinças, bandejas, reagentes de grau analítico etc.

#### 4. MÉTODOS

##### 4.1. Plântulas

O presente estudo foi iniciado com a semeadura do feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., cultivar EPACE-10 e soja, *Glycine max* (L.) Merrill. cultivar Br 28 (seridó), na casa-de-vegetação do Laboratório de Metabolismo e Fixação de Nitrogênio (LABFIX) do Centro de ciências do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular (DBBM) da Universidade Federal do Ceará (UFC). As sementes foram postas em copos , tipo americano com capacidade para 200 ml, contendo 165,00 g de areia esterilizada em estufa a 150°C durante 4 horas e 11,00 g de vermiculita fina. Cada copo, a princípio, recebeu três sementes. O desbaste foi feito seis dias após a semeadura, deixando-se apenas a planta com melhor aspecto vegetativo. As plântulas foram oferecidas as formigas aos 15 dias após a emergência. As necessidades hídricas foram supridas através de irrigações realizadas em dias alternados, de modo que cada copo recebeu a mesma quantidade de água (**FIGURAS 01 e 02**).

##### 4.2. Produtos Vegetais

Os produtos vegetais usados na pesquisa foram mantidos sob refrigeração até o momento de sua utilização. Para o seu emprego posterior, procedeu-se o descongelamento até a temperatura ambiente. Para obter a concentração adequada dos produtos vegetais foi feita a preparação de solventes



**FIGURA 01** – Plântulas de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. cv. EPACE-10, cultivadas em casa de vegetação. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.



**FIGURA 02** – Plântulas de soja, *Glycine max* (L.) Merrill. cv. BR 28 (seridó), cultivadas em casa de vegetação. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

distintos, um solvente orgânico constituído por etanol ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ), acetona ( $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ ) e água, usado na diluição dos óleos vegetais (Jaborandi, NIM, Alecrim Pimenta) e uma solução salina ( $\text{NaCl}$ ) a 0,15 M, para a proteína vegetal (Lectina). A homogeneização da solução teste foi feita por breve agitação manual.

A solução teste (produto vegetal + solvente ou somente o solvente) foi aplicada nas plântulas, através de um pulverizador (500 ml). Cada plântula recebeu 2,00 ml da solução teste igualmente distribuída. Antes da aplicação da solução teste na plântula o copo foi coberto com papel alumínio para evitar resíduos no mesmo. A preparação dos solventes foi realizada, sempre, momentos antes da instalação do ensaio.

Os ensaios foram realizados com dosagens de 0,00 ppm (D1); 2,00 ppm (D2) e 4,00 ppm (D3). O grau médio de pureza dos óleos foi de 99%.

#### 4.3. Insetos

Para o perfeito andamento da pesquisa foram obedecidos alguns passos fundamentais. O primeiro deles foi a formação de sauveiros artificiais, iniciados por rainhas, coletadas à época das chuvas veranais.

Após a coleta, as rainhas foram transportadas para o Laboratório de Entomologia Agrícola/Núcleo de Experimentação Fitossanitária do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará. Na sequência cada rainha foi transferida para uma placa retangular de gesso (20,00 cm x 13,00 cm x 2,50 cm) e logo circundada por uma tela de arame (12,00 cm de altura e 5,00 cm de diâmetro). Sobre a rainha e a estrutura de arame, colocou-se um vidro vazio tipo Mason, com 4000 ml de capacidade, invertido, de modo a permitir o contato da boca do recipiente com o gesso. Uma depressão na base de gesso na área de apoio do vidro permitirá o acesso ao meio externo.

A câmara recebeu umidade de um vidro com capacidade de 68,00 ml, o qual continha água corrente. O recipiente, com 8,00 cm de altura, 4,00 cm de diâmetro externo na base, uma tampa plástica de 3,00 cm e um orifício de 1,00 cm vertia água para a placa, assegurando suprimento adequado à rainha e ao fungo.

A placa de gesso e os demais componentes foram mantidos em placas de vidro (52,00 cm x 38,00 cm x 0,40 cm) e, estas foram isoladas da bancada do laboratório, por meio de uma bandeja de alumínio (46,00 cm x 31,00 cm x 4,50 cm). Esta bandeja continha água corrente, hipoclorito de sódio e detergente líquido e nela foram distribuídos quatro copos (tipo americano), de modo a formar um plano. Sobre estes copos foi colocada a placa de vidro. Desta forma, o conjunto da placa de vidro, bandejas, copos, fungo e rainha formavam a unidade do sauveiro artificial. Os sauveiros eram interligados a área de provisão por um acesso de alumínio, revestido com uma fina camada de gesso, em forma de arco e com 20,00 cm de largura.

A área de provisão, local onde o material vegetal *in natura* (folhas e inflorescência de *senna siamaea* (Lam) – Leguminosae) era depositado, foi alocada numa das extremidades dos sauveiros (**FIGURA 03**).

#### 4.4. Ensaio Experimental

Foram utilizados 12 (doze) sauveiros artificiais em condições normais de desenvolvimento, idades entre 03 e 05 anos, mantidos a uma temperatura de  $27,0 \pm 5,0\%$  e 14 horas de fotofase. Antes da realização de cada ensaio os sauveiros foram submetidos a 24 horas de “jejum”. Em cada sauveiro em sua área de provisão foram colocadas 3 (três) plântulas, uma sem ser pulverizadas (Tratamento zero), uma pulverizada somente com o solvente (Testemunha) e a outra com a solução teste (produto vegetal + solvente), quando



**FIGURA 03** – Folhas e inflorescências da leguminosa *Senna siamaea* (Lam.), utilizadas como fonte de provisão em sauveiros artificiais de *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

a planta era totalmente cortada pelas saúvas era realizada a substituição imediata (**FIGURAS 04 e 05**). Após cada ensaio os sauveiros recebiam provisão normal durante 15 (quinze) dias, no 16º dia era aplicado novo “jejum” de 24 horas, para em seguida ser aplicado outro ensaio experimental, feito com todos os óleos e com a lectina em todas as concentrações.

Cada ensaio teve a duração de 12 (doze) horas e a coleta a cada 15 (quinze) minutos. A avaliação comportamental das saúvas foi obtida em função do seguinte elenco de observações. São eles:

**AP** – Acesso à plântula (número de operárias que se movimentam sobre a plântula);

**MTMV** – Marcação de território do material vegetal (número de operárias que levantam o flagelo antenal, avaliando os estímulos e através de movimentos oscilatórios do par de antenas, realizam toques intermitentes com a extremidade do gáster sobre a plântula);

**CMV** – Corte do material vegetal (número de operárias que realizam o corte da plântula);

**AMS** – Acesso ao material selecionado (número de operárias que saem do interior do sauvéiro e partem imediatamente para a plântula selecionada);

**TMV** – Transporte do material vegetal (número de operárias que transportam o material das plântulas para o interior do sauvéiro);

**EAP** – Exploração da área de provisão (número de operárias que concentram suas atividades na área de provisão);

**TC/P** – Tempo de corte por plântula (tempo de corte por plântula ofertada na área de provisão em hora);

**VMF** – Volume da massa fúngica (cm<sup>3</sup>)

O comportamento da massa fúngica, foi avaliado pelo volume (cm<sup>3</sup>). As medições foram realizadas através da marcação de 04 (quatro) coordenadas equidistantes na câmara onde se encontrava a rainha, então, a altura

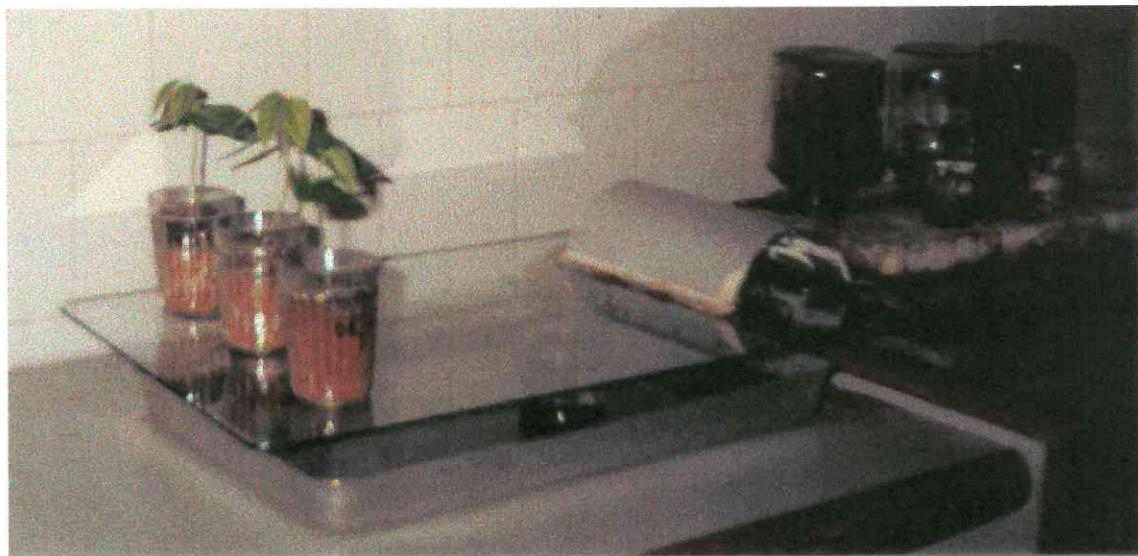
(h) foi medida diariamente durante 07 (sete) dias, com a altura média diária, aplicou-se à fórmula do volume cilíndrico ( $VMF = \pi r^2 h$ ).

#### **4.5. Análise Estatística dos Dados**

A pesquisa constou de dois experimentos, constituindo-se cada um de uma espécie/cultivares estudadas, cultivares EPACE – 10 e BR 28 (Seridó), feijão-de-corda e soja, respectivamente.

Foram testados 04 (quatro) produtos vegetais, em 03 (três) doses, com 12 (doze) repetições (sauveiros) cada, tendo 08 (oito) variáveis analizadas, exceto para o volume da massa fúngica que constou de 10 (dez) repetições. A análise de variância foi realizada obedecendo a um delineamento em blocos casualizado.

As comparações múltiplas de médias, foram feitas pelo teste de Tukey, ao nível fiducial de 1% de probabilidade. O grau de associação entre as variáveis estudadas foi medido pela correlação de Pearson, a luz dos procedimentos recomendados por Pimentel Gomes (1990). Para obedecer as pressuposições da análise de variância, quando necessário, foi feito a transformação dos dados para  $\sqrt{X + 2,0}$ .



**FIGURA 04** – Plântulas de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. cv. EPACE-10, utilizadas nos ensaios experimentais, como fonte de provisão em sauveiros artificiais de *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.



**FIGURA 05** – Plântulas de soja, *Glycine max* (L.) Merrill. cv. BR 28 (seridó), utilizadas nos ensaios experimentais, como fonte de provisão em sauveiros artificiais de *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O controle comportamental e a subsequente domesticação de qualquer entidade biológica requer a precisa determinação da cronobiologia do organismo envolvido. Com relação à saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 e as demais espécies presentes nos ecossistemas brasileiros, acham-se indeterminados os *Zeitgebers* que estimulam os osciladores internos destes mirmicíneos. Os *Zeitgebers* são os diversos ciclos ambientais capazes de regular o período e a fase destes osciladores internos (SALES, 1998).

### 5.1. Avaliação Comportamental da Saúva do Nordeste (*Atta opaciceps* Borgmeier, 1939) em Plântulas de Feijão-de-Corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp

Na **TABELA 01** está discriminada a análise de variância para as variáveis acesso à plântula (AP), marcação de território no material vegetal (MTMV), corte do material vegetal (CMV), acesso ao material selecionado (AMS), transporte do material vegetal (TMV), exploração na área de provisão (EAP) e tempo de corte por plântula (TC/P) em plântulas de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*). O exame dos valores encerrados nesta tabela revela que a repetição foi significativa, para todos os parâmetros estudados, fato já esperado, pelo fato dos sauveiros possuírem idades diferentes. Fato proposital criado para o ensaio assemelhar-se às condições naturais, pois em uma área infestada por sauveiros, dificilmente terão a mesma idade. Todas as variáveis demonstraram diferença significativa a 1% de

probabilidade para a causa de variação produto, enquanto que para a dose somente as variáveis AP, EAP e TC/P não evidenciaram diferença. As interações entre produtos e doses para as variáveis corte do material vegetal (CMV), acesso ao material selecionado (AMS) e tempo de corte por plântula (TC/P), evidenciando existir uma dependência entre os efeitos dos fatores ensaiados. Os valores para o coeficiente de variação flutuaram entre 18,17 e 50,03%, valores considerados adequados quando se estudam saúvas (SALES, 1998; OLIVEIRA JUNIOR, 2000; BRAGA, 2000).

As **TABELAS 02, 03, 04, 05, 06, 07 e 08** mostram o efeito da comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível fiducial de 1% de probabilidade para o acesso à plântula (AP), marcação de território no material vegetal (MTMV), corte do material vegetal (CMV), acesso ao material selecionado (AMS), transporte do material vegetal (TMV), exploração na área de provisão (EAP) e tempo de corte por plântula (TC/P) por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*) em plântulas de feijão, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Em todas as tabelas pode-se observar que a emulsão de NIM, *Azadirachta indica* A. Juss foi a única a não apresentar diferenças estatísticas significativas entre tratamentos (doses), o que nos leva a cogitar uma possível indiferença do inseto atíneo frente ao produto em questão. Esta constatação foi contraria a encontrada por Carvalho e Ferreira (1990), na qual cita o NIM como substância provocadora de efeito repelente e antialimentar, agindo por contato e digestão em 200 espécies de insetos de diversas ordens inclusive a *Hymenoptera*.

Para as variáveis acesso à plântula (AP) e acesso ao material selecionado (AMS), os óleos de jaborandi (**P1**), alecrim pimenta (**P3**) e a lectina (**P4**) nas dosagens de 2,00 e 4,00 ppm não apresentaram diferença entre si, mas esta diferença foi verificada quando comparada a dose de 0,00 ppm, evidenciando assim que estes três produtos nestas dosagens influenciaram o comportamento das saúvas, provocando rejeição parcial do material vegetal (**TABELAS 02 e 05**). A marcação de território no material vegetal (MTMV)

**TABELA 01** - Análise de variância para as variáveis acesso à plântula (AP), marcação de território no material vegetal (MTMV), corte do material vegetal (CMV), acesso ao material vegetal (AMV), transporte do material vegetal (TMV), exploração da área de provisão (EAP) e tempo de corte por plântula (TC/P) em plântulas de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

Variáveis	Causas de Variação	G. L.	Q. M.	C. V. (%)
AP <sup>(1)</sup>	Repetição	11	45,779 **	
	Produto (P)	3	140,867 **	
	Dose (D)	2	1,383 ns	29,77
	Interação ( P X D)	6	1,343 ns	
	Resíduo	121	2,568	
MTMV <sup>(1)</sup>	Repetição	11	10,798 **	
	Produto (P)	3	3,957 **	
	Dose (D)	2	1,803 **	32,56
	Interação ( P X D)	6	0,524 ns	
	Resíduo	121	0,951	
CMV <sup>(1)</sup>	Repetição	11	0,057 ns	
	Produto (P)	3	126,605 **	
	Dose (D)	2	2,756 **	34,18
	Interação ( P X D)	6	1,603 **	
	Resíduo	121	1,595	
AMV <sup>(1)</sup>	Repetição	11	0,192 **	
	Produto (P)	3	8,509 **	
	Dose (D)	2	2,254 **	18,17
	Interação ( P X D)	6	0,940 **	
	Resíduo	121	0,106	

<sup>(1)</sup>Dados transformados:  $\sqrt{x + 2,0}$

<sup>(2)</sup>Dados não transformados

\*\* - significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

ns - não significativo

**TABELA 01** - Análise de variância para as variáveis acesso à plântula (AP), marcação de território no material vegetal (MTMV), corte do material vegetal (CMV), acesso ao material vegetal (AMV), transporte do material vegetal (TMV), exploração da área de provisão (EAP) e tempo de corte por plântula (TC/P) em plântulas de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

Variáveis	Causas de Variação	G. L.	Q. M.	C. V. (%)
TMV <sup>(1)</sup>	Repetição	11	21,081 **	
	Produto (P)	3	11,076 **	
	Dose (D)	2	18,699 ns	29,22
	Interação ( P X D)	6	2,006 ns	
	Resíduo	121	3,242	
EAP <sup>(1)</sup>	Repetição	11	13,261 **	
	Produto (P)	3	6,626 **	
	Dose (D)	1	0,408 **	50,03
	Interação ( P X D)	3	0,174 ns	
	Resíduo	77	3,242	
TCP <sup>(2)</sup>	Repetição	11	1,240 ns	
	Produto (P)	3	0,552 **	
	Dose (D)	2	0,062 **	35,73
	Interação ( P X D)	6	0,190 **	
	Resíduo	121	0,128	

<sup>(1)</sup>Dados transformados:  $\sqrt{x + 2,0}$

<sup>(2)</sup>Dados não transformados

\*\* - significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

ns - não significativo

(TABELA 03), apresentou diferença somente na dose de 4,00 ppm para o produto **P1** e **P4**. Para o corte do material vegetal (CMV) e o transporte do material vegetal (TMV), o óleo de jaborandi a partir de 2,00 ppm já demonstrou diferença estatística enquanto que o alecrim pimenta e a lectina somente na dose maior (4,00 ppm) esta diferença foi verificada (TABELAS 04 e 06).

Uma constatação interessante foi observada na TABELA 07. Para a variável exploração na área de provisão (EAP), nenhum dos produtos e doses experimentados surtiu efeito, pelo menos do ponto de vista estatístico, sobre a saúva do nordeste. Provavelmente as saúvas realizam a exploração do meio em busca de provisão, independente da provisão que o meio oferece, deste modo, esta variável (EAP), não deve ser usada sozinha para estudos de identificação de substâncias aleloquímicas.

Na TABELA 08, verificamos que o tempo de corte por plântula (TC/P) na dosagem 0,0ppm para todos os produtos ensaiados, e as concentrações de 2,00 e 4,00 ppm da emulsão do NIM (**P2**) não diferiram estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade. Este fato evidencia a neutralidade do NIM, discordando novamente de muitos autores que relatam sua eficiência como inseticida. DURAIJAJ e VENUGOPAL (1993), realizando trabalho com o percevejo do arroz (*Leptocoris a ocuta*), verificou que o produto Neemark 0,5% fabricado a partir do óleo da semente do NIM e o Malathion 0,05%, apresentaram efeito semelhante. Esta mesma variável (TC/P) apresentou valores distintos e significativos, para as doses de 2,00 e 4,00 ppm de óleo de jaborandi (**P1**) e alecrim pimenta (**P3**) e para 4,00 ppm para a lectina (**P4**). Desta forma estes produtos nestas concentrações conferem proteção parcial as plântulas de feijão-de-corda. A ação de óleos vegetais foi verificado por vários autores, dentre eles Tripathi et al. (1997), estudando propriedades repelentes do óleo do fruto de *Piper retrofractum* contra *tribolium costaneum*, *Spilosoma obliqua* e *Spodoptera litura*, onde o óleo exibiu alta repelência a estes insetos.

A TABELA 09 apresenta a análise de variância para o comportamento do fungo simbionte da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939

**TABELA 02** - Valores médios <sup>(1)</sup> de acesso à plântula (AP) de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

	P1	P2	P3	P4
<b>D1</b>	9,558 a A	9,397 a A	9,065 a A	9,789 a A
<b>D2</b>	6,438 b B	7,999 a A	6,535 b B	6,632 b B
<b>D3</b>	6,981 b B	8,304 a A	6,137 b B	6,650 b B

D.M.S. = 1,98

- Entre doses, letras minúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.
- Entre produtos, letras maiúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.

<sup>(1)</sup> Médias transformadas em  $\sqrt{x+2}$ .

**D1, D2 e D3:** 0,00 ppm; 2,00 ppm e 4,00 ppm, respectivamente.

**P1:** óleo essencial de jaborandi, *Pilocarpus microphyllus* Stapf.

**P2:** emulsão de NIM, *Azadirachta indica* A. Juss.

**P3:** óleo essencial de alecrim pimenta, *Lippia aff. sidoides* Cham.

**P4:** lectina de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* L.(Con A).

**TABELA 03** - Valores médios<sup>(1)</sup> para a marcação de território no material vegetal (MTMV) de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>
<b>D1</b>	3,984 a A	3,733 a A	4,489 a A	3,968 a A
<b>D2</b>	3, 535 a A	3,174 a A	2,780 b B	3,040 a A
<b>D3</b>	2, 434 b B	2,982 a A	2,794 b B	2,425 b B

D.M.S. = 1,53

- Entre doses, letras minúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.
- Entre produtos, letras maiúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.

<sup>(1)</sup> Médias transformadas em  $\sqrt{x+2}$ .

**D1, D2 e D3:** 0,00 ppm; 2,00 ppm e 4,00 ppm, respectivamente.

**P1:** óleo essencial de jaborandi, *Pilocarpus microphyllus* Stapf.

**P2:** emulsão de NIM, *Azadirachta indica* A. Juss.

**P3:** óleo essencial de alecrim pimenta, *Lippia aff. sidoides* Cham.

**P4:** lectina de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* L.(Con A).

**TABELA 04** - Valores médios<sup>(1)</sup> para o corte do material vegetal (CMV) de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

	P1	P2	P3	P4
D1	7,683 a A	7,725 a A	7,921 a A	7,582a A
D2	6,833 b B	8,310 a A	8,501 a A	9,534 a A
D3	5,986 b B	8,203 a A	7,287 b B	6,961 b B

D.M.S. = 1,98

- Entre doses, letras minúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.

- Entre produtos, letras maiúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.

<sup>(1)</sup> Médias transformadas em  $\sqrt{x+2}$ .

**D1, D2 e D3:** 0,00 ppm; 2,00 ppm e 4,00 ppm, respectivamente.

**P1:** óleo essencial de jaborandi, *Pilocarpus micropyllus* Stapf.

**P2:** emulsão de NIM, *Azadirachta indica* A. Juss.

**P3:** óleo essencial de alecrim pimenta, *Lippia aff. sidoides* Cham.

**P4:** lectina de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* L.(Con A).

**TABELA 05** - Valores médios<sup>(1)</sup> para o acesso ao material selecionado (AMS) de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

	P1	P2	P3	P4
<b>D1</b>	3,210 a A	3,170 a A	2,830 a A	3,275 a A
<b>D2</b>	2,630 b B	2,963 a A	2,317 b B	2,715 b B
<b>D3</b>	2,253 b B	3,193 a A	2,280 b B	2,218 b B

D.M.S. = 0,52

- Entre doses, letras minúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.
- Entre produtos, letras maiúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.

<sup>(1)</sup> Médias transformadas em  $\sqrt{x+2}$ .

**D1, D2 e D3:** 0,00 ppm; 2,00 ppm e 4,00 ppm, respectivamente.

**P1:** óleo essencial de jaborandi, *Pilocarpus microphyllus* Stapf.

**P2:** emulsão de NIM, *Azadirachta indica* A. Juss.

**P3:** óleo essencial de alecrim pimenta, *Lippia aff. sidoides* Cham.

**P4:** lectina de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* L.(Con A).

**TABELA 06** - Valores médios <sup>(1)</sup> para o transporte do material vegetal (TMV) de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

	P1	P2	P3	P4
<b>D1</b>	9,356 a A	8,602 a A	8,247a A	8,546 a A
<b>D2</b>	6,236 b B	7,204 a A	8,531 a A	8,653 a A
<b>D3</b>	6,034 b B	7,510 a A	6,206 b B	4,513 b B

D.M.S. = 3,12

- Entre doses, letras minúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.
- Entre produtos, letras maiúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.

<sup>(1)</sup> Médias transformadas em  $\sqrt{x+2}$ .

**D1, D2 e D3:** 0,00 ppm; 2,00 ppm e 4,00 ppm, respectivamente.

**P1:** óleo essencial de jaborandi, *Pilocarpus microphyllus* Stapf.

**P2:** emulsão de NIM, *Azadirachta indica* A. Juss.

**P3:** óleo essencial de alecrim pimenta, *Lippia aff. sidoides* Cham.

**P4:** lectina de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* L.(Con A).

**TABELA 07** - Valores médios<sup>(1)</sup> para a exploração da área de provisão (EAP) de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

	P1	P2	P3	P4
<b>D2</b>	3,606 a A	2,928 a A	3,925 a A	4,199 a A
<b>D3</b>	3,254 a A	2,950 a A	3,907 a A	4,025 a A

D.M.S. = 2,66

- Entre doses, letras minúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.
- Entre produtos, letras maiúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.

<sup>(1)</sup> Médias transformadas em  $\sqrt{x+2}$ .

**D2 e D3:** 2,00 ppm e 4,00 ppm, respectivamente.

**P1:** óleo essencial de jaborandi, *Pilocarpus microphyllus* Stapf.

**P2:** emulsão de NIM, *Azadirachta indica* A. Juss.

**P3:** óleo essencial de alecrim pimenta, *Lippia aff. sidoides* Cham.

**P4:** lectina de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* L.(Con A).

**TABELA 08** - Valores médios<sup>(1)</sup> para o tempo de corte por plântula (TC/P) de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

PRODUTO	DOSE	TC/P
P1	D1	0,997 c
	D2	2,986 a
	D3	2,643 ab
P2	D1	1,028 c
	D2	0,971 c
	D3	1,010 c
P3	D1	0,752 c
	D2	2,353 b
	D3	2,034 b
P4	D1	1,024 c
	D2	0,675 c
	D3	2,187 b

D.M.S. = 0,61

- Letras iguais indicam que as médias não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade..

<sup>(1)</sup> Médias não transformadas.

**D1, D2 e D3:** 0,00 ppm; 2,00 ppm e 4,00 ppm, respectivamente.

**P1:** óleo essencial de jaborandi, *Pilocarpus microphyllus* Stapf.

**P2:** emulsão de NIM, *Azadirachta indica* A. Juss.

**P3:** óleo essencial de alecrim pimenta, *Lippia aff. sidoides* Cham.

**P4:** lectina de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* L.(Con A).

(*Hymenoptera: Formicidae*) em relação aos óleos essenciais de jaborandi, *Pilocarpus microphyllus* Stapf. e alecrim pimenta, *Lippia aff. sidoides* Cham., emulsão de NIM, *Azadirachta indica* A. Juss e lectina de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* L. (Con A) em plântulas de feijão, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Todas as repetições apresentaram significância estatística, fato já comentado anteriormente. Todas as doses, independente do produto ensaiado demonstraram significância, para a emulsão do NIM e óleo de alecrim pimenta não foi verificado diferença entre os dias, as únicas interações significativas foram aquelas obtidas para o óleo essencial de jaborandi, *Pilocarpus microphyllus* Stapf. e a lectina de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* L. (Con A). Os coeficientes de variação oscilaram entre os valores de 4,06 e 16,72%.

O cultivo do fungo sobre materiais vegetais, para ser bem sucedido, depende de condições físicas propícias, bem como o substrato deve oferecer os nutrientes necessários ao seu crescimento (QUINLAN; CHERRET, 1979). Espécies diferentes de plantas afetam o crescimento do fungo diferentemente. Estas diferenças podem ser atribuídas à presença de inibidores de crescimento em quantidades maiores que a disponibilidade de nutrientes. Muitos materiais impróprios para o cultivo do fungo, provavelmente, são rejeitados pelas formigas, desde o momento em que elas os cortam e transportam, até instantes antes de serem incorporados no “jardim de fungo”. Talvez, a divisão de trabalho propicie esta inspeção rigorosa dentro do ninho. Assim, materiais inadequados têm maiores probabilidades de serem descartados antes de serem utilizados pelo fungo (SALES, 1998).

As **TABELAS 10, 11, 12 e 13** apresentam o efeito de comparação de médias, pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade, para o comportamento do volume fúngico ( $\text{cm}^3$ ) de sauveiros artificiais de *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*) em relação aos óleos essenciais de jaborandi, *Pilocarpus microphyllus* Stapf. e alecrim pimenta, *Lippia aff. sidoides* Cham., emulsão de NIM, *Azadirachta indica* A. Juss e lectina de feijão-de-porco,

*Canavalia ensiformis* L. (Con A) em plântulas de feijão, *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

O óleo essencial de jaborandi (**P1**) diminuiu a massa fúngica a partir do 3º dia, começou a recuperar-se no 6º dia, a recuperação total ocorreu no 7º dia do início do ensaio, isto foi verificado para a concentração de 2,00 e 4,00 ppm. A concentração de 4,00 ppm provocou uma maior redução da massa fúngica. (**TABELA 10 e FIGURA 06**). A emulsão do NIM (**P2**) não provocou variação no desenvolvimento fúngico, reforçando mais uma vez a sua ineficácia, fato que contraria muitos autores como Carvalho e Ferreira (1990), que se refere ao óleo de NIM como sendo um produto potente, que age por contato ou ingestão, e que para certos fungos, vermes e ácaros, o efeito é fatal (**TABELA 11 e FIGURA 07**).

O óleo essencial de alecrim pimenta, *Lippia aff. sidoides* Cham. (**P3**) influenciou o crescimento do simbionte da saúva nas concentrações de 2,00 e 4,00 ppm, demonstrando efeito similar entre os dias (**TABELA 12 e FIGURA 08**). No caso da lectina, não foi verificado diferença entre doses, apresentou queda no 5º dia, mas recuperou rapidamente, a lectina não influenciou diretamente o fungo, mas promoveu alteração no comportamento das saúvas (**TABELA 13 e FIGURA 09**).

Em formigas cultivadoras de fungo, grandes quantidades de proteases foram encontradas no fluido retal (proctodeo), os quais promovem o crescimento do “jardim de fungos” (MARTIN; MARTIN, 1970). Outras enzimas foram encontradas no transcorrer das investigações (FEBVAY; KERMARREC, 1986).

Dentre os parâmetros estudados podemos verificar que as concentrações de 2,00 e 4,00 ppm do óleo de jaborandi (**P1**) e a de 4,00 ppm de óleo de alecrim (**P3**) foram os ensaios que mais influenciaram o comportamento dos sauveiros artificiais frente ao feijão-de-corda.

A matriz de contingência para correlação de Pearson, para o acesso à plântula (AP), marcação de território no material vegetal (MTMV), corte do material vegetal (CMV), Acesso ao material selecionado (AMS), transporte do

**TABELA 09 - Análise de variância para o volume<sup>(1)</sup> do fungo simbionte da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) em relação aos produtos ensaiados, em plântulas de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.**

Variáveis	Causas de Variação	G. L.	Q. M. <sup>(6)</sup>	C. V(%)
<b>P1<sup>(2)</sup></b>	Repetição	9	2.301.913,526**	
	Produto (P)	2	422.448,312**	
	Dia (d)	6	137.232,546**	4,06
	Interação ( P X d)	12	38.098,372**	
	Resíduo	180	19.707,727	
<b>P2<sup>(3)</sup></b>	Repetição	9	9.307.470,516**	
	Produto (P)	2	15.203.311,813*	*
	Dia (d)	6	313.775,720*	16,72
	Interação ( P X d)	12	53.461,825 ns	
	Resíduo	180	251.616,214	
<b>P3<sup>(4)</sup></b>	Repetição	9	3.522.892,153**	
	Produto (P)	2	18.114.482,565*	*
	Dia (d)	6	102.782,348 ns	13,09
	Interação ( P X d)	12	4.1480,447 ns	
	Resíduo	180	149.295,351	
<b>P4<sup>(5)</sup></b>	Repetição	9	2.567.534,559**	
	Produto (P)	2	208.140,690**	
	Dia (d)	6	279.685,872**	6,37
	Interação ( P X d)	12	75.011,927**	
	Resíduo	180	50.698,836	

<sup>(1)</sup> volume em cm<sup>2</sup>.

<sup>(2)</sup> óleo essencial de jaborandi, *Pilocarpus microphyllus* Stapf.

<sup>(3)</sup> emulsão de NIM, *Azadirachta indica* A. Juss.

<sup>(4)</sup> óleo essencial de alecrim pimenta, *Lippia aff. sidoides* Cham.

<sup>(5)</sup> lectina de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* L.(Con A).

<sup>(6)</sup> Dados não transformados

\*\* - significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

\* - significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

ns - não significativo

**TABELA 10** - Valores médios<sup>(1)</sup> do volume fúngico<sup>(2)</sup> de sauveiros artificiais da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*) em relação ao óleo essencial de jaborandi, *Pilocarpus microphyllus* Stapf., em plântulas de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

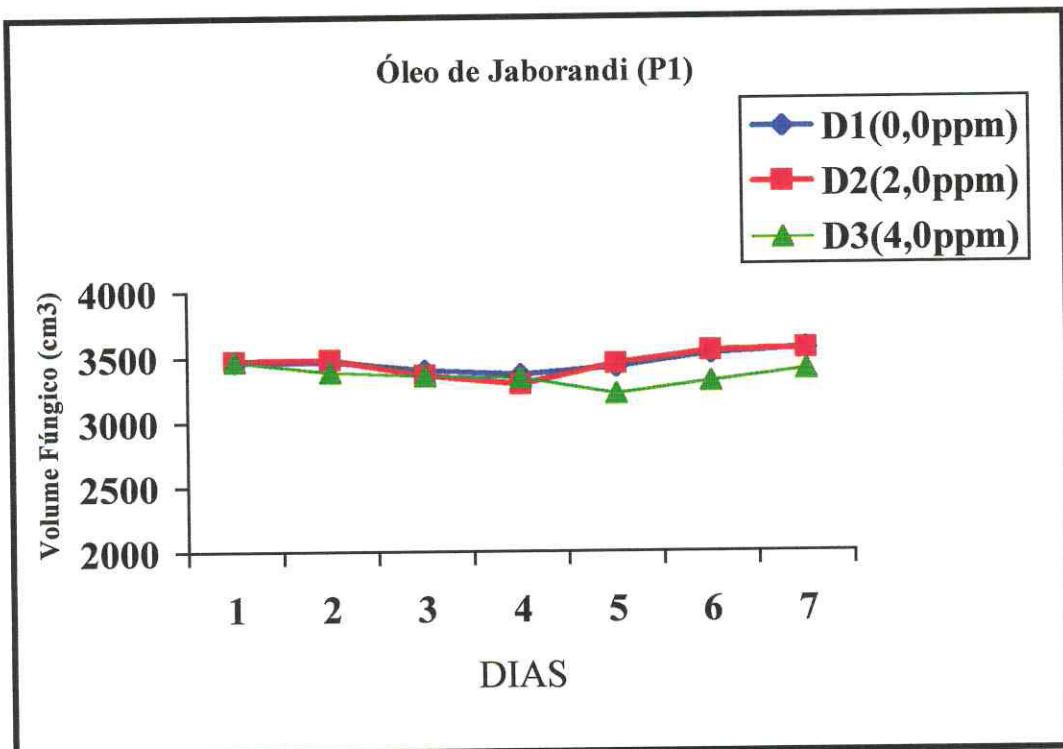
<b>DIA</b>	<b>DOSE (ppm)</b>		
	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	3461 a	3473 ab	3467 a
<b>2</b>	3469 a	3484 ab	3386 bc
<b>3</b>	3400 a	3358 bc	3354 bc
<b>4</b>	3366 a	3290 c	3342 bc
<b>5</b>	3424 a	3447 abc	3215 d
<b>6</b>	3521 a	3543 a	3309 c
<b>7</b>	3560 a	3558 a	3397 ab
<b>DMS<sub>(Dia)</sub></b>	216,17	159,42	79,98
<b>Média<sub>(Dose)*</sub></b>	3457,0 A	3450,0 A	3352,8 B

\* D.M.S. <sub>(Dose)</sub> = 89,0

<sup>(1)</sup> Médias não transformadas

<sup>(2)</sup> Volume (cm<sup>3</sup>).

- Entre doses, letras minúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.
- Entre produtos, letras maiúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.



**FIGURA 06** – Volume do fungo, *Leucoagaricus gongylophorus* Moeller, 1957 submetidos a tratamento com plântulas de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., pulverizadas com óleo essencial de jaborandi, *Pilocarpus microphillus* Stapf. – P1 por um período de sete dias. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

**TABELA 11** - Valores médios<sup>(1)</sup> do volume fúngico<sup>(2)</sup> de sauveiros artificiais da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*) em relação a emulsão de NIM, *Azadirachta indica* A. Juss., em plântulas de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

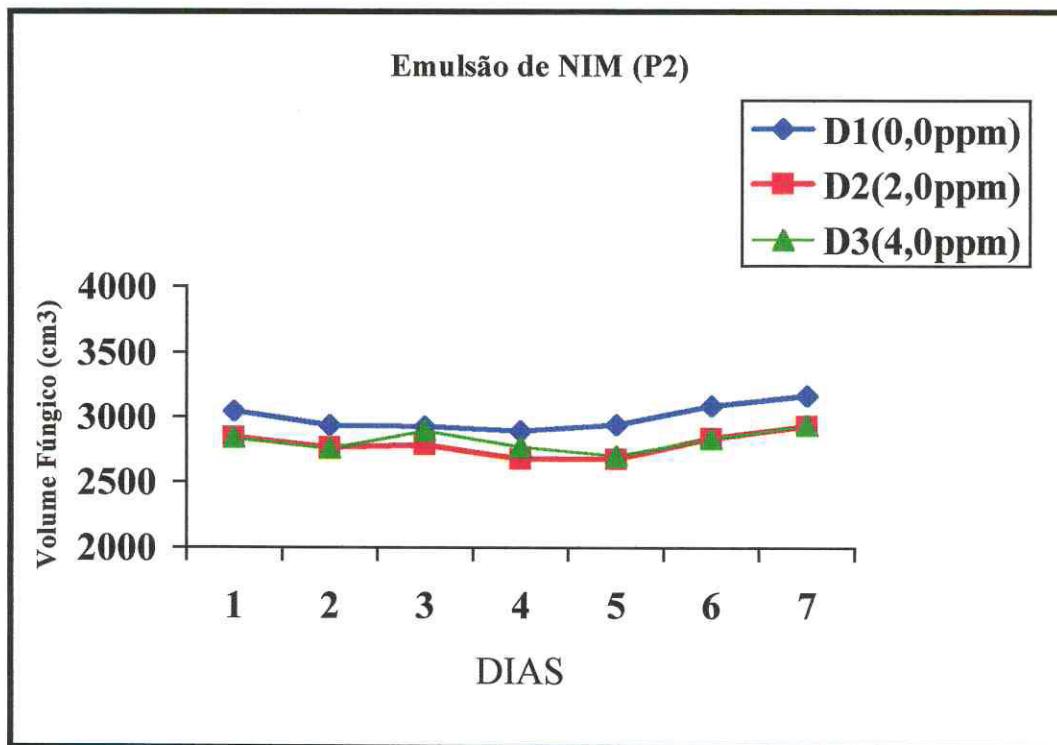
<b>DIA</b>	<b>DOSE (ppm)</b>		
	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	3042 a	2842 a	2838 a
<b>2</b>	2937 a	2766 a	2756 a
<b>3</b>	2928 a	2782 a	2891 a
<b>4</b>	2891 a	2676 a	2768 a
<b>5</b>	2943 a	2674 a	2699 a
<b>6</b>	3090 a	2838 a	2831 a
<b>7</b>	3169 a	2932 a	2936 a
<b>D.M.S. (Dia)</b>	772,38	262,98	2817,0
<b>Média (Dose)*</b>	3000,0 A	2787,1 A	2817,0 A

D.M.S. (Dose) = 312,5

<sup>(1)</sup> Médias não transformadas

<sup>(2)</sup> Volume (cm<sup>3</sup>).

- Entre doses, letras minúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.
- Entre produtos, letras maiúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1%. de probabilidade.



**FIGURA 07 –** Volume do fungo *Leucoagaricus gongylophorus* Moeller, 1957 submetidos a tratamento com plântulas de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., pulverizadas com emulsão de NIM, *Azadirachta indica* A. Juss – P2 por um período de sete dias. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

**TABELA 12** - Valores médios<sup>(1)</sup> do volume fúngico<sup>(2)</sup> de sauveiros artificiais da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*) em relação ao óleo essencial de alecrim pimenta, *Lippia aff. sidoides* Cham., em plântulas de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

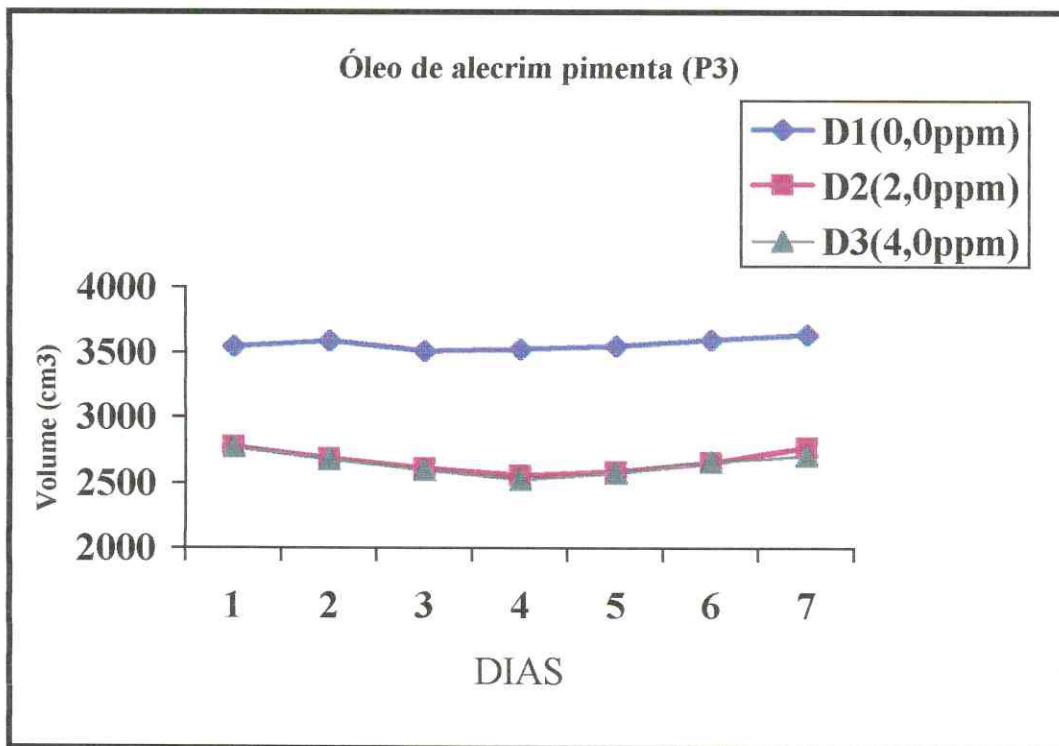
<b>DIA</b>	<b>DOSE (ppm)</b>		
	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	3445 d	2778 a	2771 a
<b>2</b>	3589 cd	2691 ab	2679 abc
<b>3</b>	3510 cd	2618 bcd	2601 bcd
<b>4</b>	3528 bcd	2561 d	2528 d
<b>5</b>	3553 abc	2592 cd	2574 cd
<b>6</b>	3602 ab	2660 bc	2663 abc
<b>7</b>	3638 a	2772 a	2709 ab
<b>D.M.S. (Dia)</b>	79,98	85,05	116,43
<b>Média (Dose)<sup>*</sup></b>	3552,1 A	2667,4 B	2646,5 B

D.M.S. (Dose) = 237,3

<sup>(1)</sup> Médias não transformadas

<sup>(2)</sup> Volume (cm<sup>3</sup>).

- Entre doses, letras minúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.
- Entre produtos, letras maiúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.



**FIGURA 08** – Volume do fungo *Leucoagaricus gongylophorus* Moeller, 1957 submetidos a tratamento com plântulas de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., pulverizadas com óleo essencial de alecrim pimenta, *Lippia aff. sidoides* Cham. – P3 por um período de sete dias. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

**TABELA 13** - Valores médios<sup>(1)</sup> do volume fúngico<sup>(2)</sup> de sauveiros artificiais da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*) em relação a lectina de feijão-de-porco (Con A), *Canavalia ensiformis* L., em plântulas de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

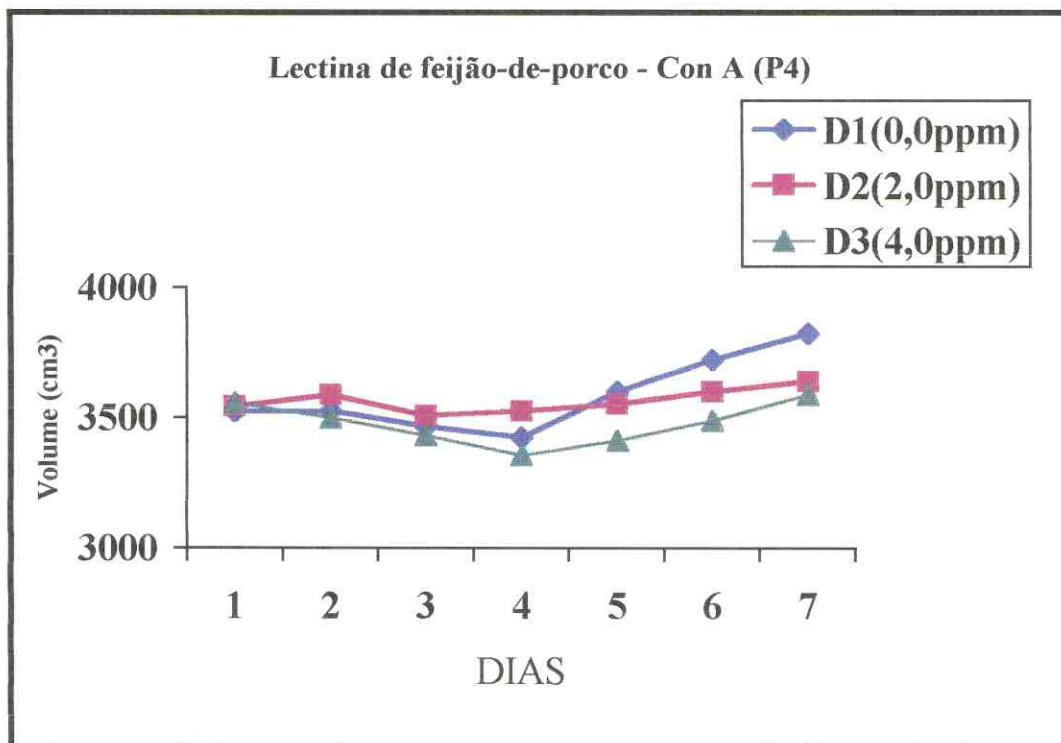
<b>DIA</b>	<b>DOSE (ppm)</b>		
	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	3525 a	3545 d	3557 ab
<b>2</b>	3527 a	3589 cd	3501 abc
<b>3</b>	3468 a	3510 cd	3434 cd
<b>4</b>	3426 a	3528 bc	3356 d
<b>5</b>	3602 a	3553 abc	3414 cd
<b>6</b>	3725 a	3602 ab	3490 bc
<b>7</b>	3825 a	3640 a	3588 a
<b>D.M.S. (Dia)</b>	302,36	79,81	86,92
<b>Média (Dose)</b>	3585,4 A	3566,0 A	3477,0 A

D.M.S. (Dose) = 229,0

<sup>(1)</sup> Médias não transformadas

<sup>(2)</sup> Volume (cm<sup>3</sup>).

- Entre doses, letras minúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.
- Entre produtos, letras maiúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.



**FIGURA 09** – Volume do fungo *Leucoagaricus gongylophorus* Moeller, 1957 submetidos a tratamento com plântulas de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., pulverizadas com a lectina de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* L. (Con A) – P4 por um período de sete dias. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

material vegetal (TMV), Exploração da área de provisão (EAP), tempo de corte por plântula (TC/P) e volume da massa fúngica (VMF) por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*) em plântulas de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. são apresentadas na

**TABELA 14.**

A variável que contempla o acesso à plântula (AP) correlacionou-se, direta e significativamente ao nível de 1% de probabilidade, com a variável marcação de território no material vegetal (MTMV), corte do material vegetal (CMV), acesso ao material selecionado (AMS), transporte do material vegetal (TMV) e volume da massa fúngica (VMF), com valores de 77,4%, 23,1%, 87,8%, 42,9% e 25,1 % respectivamente. A exploração da área de provisão (EAP) e o tempo de corte por plântula (TC/P) correlacionaram-se negativamente com valores de - 23,5% e - 68,2%.

A marcação de território no material vegetal (MTMV) correlacionou-se positiva e significativamente com todas as variáveis apresentando valores entre 38,4% a 66,9% com exceção do tempo de corte por plântula onde a correlação foi negativa (- 54,7%).

O corte do material vegetal (CMV) correlacionou-se com as variáveis acesso ao material selecionado (AMS), exploração da área de provisão (EAP), volume da massa fúngica (VMF) e transporte do material vegetal (TMV) com valores de 45,6%, 15,3%, 36,6% e 77,8% respectivamente. O acesso ao material selecionado (AMS), apresentou correlação positiva ao transporte do material vegetal (TMV) (40,9 %), volume da massa fúngica (VMF) (13,5%) e negativa para a exploração da área de provisão (EAP) (-33,0%) e tempo de corte por plântula (TC/P) (-54,7%).

Com relação a variável transporte de material vegetal (TMV), apresentou baixa correlação com a exploração da área de provisão (EAP) (3,5%) e Volume da massa fúngica (VMF) (10,8%). O mesmo aconteceu com a exploração da área de provisão (EAP) com o tempo de corte por plântula(TC/P) (29,3%) e Volume da massa fúngica (VMF) (32,5%).

**TABELA 14** - Matriz de contingência à correlação de Pearson, para o acesso à plântula (AP), marcação de território no material vegetal(MTMV), corte do material vegetal (CMV), Acesso ao material selecionado (AMS), transporte do material vegetal (TMV), Exploração da área de provisão (EAP), tempo de corte por plântula (TC/P) e volume da massa fúngica (VMF) por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmrier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*) em plântulas de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

Variáveis	AP	MTMV	CMV	AMS	TMV	EAP	TC/P	VMF
<b>AP</b>	-	0,774**	0,231**	0,878**	0,429**	-0,235**	-0,682**	0,251**
<b>MTMV</b>	-	-	0,386**	0,668**	0,498**	0,069**	-0,547**	0,384**
<b>CMV</b>	-	-	-	0,456**	0,778**	0,153**	-0,540**	0,366**
<b>AMS</b>	-	-	-	-	0,409**	-0,330**	-0,0705**	0,135**
<b>TMV</b>	-	-	-	-	-	0,025**	-0,547**	0,043**
<b>EAP</b>	-	-	-	-	-	-	0,267**	0,465**
<b>TC/P</b>	-	-	-	-	-	-	-	-0,523**
<b>VMF</b>	-	-	-	-	-	-	-	-

\*\* - significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t.

**AP** – Acesso à plântula.

**MTMV** – Marcação de território do material vegetal.

**CMV** – Corte do material vegetal.

**AMS** – Acesso ao material selecionado.

**TMV** – Transporte do material vegetal.

**EAP** – Exploração da área de provisão.

**TC/P** – Tempo de corte por plântula.

**VMF** – Volume da massa fúngica.

A variável, tempo de corte por plântula (TC/P) correlacionou negativa e significativamente a 1% de probabilidade com todas as variáveis (-7,0 a -68,0%), exceto com a exploração da área de provisão (EAP) onde a correlação foi baixa e positiva (26,7%). Evidenciando que quanto maior o tempo de corte por plântula (TC/P) pelas operárias, menor é sua ação de exploração da área de provisão (EAP), marcação de território no material vegetal (MTMV), corte do material vegetal (CMV), acesso ao material selecionado (AMS), transporte do material vegetal (TMV) e volume da massa fúngica (VMF).

## 5.2. Avaliação Comportamental da Saúva do Nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 em Plântulas de Soja, *Glycine max* (L.) Merrill.

A hipótese de que os aleloquímicos vegetais determinam a escolha do vegetal é a área de pesquisa mais desenvolvida para as formigas cortadeiras. Alguns aleloquímicos, como os taninos, diminuem a digestibilidade das proteínas vegetais para todo o tipo de herbivoria, inclusive o fungo, quando concentrados. Outros aleloquímicos, como os cardenolídeos e cianógenos, são eficientes em dosagens pequenas. No caso das saúvas, o primeiro tipo de aleloquímico tem sido melhor pesquisado e geralmente essas substâncias são reconhecidas pelas formigas que rejeitam as plantas no campo. Geralmente, estes estudos são interpretados como prova de que os compostos secundários limitam o número de espécies vegetais apropriadas para serem cortadas pelas formigas ou são responsáveis pela redução da amplitude do nicho alimentar. A segunda classe de aleloquímicos ainda não foi estudada para as saúvas (LITTLEDYKE; CHERRET, 1978).

Na **TABELA 15** encontra-se análise de variância para as variáveis acesso à plântula (AP), marcação de território no material vegetal (MTMV), corte do material vegetal (CMV), acesso ao material selecionado (AMS),

transporte do material vegetal (TMV), exploração na área de provisão (EAP) e tempo de corte por plântula (TC/P) em plântulas de soja, *Glycine max* (L.) Merrill.] por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*). A soja apresentou resposta similar ao feijão-de-corda, com diferença significativa entre as repetições e entre os produtos para todos os parâmetros. Somente foram significativas as interações entre produtos e doses para as variáveis acesso à plântula (AP) e acesso ao material selecionado (AMS), evidenciando existir uma dependência entre os efeitos dos fatores investigados. Os valores para o coeficiente de variação mantiveram-se entre 31,46 e 55,29%.

Nas **TABELAS 16, 17, 18, 19, 20, 21 e 22** apresentam o efeito da comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível fiducial de 1% de probabilidade para o acesso à plântula (AP), marcação de território no material vegetal (MTMV), corte do material vegetal (CMV), acesso ao material selecionado (AMS), transporte do material vegetal (TMV), exploração na área de provisão (EAP) e tempo de corte por plântula (TC/P) por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*) em plântulas de soja, *Glycine max* (L.) Merrill.. A emulsão de NIM, *Azadirachta indica* A. Juss em todas as variáveis investigadas não apresentou diferenças estatísticas significativas entre tratamentos (doses). No entanto, comportamento similar foi observado para a lectina de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* L. (Con A) quando da análise das variáveis, acesso à plântula (AP), marcação de território no material vegetal (MTMV) e exploração na área de provisão (EAP). O número de operárias que tiveram acesso às plântulas (AP), bem como as que marcaram território (MTMV) e transportaram material vegetal (TMV) reduziram de maneira significativa nas concentrações de 4,00 ppm quando os óleos de jaborandi (**P1**) e alecrim pimenta (**P3**) foi utilizado, os demais tratamentos não apresentaram esta distinção (**TABELA 16, 17 e 20**).

O corte do material vegetal (CMV) só não foi influenciado pela emulsão do NIM (**P2**). Na concentração de 2,00 ppm do óleo de jaborandi (**P1**) já

**TABELA 15** - Análise de variância para as variáveis acesso à plântula (AP), marcação de território no material vegetal (MTMV), corte do material vegetal (CMV), acesso ao material vegetal (AMV), transporte do material vegetal (TMV), exploração da área de provisão (EAP) e tempo de corte por plântula (TC/P) em plântulas de soja, *Glycine max* (L.) Merrill. por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

Variáveis	Causas de Variação	G. L.	Q. M.	C. V. (%)
AP <sup>(1)</sup>	Repetição	11	117,121 **	
	Produto (P)	3	74,342 **	
	Dose (D)	2	2,759 ns	35,77
	Interação ( P X D)	6	3,720 **	
	Resíduo	121	9,157	
MTMV <sup>(1)</sup>	Repetição	11	24,098 **	
	Produto (P)	3	1,811 **	
	Dose (D)	2	1,131 ns	31,46
	Interação ( P X D)	6	1,063 ns	
	Resíduo	121	1,220	
CMV <sup>(1)</sup>	Repetição	11	15,480 **	
	Produto (P)	3	60,462 **	
	Dose (D)	2	0,956 ns	38,80
	Interação ( P X D)	6	3,083 ns	
	Resíduo	121	3,183	
AMS <sup>(1)</sup>	Repetição	11	4,394 **	
	Produto (P)	3	16,820 **	
	Dose (D)	2	0,045 ns	54,24
	Interação ( P X D)	6	9,795 **	
	Resíduo	121	1,660	

<sup>(1)</sup>Dados transformados:  $\sqrt{x + 2,0}$

<sup>(2)</sup>Dados não transformados

\*\* - significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

ns - não significativo

**TABELA 15** - Análise de variância para as variáveis acesso à plântula (AP), marcação de território no material vegetal (MTMV), corte do material vegetal (CMV), acesso ao material vegetal (AMV), transporte do material vegetal (TMV), exploração da área de provisão (EAP) e tempo de corte por plântula (TC/P) em plântulas de soja, *Glycine max* (L.) Merrill. por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

Variáveis	Causas de Variação	G. L.	Q. M.	C. V. (%)
TMV <sup>(1)</sup>	Repetição	11	84,721 **	
	Produto (P)	3	17,938 **	
	Dose (D)	2	5,902 ns	46,18
	Interação ( P X D)	6	35,064 **	
	Resíduo	121	16,823	
EAP <sup>(1)</sup>	Repetição	11	13,261 **	
	Produto (P)	3	6,626 **	
	Dose (D)	1	0,408 **	55,29
	Interação ( P X D)	3	0,174 ns	
	Resíduo	77	3,242	
TCP <sup>(2)</sup>	Repetição	11	1,240 ns	
	Produto (P)	3	0,552 **	
	Dose (D)	2	0,062 **	35,06
	Interação ( P X D)	6	0,190 **	
	Resíduo	121	0,128	

<sup>(1)</sup>Dados transformados:  $\sqrt{x + 2,0}$

<sup>(2)</sup>Dados não transformados

\*\* - significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

ns - não significativo

influenciou o corte , enquanto que o mesmo efeito só foi verificado a 4,00 ppm do óleo de alecrim pimenta (**P3**) e a lectina (**P4**) (**TABELA 18**). Fato similar foi relatado por Singh e Upadhyay (1993), onde óleos voláteis de eucalipto, hortelã-pimenta, endro, aquarrás e citronela, mostraram diferentes graus de atividade atrativa e repelência a *Sitophilus oryzae*, *Callosobruchus chinesis*, *Stegobium paniceum* e *Musca domestica*.

O acesso ao material selecionado (AMS) foi prejudicado nas concentrações de 2,00 e 4,00 ppm do óleo de jaborandi (**P1**) e da lectina (**P4**), enquanto que nas mesmas concentrações o óleo de alecrim pimenta (**P3**) parece ter funcionado como atrativo enquanto a emulsão do NIM (**P2**) não demonstrou influencia (**TABELA 19**).

É importante ressaltar a total ausência de efeito observada na variável exploração na área de provisão (EAP). Nenhuma das doses e/ou produtos ensaiados apresentaram qualquer tipo de influência sobre o comportamento da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (**TABELA 21**).

A **TABELA 22** mostra o tempo de corte por plântula de soja tratada, podemos verificar as concentrações de 2,00, 4,00 ppm do óleo de jaborandi (**P1**), 4,00 ppm do óleo de alecrim pimenta (**P3**) e da lectina (**P4**) não diferem estatisticamente a 1% de probabilidade, o mesmo não foi verificado para a emulsão de NIM (**P2**), onde as demais concentrações foram similares a testemunha. O óleo de jaborandi tem entre seus constituintes o 2-tridecanona, provavelmente, esta alteração no comportamento das saúvas, é devido mesmo que parcialmente a este constituinte. O 2-tridecanona presente em plantas de tomate, *Lycopersicum esculentum* foi avaliado contra a *Phthorimaea operculella* por Ventura e Verdramin (1995), demonstrando toxicidade. Os constituintes do óleo de alecrim pimenta devem agir de maneira similar. Vários são os trabalhos realizados com lectina para verificar a sua ação sobre os insetos, sua ação varia de moderada a alta, é esta ligada provavelmente à especificidade por carboidratos segundo PUZTAI et al., 1979.

**TABELA 16** - Valores médios<sup>(1)</sup> de acesso à plântula (AP) de soja, *Glycine max* (L.) Merrill., por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*).  
Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>
<b>D1</b>	9,500 a A	9,292 a A	8,226 a A	10,160 a A
<b>D2</b>	9,223 a A	9,765 a A	6,887 a A	8,361 a A
<b>D3</b>	4,684 b B	9,438 a A	5,398 b B	8,352 a A

D.M.S. = 4,75

- Entre doses, letras minúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.
- Entre produtos, letras maiúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.

<sup>(1)</sup> Médias transformadas em  $\sqrt{x+2}$ .

**D1, D2 e D3:** 0,00 ppm; 2,00 ppm e 4,00 ppm, respectivamente.

**P1:** óleo essencial de jaborandi, *Pilocarpus microphyllus* Stapf.

**P2:** emulsão de NIM, *Azadirachta indica* A. Juss.

**P3:** óleo essencial de alecrim pimenta, *Lippia aff. sidoides* Cham.

**P4:** lectina de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* L.(Con A).

**TABELA 17** - Valores médios<sup>(1)</sup> para a marcação de território no material vegetal (MTMV) de soja, *Glycine max* (L.) Merrill., por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

	P1	P2	P3	P4
<b>D1</b>	4,231 a A	3,584 a A	4,681 a A	4,247 a A
<b>D2</b>	3,476 a A	3,200 a A	3,867 a A	3,227 a A
<b>D3</b>	2,266 b B	3,140 a A	3,605 b B	3,597 a A

D.M.S. = 1,74

- Entre doses, letras minúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.
- Entre produtos, letras maiúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.

<sup>(1)</sup> Médias transformadas em  $\sqrt{x+2}$ .

**D1, D2 e D3:** 0,00 ppm; 2,00 ppm e 4,00 ppm, respectivamente.

**P1:** óleo essencial de jaborandi, *Pilocarpus microphyllus* Stapf.

**P2:** emulsão de NIM, *Azadirachta indica* A. Juss.

**P3:** óleo essencial de alecrim pimenta, *Lippia aff. sidoides* Cham.

**P4:** lectina de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* L.(Con A).

**TABELA 18** - Valores médios<sup>(1)</sup> para o corte do material vegetal (CMV) de soja, *Glycine max* (L.) Merrill., por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

	P1	P2	P3	P4
<b>D1</b>	7,305 a A	7,077 a B	6,961 a A	7,482 a A
<b>D2</b>	4,183 b B	6,893 a B	5,310 a A	4,830 a A
<b>D3</b>	4,380 b B	6,814 a B	5,936 b B	3,870b B

D.M.S. = 2,80

- Entre doses, letras minúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.
- Entre produtos, letras maiúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.

<sup>(1)</sup> Médias transformadas em  $\sqrt{x + 2}$ .

**D1, D2 e D3:** 0,00 ppm; 2,00 ppm e 4,00 ppm, respectivamente.

**P1:** óleo essencial de jaborandi, *Pilocarpus microphyllus* Stapf.

**P2:** emulsão de NIM, *Azadirachta indica* A. Juss.

**P3:** óleo essencial de alecrim pimenta, *Lippia aff. sidoides* Cham.

**P4:** lectina de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* L.(Con A).

**TABELA 19** - Valores médios<sup>(1)</sup> para o acesso ao material vegetal (AMS) de soja, *Glycine max* (L.) Merrill., por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

	P1	P2	P3	P4
<b>D1</b>	6,619 a B	6,235 a B	6,538 b B	6,389 a B
<b>D2</b>	4,513 b B	4,820 a B	8,721 a A	4,302 b B
<b>D3</b>	2,431 b B	5,310 a B	8,895 a A	2,531 b B

D.M.S. = 2,02

- Entre doses, letras minúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.
- Entre produtos, letras maiúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.

<sup>(1)</sup> Médias transformadas em  $\sqrt{x + 2}$ .

**D1, D2 e D3:** 0,00 ppm; 2,00 ppm e 4,00 ppm, respectivamente.

**P1:** óleo essencial de jaborandi, *Pilocarpus microphyllus* Stapf.

**P2:** emulsão de NIM, *Azadirachta indica* A. Juss.

**P3:** óleo essencial de alecrim pimenta, *Lippia aff. sidoides* Cham.

**P4:** lectina de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* L.(Con A).

**TABELA 20** - Valores médios<sup>(1)</sup> para o transporte do material vegetal (TMV) de soja, *Glycine max* (L.) Merrill., por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

	P1	P2	P3	P4
<b>D1</b>	13,351 a A	13,830 a A	14,090 a A	13,314 a A
<b>D2</b>	8,980 a A	9,757 a A	11,314 a A	9,520 a A
<b>D3</b>	5,870 b B	10,296 a A	9,830 b B	5,890 b B

D.M.S. = 6,44

- Entre doses, letras minúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.

- Entre produtos, letras maiúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.

<sup>(1)</sup> Médias transformadas em  $\sqrt{x+2}$ .

**D1, D2 e D3:** 0,00 ppm; 2,00 ppm e 4,00 ppm, respectivamente.

**P1:** óleo essencial de jaborandi, *Pilocarpus microphyllus* Stapf.

**P2:** emulsão de NIM, *Azadirachta indica* A. Juss.

**P3:** óleo essencial de alecrim pimenta, *Lippia aff. sidoides* Cham.

**P4:** lectina de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* L.(Con A).

**TABELA 21** - Valores médios<sup>(1)</sup> para a exploração da área de provisão (EAP) de soja, *Glycine max* (L.) Merrill., por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

	P1	P2	P3	P4
D2	2,909 a A	2,556 a A	3,468 a A	3,143 a A
D3	2,889 a A	2,734 a A	4,017 a A	3,153 a A

D.M.S. = 2,54

- Entre doses, letras minúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.
- Entre produtos, letras maiúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.

<sup>(1)</sup> Médias transformadas em  $\sqrt{x+2}$ .

**D2 e D3:** 2,00 ppm e 4,00 ppm, respectivamente.

**P1:** óleo essencial de jaborandi, *Pilocarpus microphyllus* Stapf.

**P2:** emulsão de NIM, *Azadirachta indica* A. Juss.

**P3:** óleo essencial de alecrim pimenta, *Lippia aff. sidoides* Cham.

**P4:** lectina de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* L.(Con A).

**TABELA 22** - Valores médios<sup>(1)</sup> para o tempo de corte por plântula (TC/P) de plântulas de soja, *Glycine max* (L.) Merrill., por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*). Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

PRODUTO	DOSE	TC/P
P1	D1	1,221 ef
	D2	3,480 ab
	D3	3,185 abcd
P2	D1	1,204 ef
	D2	1,837 ef
	D3	1,610 ef
P3	D1	1,305 ef
	D2	2,815 abcde
	D3	3,557 a
P4	D1	1,819 ef
	D2	1,784 ef
	D3	3,363 abc

D.M.S. = 1,32

- Letras iguais indicam que as médias não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade..

<sup>(1)</sup> Médias não transformadas.

**D1, D2 e D3:** 0,00 ppm; 2,00 ppm e 4,00 ppm, respectivamente.

**P1:** óleo essencial de jaborandi, *Pilocarpus microphyllus* Stapf.

**P2:** emulsão de NIM, *Azadirachta indica* A. Juss.

**P3:** óleo essencial de alecrim pimenta, *Lippia aff. sidoides* Cham.

**P4:** lectina de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* L.(Con A).

A **TABELA 23** apresenta a análise de variância para o comportamento do volume fúngico de sauveiros artificiais de *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*) em relação aos óleos essenciais de jaborandi, *Pilocarpus microphyllus* Stapf. e alecrim pimenta, *Lippia aff. sidoides* Cham., emulsão de NIM, *Azadirachta indica* A. Juss e lectina de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* L. (Con A) em plântulas de soja, *Glycine max* (L.) Merrill. As únicas interações significativas foram aquelas obtidas para os óleos essenciais de jaborandi e alecrim pimenta. Os coeficientes de variação apresentaram valores entre 2,16 e 14,21%.

As dietas de herbívoros generalistas grandes, como as das saúvas, são muito mais complexas que as dietas de outros consumidores. As formigas cortadeiras cortam a vegetação abundante, mas que é pobre em nutrientes (JONES, 1984). Por isso, as formigas cortadeiras precisam escolher uma dieta equilibrada, fornecida pela vegetação em forma indireta e não somente maximizar a taxa de ganho energético. Entretanto, muitas plantas contêm substâncias tóxicas, o que complica os problemas das formigas cortadeiras de folhas. Essas substâncias podem ser tóxicas às formigas, mas como elas não consomem diretamente a vegetação (mais provavelmente a seiva), elas têm que escolher a vegetação que não é tóxica ao fungo.

Ocorreu decréscimo da massa fúngica a partir do 3º dia do corte das plântulas tratadas com o óleo de jaborandi (**P1**) nas concentrações de 2,00 e 4,00 ppm, a recuperação total foi verificada somente no 7º dia, esta recuperação não foi verificada para a dose de 4,00 ppm. (**TABELA 24 e FIGURA 10**). A emulsão do NIM (**P2**) provocou aumento da massa fúngica em relação à testemunha (**TABELA 25 e FIGURA 11**). A ação do óleo de alecrim pimenta (**P3**) foi similar ao do óleo de jaborandi (**P1**) (**TABELA 25 e FIGURA 14**). Recentemente alguns trabalhos sobre a ação de óleos essenciais contra fungos fitopatogênicos estão sendo realizados. Pitarokili et al. (1999), verificou que o óleo essencial de *Salvia pomifera* apresentou atividade antifúngica contra os patógenos de solo *Fusarium solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rizoctonia solani*,

**TABELA 23** - Análise de variância para o volume<sup>(1)</sup> do fungo simbionte da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) em relação aos produtos ensaiados, em plântulas de soja, *Glycine max* (L.) Merrill. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

Variáveis	Causas de Variação	G. L.	Q. M. <sup>(6)</sup>	C.V(%)
<b>P1<sup>(2)</sup></b>	Repetição	9	2.900.070,204**	
	Produto (P)	2	2.277.440,734**	
	Dia (d)	6	201.012,425**	4,61
	Interação ( P X d)	12	59.495,794**	
	Resíduo	180	23.755,751	
<b>P2<sup>(3)</sup></b>	Repetição	9	4.084.901,189**	
	Produto (P)	2	20.261.854,634**	
	Dia (d)	6	301.304,811**	14,21
	Interação ( P X d)	12	97.552,267 ns	
	Resíduo	180	171.687,074	
<b>P3<sup>(4)</sup></b>	Repetição	9	4.005.688,873**	
	Produto (P)	2	25.703.814,457**	
	Dia (d)	6	242.579,474**	13,74
	Interação ( P X d)	12	77.762,737**	
	Resíduo	180	151.982,269	
<b>P4<sup>(5)</sup></b>	Repetição	9	2.363.849,839**	
	Produto (P)	2	1.539.356,483**	
	Dia (d)	6	99.715,618**	2,16
	Interação ( P X d)	12	36.428,604 ns	
	Resíduo	180	5.281,185	

<sup>(1)</sup> volume em cm<sup>2</sup>.

<sup>(2)</sup> óleo essencial de jaborandi, *Pilocarpus microphyllus* Stapf.

<sup>(3)</sup> emulsão de NIM, *Azadirachta indica* A. Juss.

<sup>(4)</sup> óleo essencial de alecrim pimenta, *Lippia aff. sidoides* Cham.

<sup>(5)</sup> lectina de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* L.(Con A).

<sup>(6)</sup> Dados não transformados

\*\* - significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

\* - significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

ns - não significativo

**TABELA 24** - Valores médios<sup>(1)</sup> do volume fúngico<sup>(2)</sup> de sauveiros artificiais da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*) em relação ao óleo essencial de jaborandi, *Pilocarpus microphyllus* Stapf., em plântulas de soja, *Glycine max* (L.) Merrill. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

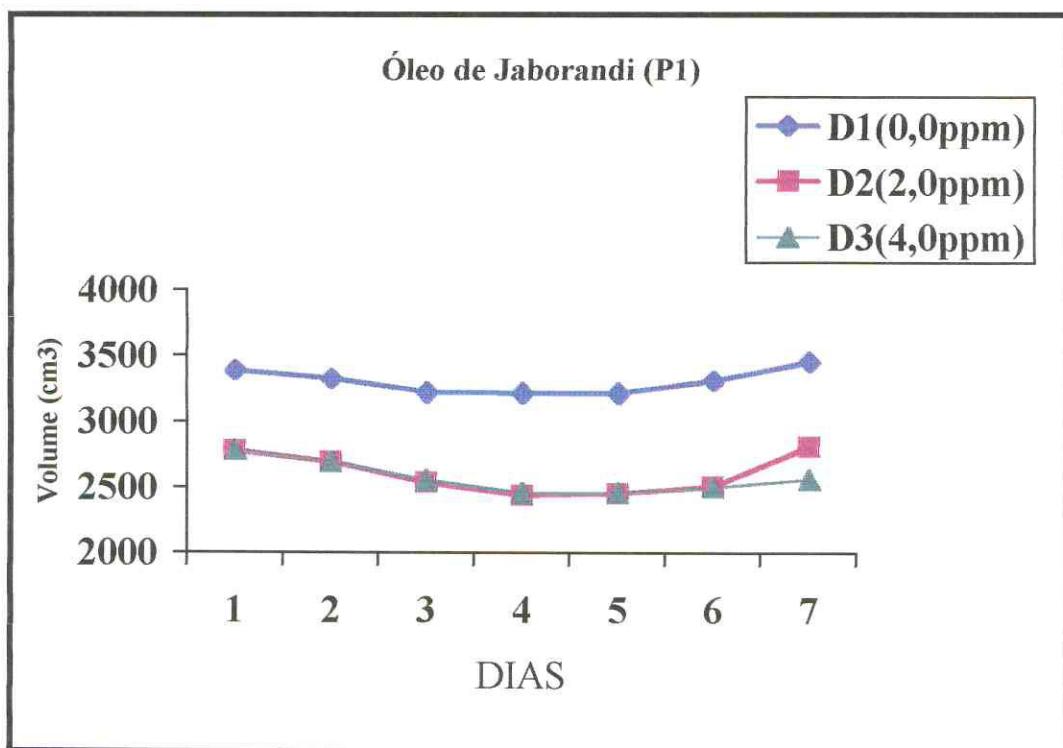
DIA	DOSE (ppm)		
	0	2	4
1	3387 a	2781 a	2783 a
2	3325 a	2694 a	2694 ab
3	3219 a	2537 b	2560 bc
4	3216 a	2441 b	2460 c
5	3218 a	2457 b	2463 c
6	3308 a	2510 b	2504 c
7	3457 a	2814 a	2563 b
D.M.S. (Dia)	233,8	126,3	128,3
Média (Dose)	3304,3 A	2604,8 B	2580,4 B

D.M.S. (Dose) = 161,43

(1) Médias não transformadas

(2) Volume (cm<sup>3</sup>).

- Entre doses, letras minúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.
- Entre produtos, letras maiúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.



**FIGURA 10** – Volume do fungo *Leucoagaricus gongylophorus* Moeller, 1957 submetidos a tratamento com plântulas de soja, *Glycine max*. (L.) Merrill., pulverizadas com óleo essencial de jaborandi, *Pilocarpus microphillus* Stapf. – P1 por um período de sete dias. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

**TABELA 25** - Valores médios<sup>(1)</sup> do volume fúngico<sup>(2)</sup> de sauveiros artificiais da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*) em relação a emulsão do NIN, *Azadirachta indica* A. Juss., em plântulas de soja, *Glycine max* (L.) Merrill. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

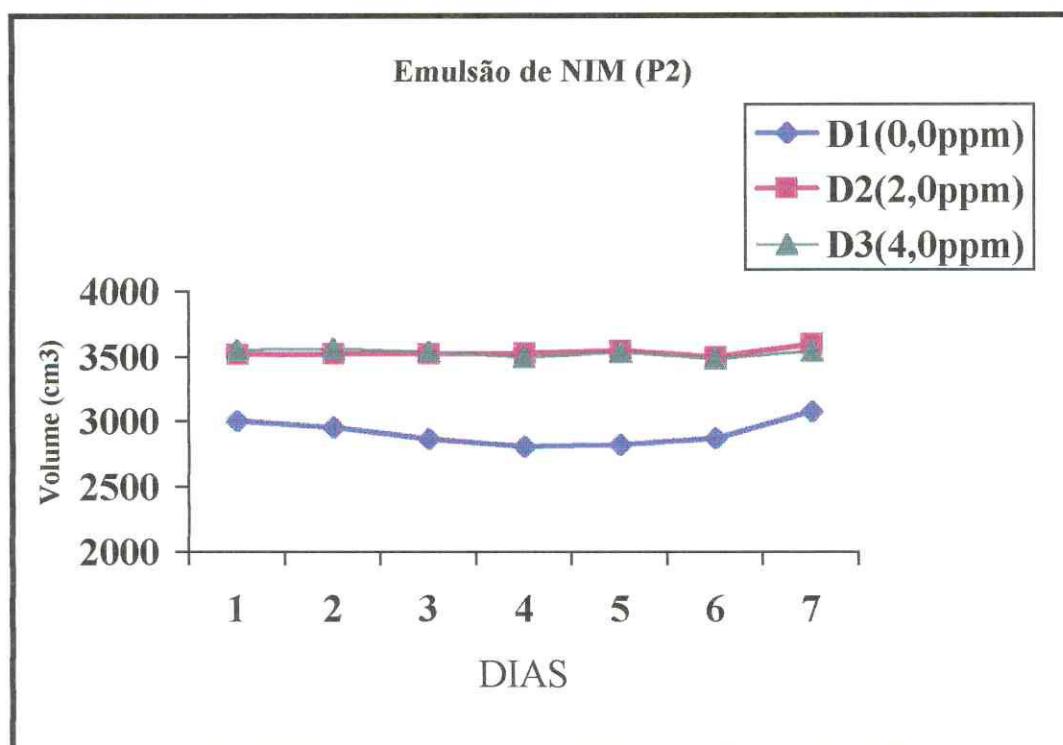
DIA	DOSE (ppm)		
	0	2	4
1	3003 a	3524 b	3556 a
2	2958 a	3528 b	3565 a
3	2869 a	3529 b	3542 a
4	2810 a	3532 b	3498 a
5	2824 a	3552 ab	3539 a
6	2872 a	3502 ab	3486 a
7	3080 a	3603 a	3547 a
D.M.S. (Dia)	639,2	79,9	81,0
Média (Dose)	2916,5 B	3538,4 A	3519,0 A

D.M.S. (Dose) = 539,7

(1) Médias não transformadas

(2) Volume (cm<sup>3</sup>).

- Entre doses, letras minúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.
- Entre produtos, letras maiúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.



**FIGURA 11** – Volume do fungo *Leucoagaricus gongylophorus* Moeller, 1957 submetidos a tratamento com plântulas de soja, *Glycine max*. (L.) Merrill., pulverizadas com emulsão de NIM, *Azadirachta indica* A. Juss. – P2 por um período de sete dias. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

**TABELA 26** - Valores médios<sup>(1)</sup> do volume fúngico<sup>(2)</sup> de sauveiros artificiais da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*) em relação ao óleo essencial de alecrim pimenta, *Lippia aff. sidoides* Cham., em plântulas de soja, *Glycine max* (L.) Merrill. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

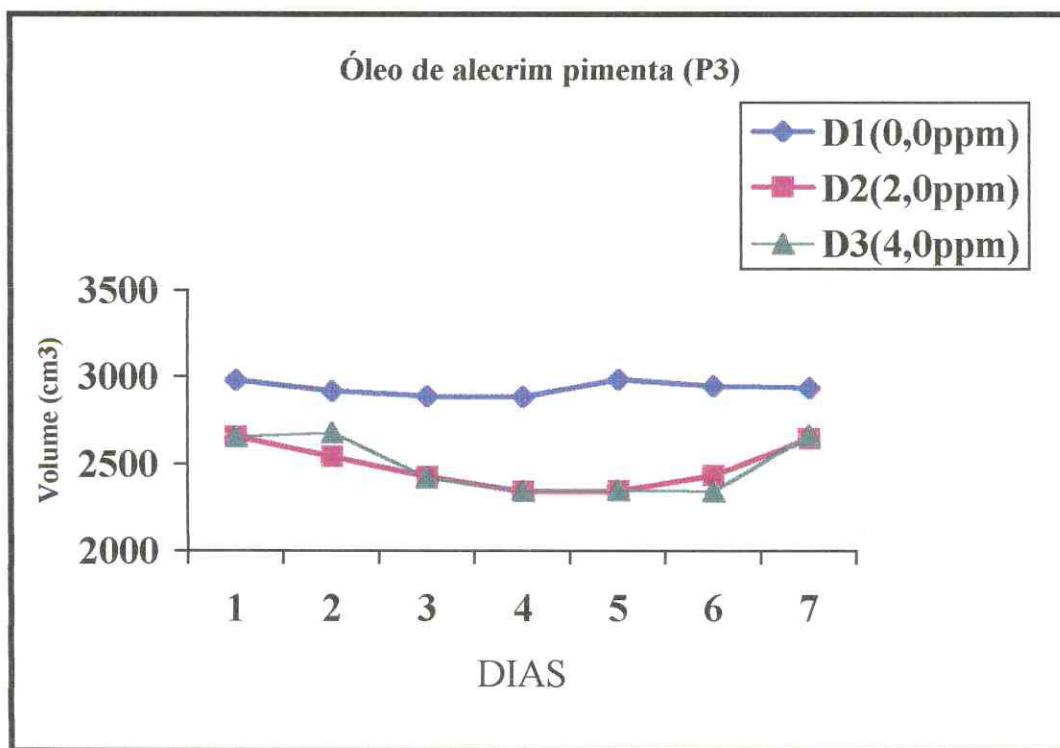
<b>DIA</b>	<b>DOSE (ppm)</b>		
	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	2984 a	2659 a	2658 a
<b>2</b>	2921 a	2542 b	2679 b
<b>3</b>	2889 a	2429 c	2423 c
<b>4</b>	2897 a	2344 c	2347 c
<b>5</b>	2988 a	2349 c	2352 c
<b>6</b>	2951 a	2435 c	2342 c
<b>7</b>	2939 a	2647 a	2666 a
<b>D.M.S. (Dia)</b>	96,4	80,0	95,1
<b>Média (Dose)</b>	2938,4 A	2486,4 B	2495,2 B

D.M.S. (Dose) = 599,01

<sup>(1)</sup> Médias não transformadas

<sup>(2)</sup> Volume (cm<sup>3</sup>).

- Entre doses, letras minúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.
- Entre produtos, letras maiúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.



**FIGURA 12 –** Volume do fungo *Leucoagaricus gongylophorus* Moeller, 1957 submetidos a tratamento com plântulas de soja, *Glycine max*. (L.) Merrill., pulverizadas com óleo essencial de alecrim pimenta, *Lippia aff. sidoides* Cham. – P3 por um período de sete dias. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

**TABELA 27** - Valores médios<sup>(1)</sup> do volume fúngico<sup>(2)</sup> de sauveiros artificiais da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*) em relação a lectina de feijão-de-porco (Con A), *Canavalia ensiformis* L., em plântulas de soja, *Glycine max* (L.) Merrill. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

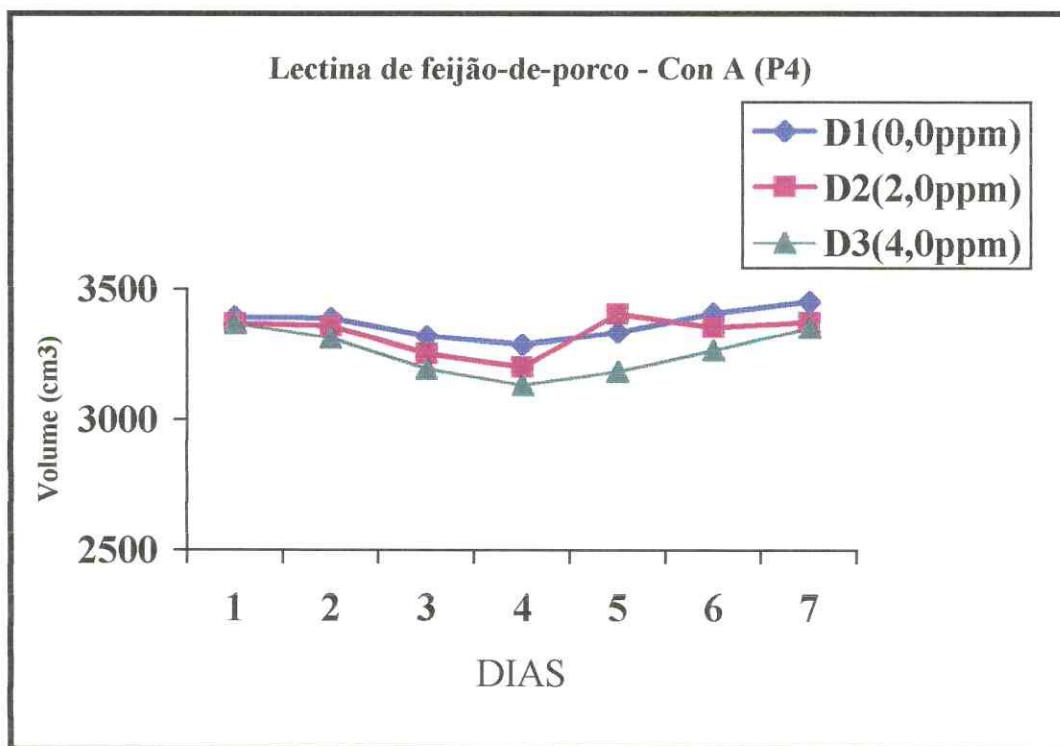
DIA	DOSE (ppm)		
	0	2	4
1	3394 a	3370 a	3367 a
2	3388 a	3360 ab	3314 ab
3	3319 a	3253 bc	3194 cd
4	3288 a	3203 c	3133 d
5	3335 a	3406 abc	3185 bcd
6	3408 a	3355 ab	3266 bc
7	3454 a	3374 a	3351 a
D.M.S. (Dia)	112,2	102,2	73,2
Média (Dose)	3369,4 A	3331,0 A	3258,6 A

D.M.S. (Dose) = 111,9

<sup>(1)</sup> Médias não transformadas

<sup>(2)</sup> Volume (cm<sup>3</sup>).

- Entre doses, letras minúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.
- Entre produtos, letras maiúsculas iguais, indicam semelhanças estatísticas, pelo teste de Tukey 1% de probabilidade.



**FIGURA 13** – Volume do fungo *Leucoagaricus gongylophorus* Moeller, 1957 submetidos a tratamento com plântulas de soja, *Glycine max*. (L.) Merrill., pulverizadas com a lectina de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* L. (Con A) – P4 por um período de sete dias. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

*Fusarium oxysporum*, enquanto este efeito não foi verificado para *Verticilium dahliae*.

A lectina não afetou significativamente o simbionte da saúva, ocasionou apenas uma leve diminuição no crescimento (**TABELA 27 e FIGURA 13**). A ação antifúngica das lectinas é dependente da interação lectina – carboidrato (LYUBIMOVA et al., 1990). A lectina de *Urtica dioica* é um potente inibidor do crescimento de fungos como *Botrytis cinerea*, *Collectotrichum lindemathianum*, *Phoma betae*, *Septoria nodorum*, *Trichoderma hamatum* e *Trichoderma viride* (BROEKAERT et al., 1989).

A lectina de feijão-de-porco (con A) não afetou o desenvolvimento do fungo cultivado pelas saúvas, este fato pode ter sido causado por uma possível falta de interação lectina – carboidrato, causa defendida por muitos pesquisadores. No entanto a Con A alterou o comportamento das saúvas. Esta alteração de comportamento também foi verificada por ISIDRO (1996), trabalhando com a *Canavalia brasiliensis* (Con Br).

A matriz de contingência à correlação de Pearson, para o acesso à plântula (AP), marcação de território no material vegetal (MTMV), corte do material vegetal (CMV), Acesso ao material selecionado (AMS), transporte do material vegetal (TMV), Exploração da área de provisão (EAP), tempo de corte por plântula (TC/P) e volume da massa fúngica (VMF) por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmier, 1939 (Hymenoptera: Formicidae) em plântulas de soja, *Glycine max* (L.) Merrill. são apresentadas na **TABELA 28**.

Nos sauveiros investigados, a variável acesso à plântula (AP), correlacionou-se direta e significativamente ao nível de 1% de probabilidade com as variáveis, marcação de território no material vegetal (MTMV) (41,6%), corte do material vegetal (CMV) (49,2%), acesso ao material vegetal (AMS) (85,0%), transporte do material vegetal (TMV) (41,4%), volume da massa fúngica (VMF) (73,3%) e negativamente correlaciona-se com a exploração da área de provisão (EAP) (-51,1%) e tempo de corte por plântula (TC/P) (61,6%).

Com relação à marcação de território no material vegetal (MTMV) a correlação é positiva com o corte do material vegetal (CMV), acesso ao material selecionado (AMS), transporte do material vegetal (TMV), exploração da área de provisão (EAP), volume da massa fúngica (VMF) com valores de 50,5%, 58,3%, 79,8%, 16,7% e 39,2% respectivamente.

A variável corte do material vegetal (CMV) correlaciona-se negativamente com o acesso ao material selecionado (AMS) (52,7%), e positivamente com transporte do material vegetal (TMV) (78,9%), exploração da área de provisão (EAP) (13,7) e volume da massa fúngica (VMF) (43,0%).

Ocorre correlação positiva entre o acesso ao material selecionado (AMS) e o transporte do material vegetal (TMV) (62,3%), negativa entre a exploração da área de provisão (EAP) (-40,5%) e tempo de corte por plântula (TC/P) (-16,4%). O transporte de material vegetal (TMV) apresentou valores de 3,5% para a exploração da área de provisão (EAP), 10,8% para o e volume da massa fúngica (VMF) e -7,3% para e tempo de corte por plântula (TC/P), evidenciando baixa correlação entre estas variáveis.

A exploração da área de provisão (EAP) correlacionou-se positivamente com o tempo de corte por plântula (TC/P) (29,3%) e volume da massa fúngica (VMF) (32,5%). O tempo de corte por plântula (TC/P) correlaciona-se negativamente com o volume da massa fúngica (VMF) (-61,5%).

O estudo da dinâmica de nutrientes é bastante importante, para controlar eficientemente as formigas. Ao se conhecer todo o trânsito de uma ou várias substâncias numa colônia, fica bastante fácil formular iscas tóxicas e assim atingir corretamente o alvo. Infelizmente, não é o que acontece com as inúmeras formulações de iscas tóxicas que são comercializadas. O pouco conhecimento do sistema digestivo e enzimático das formigas não permite se conhecer os hábitos alimentares e as suas exigências nutricionais e as maiores deficiências são verificadas para as formigas cortadeiras de folhas (PANIZZI; PARRA, 1991).

**TABELA 28** - Matriz de contingência à correlação de Pearson, para o acesso à plântula (AP), marcação de território no material vegetal (MTMV), corte do material vegetal (CMV), Acesso ao material selecionado (AMS), transporte do material vegetal (TMV), Exploração da área de provisão (EAP), tempo de corte por plântula (TC/P) e volume da massa fúngica (VMF) por operárias de saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmrier, 1939 (*Hymenoptera: Formicidae*) em plântulas de soja, *Glycine max* (L.) Merrill. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2002.

VARIÁVEIS	AP	MTMV	CMV	AMS	TMV	EAP	TC/P	VMF
<b>AP</b>	-	0,416**	0,492**	0,850**	0,414**	-0,571**	-0,616**	0,733**
<b>MTMV</b>	-	-	0,508**	0,583**	0,798**	0,167**	-0,392**	0,092**
<b>CMV</b>	-	-	-	0,527**	0,789**	0,137**	-0,793**	0,430**
<b>AMS</b>	-	-	-	-	0,623**	-0,405**	-0,164**	0,307**
<b>TMV</b>	-	-	-	-	-	0,035**	-0,734**	0,108**
<b>EAP</b>	-	-	-	-	-	-	0,293**	0,325**
<b>TC/P</b>	-	-	-	-	-	-	-	-0,615**
<b>VMF</b>	-	-	-	-	-	-	-	-

\*\* - significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t.

**AP** – Acesso à plântula.

**MTMV** – Marcação de território do material vegetal.

**CMV** – Corte do material vegetal.

**AMS** – Acesso ao material selecionado.

**TMV** – Transporte do material vegetal.

**EAP** – Exploração da área de provisão.

**TC/P** – Tempo de corte por plântula.

**VMF** – Volume da massa fúngica.

## 6. CONCLUSÃO

As plântulas de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L). Walp. e soja, *Glycine max* (L.) Merrill., tratadas com os óleos essenciais jaborandi, *Pilocarpus microphyllus* Staf., alecrim pimenta, *Lippia aff. Sidoides* Cham. e a lectina de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* L. (Con A), prejudicaram de maneira marcante as atividades comportamentais da saúva do nordeste, *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939 na busca de provisão, enquanto a emulsão de NIM, *Azadirachta indica* A. Juss., não promoveu alteração sendo seu comportamento idêntico as plântulas não tratadas. O desenvolvimento do fungo simbionte da saúva, *Leucoagaricus gongylophorus* Moeller, 1957, foi afetado pelos óleos essenciais de jaborandi e alecrim pimenta que interferiram no desenvolvimento do fungo. Por outro lado, a lectina do feijão-de-porco não agiu de maneira marcante. A emulsão de NIM, provocou maior desenvolvimento fúngico, atuando portanto como agente probiótico.

Para embasar os conhecimentos sobre a seleção da vegetação, pelas formigas cortadeiras pode-se considerar como de fundamental importância o papel de substâncias aleloquímicas presentes na vegetação disponível. Sugere-se, portanto, estudos acerca dos constituintes destes compostos que alteraram o comportamento da saúva do nordeste, bem como o desenvolvimento de seu fungo simbionte.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREWARTHA, H. G.; BIRCH, L. C. **The ecological web**. London: University of Chicago Press, 1984, 506p.

ARAGÃO JÚNIOR, T. C.; MAGALHÃES, C. A.; VIDAL, J. C. Comportamento de genótipos de caupi em condições de irrigação. **EPACE: Relatório Anual de Pesquisa**, v. 1, p. 414-420, 1992.

ARAÚJO, J. P. P. et al. Cultura do caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp; Descrição e recomendações técnicas de cultivo. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, **Circular Técnica**, v. 18, 82p., 1984.

BAKER, C. J.; F. F. BARRETT. Group B streptococcal infections in infants: the importance of various serotypes. **J. Am. Med. Assoc.**, v. 230, p. 1158-1161, 1974.

BARKAI-GOLAN, R.; MIRELMAN, D.; SHARON, N.. Studies on growth inhibition by lectins of penicillia and aspergilla. **Arch. Microbiol.**, v. 116, p. 119-124, 1978.

BARKAI-GOLAN, R.; N. SHARON. Lectins as a tool for the study of yeast cell walls. **Exp. Mycol.**, v. 2, p. 110-113, 1978.

BASTOS, J. A. M. **Principais pragas das culturas e seus controles**. São Paulo: Nobel, 1988. 284p.

BLUM, M. S. Eclectic chemiosociality of the Hymenoptera. In: **INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY**, 18, 1988, **Vancouver**, **Proceedings**...Vancouver, 1988, p. 232.

BORGMEIER, T. Nova contribuição para o conhecimento das formigas neotropicais (Hym.:Formicidae). **Rev. Entom.**, v.10, p. 403-428, 1939.

BOYD, W. C.; SHAPLEING, E. Antigenic relations of blood group antigens as suggested by test with lectins. In: Plant Lectins. Molecular and biological aspects. **Ann. Rev. Plant Physiol.**, v. 36, p. 209-234, 1954.

BRAGA, P.E.T. **Domesticação da Saúva: Estudo do comportamento de castas de Atta opaciceps Borgmeier, 1939, na sede aparente, relacionado aos fatores mesológicos.** 2000. 152p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2000.

BRASIL. Ministério da agricultura. **Programa Nacional de pesquisa com Feijão.** Brasília. EMBRAPA, 117p., 1981.

BROEKAERT, W. F. et al. A chitin-binding lectin from stinging nettle rhizomes with antifungal properties. **Science**, v. 245, p. 1100-1102, 1989.

BURROWS, P. R. et al. Plant-Derived Enzime Inhibitors and Lectins for Resistance against Plant\_Parasitic Nematodes in Transgenic Crops. **Pesticide Science**, v. 52, p. 176-183, 1998.

CARDOSO, M. J.; BASTOS, E. A.; MELO, F. B. Análise do custo de produção de sementes de caupi, cultivar BR-14 mulato, nas regiões de Teresina e Tabuleiros Costeiros do Piauí. **Resumo da IV Reunião Nacional de Pesquisa de Caupi.** Teresina - PI: EMBRAPA, v.1, p. 113, 1996.

CARLSON, J. B. **Soyabeans: improvement, production and uses.** Madison, The American Society of Agronomy, Inc., 1976, p. 17-95.

CARRÃO-PANIZZI, M. C. **Valor nutritivo da soja e potencial de utilização na dieta brasileira.** Londrina, EMBRAPA – CNPSO, 1988. 13p. (EMBRAPA – CNPSO. Documentos, 29).

CAVADA, B. S. **Lectinas de *Canavalia brasiliensis* Mart. Isolamento, caracterização parcial e comportamento durante a germinação.** Fortaleza, 1980, 87 p. Dissertação (Mestrado em Bioquímica/ DBBM/UFC, 1980).

CAVADA, B. S. et al. Primary structures and functions of plant lectins. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 5, n. 2, p. 193-202, 1993.

CARVALHO, S. M.; FERREIRA, D. T. Santa Bárbara contra a vaquinha. **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 11, n. 15, p. 65-67, ago. 1990.

COSTA, J. A. **Cultura da soja.** Porto Alegre: I. Manica, J. A. Costa, 1996. 233p.

CRAVEIRO, A. A.; MACHADO, M. I. L. De aromas , insetos e plantas. **Ciência Hoje**, v.4, n. 23, p. 54-63, 1986.

CRONQUIST, A. Outline of classification of *Magnophita*. In: **The Evolution and Classification of Flowering Plants.** USA: The New York, 1988. p. 503-514.

CUNHA, C. O. **Cultura do Feijoeiro: microbiologia, biologia molecular e taxonomia de bactérias.** Louven - Bélgica, 1997. 117p. Tese (Doutorado em Agronomia/Faculdade de Agronomia, 1997).

CZAPLA, T. H.; LANG, B. A. Effect of plant lectins on the larval development of European Corn Borer (Lepidoptera: Pyralidae) and Southern Corn Rootworm (Coleoptera: Crysomelidae). **Journal of Economical Entomology**, v. 83, p. 2480-2485, 1990.

DELLA LUCIA, T. M.; VILELLA, E.; MOREIRA, D. D. O. Criando saúvas em laboratório. **Ciência hoje**, v. 6, n. 35, p. 28-29, 1987.

- DURAIJAJ, C.; VENUGOPAL, M. S. Effects of NIM and nochion on rice bug (*Leptocorisa occulta*): **International rice research news letter**, New Delph, v. 18, p. 3, set., 1993.
- EISEMANN, C. H. et al. Larvicidal activity of lectins on *Lucilia cuprina*: mechanism of action. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 72, p. 1-10, 1994.
- EHLERS, J. D.; HALL, A. E. Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). **Field Crop. Research**, v. 53, p. 187-204, 1997.
- FARIS, D. G. The chromosome number of *vigna sinensis* (L.) Savi. **Can. J. Genet. Cytol.**, v. 6, p. 255-258, 1965.
- FEBVAY, G.; KERMARREC, A. Digestive physiology of leaf-cutting ants. In: LOFGREN, C. S.; VANDER MEER, R. K. **Fire ants and leaf-cutting ants biology and management**. Boulder: Westview Press, 435p., p. 274 -288, 1986.
- FERNANDES, J. M. C. As doenças das plantas e o sistema de plantio direto. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA DIRETO, 2, 1997, Passo Fundo, R. S. **Anais**. Passo Fundo: EMBRAPA – CNPT. p. 43-80, 1997.
- FERY, R. L. The genetics of cowpeas: a review of the world literature. In: SINGH, S. R., RACHIE, J. M., eds. **Cowpea research, production and utilization**. Chichester, Jonh Wiley, 1981. p. 25-62.
- FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 7.ed. Rio de Janeiro: Athenen, 1986. p. 145.
- FREIRE FILHO, F. R. Origem, evolução e domesticação do caupi. In: ARAÚJO, J. P. P.; WATT, E. E. (Eds.). **O caupi no Brasil**. Brasília: IITA/EMBRAPA, 1988. cap. 1, p. 27-46.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q. Novas linhas de pesquisa e perspectivas de melhoramento do caupi. **Resumo da IV Reunião Nacional de Pesquisa de Caupi**. Teresina – PI: EMBRAPA, p. 33-34, 1996.

GALLO, D. et al. **Manual de Entomologia Agrícola**. São Paulo, Agronômica Ceres, 1988. 649p.

GATEHOUSE, A. M. R et al.. Potencial of plant-derived genes in the genetic manipulation of crops for insect resistance. **J. Sci. Food Agric.**, v. 55, p. 63-74, 1991.

GATEHOUSE. A. M. R. et al.. Effect of seed lectins from *Phaseolus vulgaris* on the development of the *Callosobruchus maculatus*: mechanism or toxicity. **J. Sci. Food Agric.**, v. 35, p. 373-380, 1984.

GHOSH, D. K.; GHOSH, A. K; BHATTACHARYA, A. Differentiation of *Leishmania* strains of Indian origin by lectin mediated agglutination. **Parasitol.** v. 38, p. 331-332, 1987.

GOLDSTEIN, I. J.; HAYES, C. E. The lectins: carbohydrate-binding proteins of plants and animals. **Carbohydr. Chem. Biochem.**, v. 35, p. 601-615, 1978.

GOMES, P. **Soja**. São Paulo, Livraria Nobel S.A. 1975. 152p.

GONÇALVES, N. G. G. **Manipulação cultural da saúva do nordeste em agroecossistemas de feijão-de-corda**. Fortaleza, 1984. 94p, Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia/UFC, 1994).

GONSALVES, A. D. A formiga saúva como fator geológico. **O Campo**. v. 6, n. 3, p. 12-19, 1935.

GORDON, J. F. Algal protein and human diet. In. LAURIE, R.A ., ed. **Protein as human food**, Westport, AVI, 1970. p. 328-345.

HINKLE, G. et al. Phylogeny of the attine ant fungi bases on analysis of small subunit ribosomal RNA gene sequences. **Science**, v. 266, p. 1695-1697, 1994.

HOLLDÖBLER, B.; WILSON, E. O. **The ants**. Cambridge: the Belknap Press, 1990. 732p.

HORI, M. Antifeedling, settling inhibitory and toxic activities of labiate essential oils against the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (*Homoptera: Aphididae*). **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 34, n. 1, p. 113-118, 1999.

HOWELL, R. W.; CALDWELL, B. E. Genetic and other biological characteristics. In: SMITH, A. K. , CIRCLE, S. J. **Soyabeans: chemistry and tecnology**, Wesport, the AVI Publishing Co., v. 1, 1972. p. 27-59.

HUANG, Y.; HO, S. H.; KINI, R. M. Bioactivities of safrole and isosafrole on *Sitophilus zeamais* (*Coleoptera: Curculionidae*) and *Tribolium castaneum* (*Coleoptera: Tenebrionidae*). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 92, n. 3, p. 676-683, 1999.

HUESING, J. E. et al. **Plant Physiol.**, v. 96, p. 993-996. 1991.

HUESING, J. E.; MURDOCK, L. L.; SHADE, R. E. Rice and stinging nettle lectins: insecticidae activity similar to wheat germ agglutinin. **Phytochem.**, v. 30, n. 11, p. 3565-3568, 1991.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola – LSPA**. Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro. v. 11, n. 11, p. 1-77, 1999.

IBRAHIM, J. et al.. **Essential oils of selected Malaysian plants and their potential uses**. Forestry and forest products research: proceedings of the third conference, October 3-4, 1995, FRIM, Kepong. v.1: papers from the FRIM-

ODA collaboration projects under the programme “Foundations for Sustainable Management of Rain Forest in Southeast Asia”. p. 97-103. 1996.

ISIDRO, R. **Ação de lectinas vegetais sobre o comportamento da saúva do nordeste (*Atta opaciceps* Borgmeier, 1939).** Fortaleza, 1996. 108p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia/UFC, 1996).

JANSEN, D. H.; JUSTER, H. B.; LIENER, I. R. Insecticidal action of the phytohemagglutinin in black beans on a Bruchid beetle. **Science**, v. 192, p. 795-796, 1976.

LOFGREN, C. S.; VANDER MEER, R. K. **Fire ants and leaf-cutting ants biology and management.** Boulder: Westview Press, 1986. 435p.

LYUBIMOVA, N. V. et al. Lectin-carbohydrate interaction and its role in the cell-cell recognition in the system potato tuber-potato blight fungs. In: KOCOUREK, J.; FREED, D. L. J. Eds: **Lectin: Biology, Biochemistry, Clinical Biochemistry**, v. 7, p. 273-285, 1990.

MADDOCK, S. E. et al. **Third International Congress for Plant Molecular Biology**, Abstract No. 372. Tucson, AZ, USA, 1991.

MARICONI, F. A. M. **As saúvas.** São Paulo: Ceres, 1970. 167p.

MARICONI, F. A. M. **Inseticidas e seu emprego no combate às pragas.** Nobel, São Paulo-SP, 1983, 466p.

MARICONI, F. A. M.; PAIVA CASTRO, U. Notas sobre a saúva e o sauveiro. **O Biológico**, v. 26, n. 6, p. 97-108, 1960.

MARICONI, F. A. M.; ZAMITH, A. P. L.; PAIVA CASTRO, U. As saúvas de Piracicaba e municípios vizinhos e sua relação com a flora, solo e clima. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DO BRASIL, 13, 1964, Recife. **Anais...** Recife, 1964. p. 285-286.

MARTIN, J. S.; MARTIN, M. M. Presence of protease activity in rectal fluid of attine ants. **J. Insect Physiol.**, Oxford, v. 16, n. 2, p. 227-232, 1970.

METCALF, C. L.; FLINT, W. P. **Destructive and useful insect**. New York: McGraw-Hill. 1087p, 1962.

MIRANDA, P. A. Melhoramento genético, aliado a outras alternativas, pode tornar as culturas do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] sustentáveis no Nordeste. **Resumo da IV Reunião Nacional de Pesquisa de Caupi**. Teresina – PI: EMBRAPA, p. 35-36, 1996.

MIRELMAN, D. et al. Inhibition of fungal growth by wheat germ agglutinin. **Nature**, v. 236, p. 414 - 417, London, 1975.

MISHIKIND, M. et al. Immunocytochemical localization of wheat germ agglutinin in wheat. **J. Cell Biol.**, v. 92, p. 753 - 764, 1982.

MOLANO, J.; B. BOWERS; CABIB, E. Distribution of chitin in the yeast cell wall. An ultrastructural and chemical study. **J. Cell Biol.**, v. 85, p. 199 - 212, 1980.

MORETTI, M. D. L. et al. Antifeedant effects of some essential oils *Ceratitis capitata* Wied. (*Diptera: Tephritidae*). **The Journal of Essential Oil Research.**, v. 10, n. 4, p. 405 - 412, 1998.

MORSE, W. J. **Cowpeas. culture and varieties**. Washington, USDA, 18p, 1920.

MOSER, J. C. Pheromones of Social Insects. In: **Control of Insect Behavior by Natural Products**. (Ed. by WOOD, D. L.; SILVERSTEIN, R. M. and NAKAJIMA, M.). p. 162-172. Academic Press, New York, 1970.

MUCHOVEJ, J. J.; DELLA LUCIA, T. M.; MUCHOVEJ, R. M. C. *Leucoagaricus weberi* sp. nov. from a live nest of leaf-cutting ants. **Mycol. Res.**, v. 95, n. 11, p. 1308 - 1311, 1991.

MURDOCK, L. L. et al. Biological effects of plant lectin on the cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus*. **Phytochemistry**. v. 29, p. 85-89, 1990.

NAMRATA, P. et al. Larvicidal action of essential oils from plants against the vector mosquitoes *Anopheles stephensi* (Liston), *Culex quinquefasciatus* (Say) and *Aedes aegypti* (L.). **International Pest Control.**, v. 42, n. 2, p. 53 - 55, 2000.

NG, N. Q.; MARECHAL, R. Cowpea taxonomy, origin and germplasm. In: SINGH, S. R.; RACHIE, K. O., eds. **Cowpea research, production and utilization**. Chichester, John Wiley, p. 11 - 21, 1985.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. O. L. **Domesticação da Saúva: Estudo do comportamento da saúva do Nordeste** *Atta opaciceps* Borgmeier, 1939, (*Hymenoptera: Formicidae*) em área de periferia de sauveiros naturais. 2000. 164p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2000.

PADMAJA, P. G.; RAO, P. J. Efficacy of certain plant oils on the American bollworm *Helicoverpa armigera* Hubner. **Pesticide Research Journal**, v. 2, n. 1, p. 107 - 111, 2000.

PAGNOCCA, F. C. et al. Toxicity of sesame extracts to the symbiotic fungus of leaf-cutting ants. **Bull. Entomol. Res.**, v. 80, p. 349 - 352, 1990.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**, São Paulo: Manole, 1991. 359p.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: ESALQ, 1990. 467p.

PITAROKILI, D. et al. Composition and antifungal activity of the essential oil of *Salvia pomifera* subsp. *Calycina* growing wild in greece. **J. Essent. Oil. Res.**, v. 11, p. 655-659, 1999.

POSEY, D. A. Ethnoentomological survey of amerind groups in lowland Latin America. **Florida Entomologist**, v. 61, n. 4, p. 225 - 229, 1978.

PUSZTAI, A . **Plant Lectins**. Cambridge University Press, 1991. 263p.

PUSZTAI, A.; BARDOCZ, S. **Lectins biomedical perspectives**. Tayl e Francis, Aberdeen, Scotland. 1995. 321p.

PUSZTAI, A.; CLARKE, E. M. W.; KING, T. P. Nutritional evaluation of the trypsin inhibitor from cowpea. **Nutr. Soc.**, v. 38, p. 115 - 120, 1979.

QUINLAN, R. J.; CHERRETT, J. M. The role of fungus in the diet of the leaf-cutting ant *Atta cephalotes* L. **Ecol. Entomol.**, v. 4, p. 151 - 160, 1979.

RAHBÉ, Y; FEBVAY, G. Protein toxicity to aphids: an in vitro test on *Acyrtosiphon pisum*. **Ent. Exp. Appl.** v. 67, p. 149-160. 1993.

RAHBÉ, Y et al. Toxicity of lectins and processing of ingested proteins in the pea aphid *Acyrtosiphon pisum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**. v. 76, p. 143 - 155, 1995.

REBOUÇAS, M. A. A; CRISÓSTOMO, L. A.; PAIVA, J. P. Estudo da adubaçāo nitrogenada do feijão-de-corda, *Vigna sinensis* (L.) Savi, pela análise química da folha. Departamento de Fitotecnia/UFC. **Relatório de Pesquisa – Programa Agropecuário com Experimentação e Tecnologia**, 8p., 1977.

ROSS, H. H. **A textbook of entomology**. New York: Jonh Wiley & Sons, 1959. 519p.

RÜDIGER, H. Plant Lectins - More than tools for glycoscientists: Occurrence, structure, and possible functions of plant lectins. **Acta Anatomica**, v. 161, n. 130 - 152, 1998.

SALES, F. J. M. de. Insetos e formas afins em agroecossistemas de soja no estado do Ceará. **Fitossanidade**, v. 3, n. 1/2, p. 57 - 58, 1979.

SALES, F. J. M. de. **Relatório do programa de pós-doutorado do bolsista Fernando João Montenegro de Sales, processo n. 6804/84-2. Período mar., 1986 a jun., 1986.** Southampton: Universidade de Southampton/Departamento de Biologia, 1986. 57p. (Relatório Técnico-Científico).

SALES, F. J. M. de. **Domesticação da saúva.** Fortaleza: CCA/UFC/Departamento de Fitotecnia, 1991a.(Resultados de experimentação não publicada).

SALES, F. J. M. de. **Saúvas: bioecologia, comportamento e fontes queromonais.** Fortaleza, CCA/UFC/Departamento de Fitotecnia, 1991b. 277p. (Tese para Concurso de Professor Titular).

SALES, F. J. M. de. **Saúvas: comportamento, domesticação e aleloquímicos.** EdiAtta, Fortaleza-CE, 1998, 326p.

SANTOS, A. A.; AQUINO, A. B.; SANTOS, A. B. Reações de genótipos de feijão macassar à podridão das raízes, causada por *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia solani* e *Fusarium oxysporum*. **EPACE: Relatório Anual de Pesquisa.** v. 1, p. 142 - 148, 1993.

SAXENA, R. C. **Scope of NIM for developing countries.** In: WORLD NIM CONFERENCE SOUVENIR, 1993, Nairobi. Paper presented at World NIM Conference Souvenir. Nairobi. p. 24-28, 1993.

SEABRA, A. N. A saúva destrói anualmente um terço da produção agrícola brasileira. **Lavoura Arrozeira**, v. 1, n. 7, p. 30 - 31, 1947.

SELLSCHOP, J. P. F. Cowpeas. *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Field Crop Abstr.**, v. 15, p. 4, p. 259 - 266, 1962.

SHARON, N. Lectins. **Sci. Amer.**, v. 236, n. 6, p. 108 - 109, 1977.

SHARON, N.; LIS, H. **Lectins, Chapman and Hall, London**, 1989. 127p.

SHUKLE, S.; MURDOCK, H. A. pH dependent low-molecular weight blood group a specific lectin from *Crotalaria striata* seed: purification and carbohydrate specificity. **Biochem. Arch.**, v. 6, p. 207-215, 1990.

SILVA, A. G. da. Terceira contribuição ao conhecimento biocronológico da ocorrência de pragas agrícolas no Ceará. **Bol. Soc. Cear. Agron.**, v. 4, p. 41 - 44, 1963.

SILVA, A. G. Índice bio-cronológico da ocorrência de pragas agrícolas no Ceará. **Bol. Soc. Cear. Agron.**, v. 7, p. 43 - 48, 1966.

SINGH, S.; UPADHYAY, R. K. Essential oils: A potent source of natural pesticides. **Journal of Scientific & Industrial Research.**, v. 25, p. 676 - 683, 1993.

SINGH, U.; SINGH, B. Tropical grain legumes as important human foods. **Economic Botany**, v. 46, p. 310 - 321, 1992.

SIQUEIRA, C. G. et al. Metabolism of plant polysaccharides by *Leucoagaricus gongylophorus*, the symbiotic fungus of the leaf-cutting ant *Atta sexdens* L. **Appl. And Environ. Microbiol.**, v. 64, n. 12, p. 4820 - 4822, 1998.

SMITH, A .K.; CIRCLE, S.J. Chemical composition of the seed. **Soybeans: chemistry and technology**. Westport: AVI, 1972. p. 61-62.

STEELE, W. M. Cowpeas: *Vigna unguiculata* (Leguminosae – Papilionatae). In: SIMONDS, N. W., ed. **Evolution of Crop Plant**. London, Longmans, p. 183-185, 1976.

STEELE, W. M.; MEHRA, K. L. Structure, evolution and adaptation to farming systems and environments in *Vigna*. In: SUMMERFIELD, R.J.; BUTING, A.H. (Eds.). **Advances in Legume Science**. London: Royal Botanical Gardens, v. 1, cap. 7. 1980. p. 393-402.

STODDART, R. W.; HERBERTSON, B. M. The use of fluorescein-labelled lectins in the detection and identification of fungi pathogenic for man: a preliminary study. **J. Med. Microbiol.**, v. 2, p. 315 - 324, 1978.

STRADLING, D. J.; POWELL, R. J. The cloning of more highly productive fungal strains: a factor in the speciation of fungus-growing ants. **Experientia**, v. 42, n. 1986, p. 962-964, 1986.

TEIXEIRA, S. M.; MAY, P. H.; SANTANA, A. C. Produção e importância econômica do caupi no Brasil. In: ARAÚJO, J. P. P.; WATT, E. E. (Eds.). **O Caupi no Brasil**. Brasília: IITA/EMBRAPA, 1988. cap. 4, p. 99 - 126.

TORRES FILHO, J.; OLIVEIRA, A. C. M.; SÁ, M. de F. P. Seleção de linhagens de caupi resistentes à sarna no Planalto da Ibiapaba-CE. **EMBRAPA-CE**, n. 29, 6p. 1995.

TOWSEND, C. H. T. A formiga saúva, hábitos, ninhos, inimigos e meios de combate. **Boletim Agricultura**, v. 22, n. 3/4, p.58 - 73, 1921.

TRIPATHI, A. K. et al. Repellent and insecticidal properties of *Piper retrofractum* against insect pests of crops and stored grain. Biotechnology of spices, medicinal and aromatic plants. In: THE NATIONAL SEMINAR ON BIOTECHNOLOGY OF SPICES AND AROMATIC PLANTS, 1996. Calicut, Índia. **Proceedings ...Calicut**. 1997. p. 134 - 138.

TRONCHIN, G. et al.. Cytochemical and ultrastructural studies of *Candida albicans*. II. Evidence for a cell wall coat using concanavalin A. *J. Ultrastruct. Res.*, v. 75, p. 50 - 59, 1981.

TSOUKATOU, M. et al. Chemical intra-Mediterranean variation and insecticidal activity of *Crithmum maritimum*. *Zeitschrift Fur Naturforschung C – A Journal of Biosciences*, Athens, v. 56, n. 3-4, p. 211 - 215, mar./april 2001.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, Centro de Ciências. Departamento de Química Orgânica e Inorgânica. *Óleos essenciais de plantas do Nordeste*. Fortaleza: Edições UFC, 1981. 210p. (Relatório Técnico)

UZOGARA, S. G.; OFUYA, Z. M. processing and utilization of cowpea in developing countries: a review. *Journal of Food Processing and Preservation*, n. 16, p. 105 - 147, 1992.

VAN DAMME, E. J. M.; ALLEN, A. K.; PEUMANS, W. J. Isolation and characterization of a lectin with exclusive specificity towards mannose from snowdrop (*Galanthus nivalis*) bulbs. *Febs Letters*, v. 251, n. 1, p. 140 - 144, 1987.

VAN DAMME. E. J. M.; GOLDSTEIN, I. J.; PEUMANS. W. J. *Phytochemistry*. v. 30, p. 509 - 514, 1991.

VENTURA, M. U., VENDRAMIM, J. D. Toxicidade para lagartas de *Phthorimaea operculella* (Zell.) dos aleloquímicos 2-tridecanona e 2-undecanona presentes em tomateiro (*Lycopersicum* spp.). *Scientia Agrícola*, v. 52, n. 3, p. 458-461, 1995.

VERDCOURT, B. Studies in the Leguminosae – Papilionoidae for the tropical East Afrika: IV. *Kew Bull.*, v. 24, p. 507 - 570, 1970.

VERNALHA, M. M.; CARNEIRO, E. J. Contribuição ao conhecimento da composição química dos resíduos de “panela de lixo” das formigas cortadeiras. **Arq. Biol. Tecnol.**, v. 9, p. 77 - 81, 1954.

WATT, E. E. **first annual report on IITA/EMBRAPA/IICA – Cowpea Program in Brasil**. Goiânia, EMBRAPA – CNPAF, 55p, 1978.

WEBER, N. A. Fungus-growing ants. **Science**, v. 153, n. 3734, p.587-604, 1966.

WEBER, N. A. A ten-year laboratory colony of *Atta cephalotes*. **Annals of Entomological Society of America**. v. 69, n. 5, p. 825-829, 1976.

WEBER, N. A. The fungus-culturing behavior of ants. In: international mycological congress, 2, 1977, Tampa. **Abstract...** Tampa, 1977. 722p.

WHITTAKER, R. H.; FEENY, P. P. Allelochemics: chemical interaction between species. **Science**, v. 171, n. 3973, p. 757 - 770, 1971.

WILSON, E. O. **The Insects Societies**. Cambridge: The Belknap, 1974. 548p.

WILSON, E. O. Causes of ecological success: the case of the ants. The sixth tansley lecture. **J. Anim. Ecol.**, v. 56, p. 1 - 9, 1987.

WOLF, W. J.; COWAN, J. C. **Soyabeans as a food source**. Cleveland: Chemical Rubber Co., 1975. 86p.