

INCREMENTO DA EFICIÊNCIA DE ISCAS DESTINADAS AO
CONTROLE DA FORMIGA CORTADEIRA *Atta sexdens rubropilosa*
(HYMENOPTERA: FORMICIDAE) MEDIANTE O USO DE EXTRATO
DE GLÂNDULA DE VENENO E FARINHA FOLIAR DE GERGELIM.

GABRIELA DOMINGOS DE FIGUEIREDO TATAGIBA ARAUJO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO - UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
Julho – 2011

INCREMENTO DA EFICIÊNCIA DE ISCAS DESTINADAS AO
CONTROLE DA FORMIGA CORTADEIRA *Atta sexdens rubropilosa*
(HYMENOPTERA: FORMICIDAE) MEDIANTE O USO DE EXTRATO
DE GLÂNDULA DE VENENO E FARINHA FOLIAR DE GERGELIM.

GABRIELA DOMINGOS DE FIGUEIREDO TATAGIBA ARAUJO

Dissertação apresentada ao
Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias
da Universidade Estadual
do Norte Fluminense Darcy
Ribeiro, como parte das
exigências para obtenção
do título de Mestre em
Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Omar Eduardo Bailez
Co-orientador: Prof.^a Ana Maria M. Viana-Bailez

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
Julho – 2011

INCREMENTO DA EFICIÊNCIA DE ISCAS DESTINADAS AO
CONTROLE DA FORMIGA CORTADEIRA *Atta sexdens rubropilosa*
(HYMENOPTERA: FORMICIDAE) MEDIANTE O USO DE EXTRATO
DE GLÂNDULA DE VENENO E FARINHA FOLIAR DE GERGELIM.

GABRIELA DOMINGOS DE FIGUEIREDO TATAGIBA ARAUJO

Dissertação apresentada ao
Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias
da Universidade Estadual
do Norte Fluminense Darcy
Ribeiro, como parte das
exigências para obtenção
do título de Mestre em
Produção Vegetal.

Aprovada em 05 de julho de 2011.

Comissão Examinadora:

Milton Erthal Junior (Dr., Produção Vegetal) – IFF

José Oscar Gomes de Lima (Dr., Entomologia) – LEF/CCTA/UENF

Prof^a. Ana Maria Matoso Viana-Bailez (Dra., Biologia do Comportamento) –
LEF/CCTA/UENF

Prof. Omar Eduardo Bailez (Dr., Biologia do Comportamento) – LEF/CCTA/UENF

Orientador

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pelo dom da minha vida e de todas as pessoas que amo; pela imensidão de seu amor e por nunca me desamparar;

Ao meu esposo, Alexandre, por sua paciência, respeito e amor, capazes de superar as dificuldades enfrentadas no período do meu mestrado. Obrigada por apoiar meus estudos e por acreditar em mim, te amo muito!

A meus pais e meu irmão, pelo carinho, apoio e compreensão em todos os momentos de tribulação e de alegria, em especial, ao meu irmão por me acompanhar e ajudar nos testes de campo e por me amparar no período que estive sem bolsa;

A todos os meus amigos fiéis, em especial:

A Karla e Juliana, pela companhia, mesmo a distância, nos momentos tortuosos da vida, e

A Zelita, por me ouvir e ajudar a organizar minhas idéias e por me acolher em sua casa sempre que necessito;

Aos professores, Omar e Ana, que são verdadeiros pais na vida acadêmica, nos ensinando a acertar e a assumir erros, em especial:

À professora Ana pela oportunidade de realizar o mestrado, pela paciência e pela sinceridade em todos os momentos, e

Ao professor Omar por me aceitar como sua aluna de mestrado e por todo o suporte com as análises estatísticas;

Aos colegas de laboratório: Arli, Denise, Rita, José Hildefonso, Victor, Shênia, Sheila, Fabíola, Thayana, Jéssica e Camila, por todo o auxílio prestado e por me ouvirem quando precisei. Com agradecimento especial:

A Fabíola pela identificação de formigas,

Ao Victor pela ajuda com a edição de vídeos e por me ensinar a utilizar o programa para realizar as análises estatísticas,

A Jéssica pela colaboração na confecção de iscas e suporte de inglês, e

A Thayana e Shênia pela colaboração na preparação dos extratos;

À professora Rosana e a Cláudia Pombo, do setor de melhoramento vegetal, por fornecerem as folhas de batata-doce utilizadas no trabalho;

Ao professor Geraldo Gravina pela paciência e ajuda estatística, e

A FAPERJ/ UENF pela concessão da bolsa de mestrado,

O meu muito obrigada!

***"Nenhum sucesso na vida
compensa o fracasso no lar".***

(David O. McCay)

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xii
LISTA DE SÍMBOLOS.....	xiii
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT.....	xvi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Comunicação química em formigas.....	4
2.2. Danos causados por formigas cortadeiras.....	6
2.3. Controle químico de formigas cortadeiras.....	8
2.3.1. Formulações químicas e formas de aplicação.....	9
2.3.1.1. Formulações que otimizam a atratividade.....	11
2.3.1.2. Formulações vegetais nocivas ao formigueiro..	13
2.4. Controle de formigas cortadeiras.....	14
3. HIPÓTESES CIENTÍFICAS.....	17
4. OBJETIVOS.....	18
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
5.1. Ninhos de <i>Atta sexdens rubropilosa</i>	19

5.1.1. Ninhos de laboratório.....	19
5.1.1.1. Ninhos com câmara única.....	19
5.1.1.2. Ninhos com câmaras múltiplas.....	20
5.1.1.3. Miniformigueiros.....	21
5.1.2. Ninhos de campo.....	21
5.2. Preparação de extratos.....	22
5.2.1. Extrato cuticular de larva.....	22
5.2.2. Extrato da glândula de veneno.....	23
5.3. Confeção de iscas.....	23
5.3.1. Iscas sem polpa cítrica.....	23
5.3.2. Iscas com polpa cítrica.....	24
5.3.3. Iscas plásticas.....	24
5.3.3.1. Iscas empanadas com farinha de trigo e suco de laranja.....	24
5.3.3.2. Iscas empanadas com farinha de trigo.....	24
5.3.3.3. Iscas empanadas com farinha foliar.....	24
5.4. Experimento 1: Transporte de iscas com extratos homocoloniais.....	26
5.4.1. Testes em laboratório.....	26
5.4.2. Testes no campo.....	26
5.5. Experimento 2: Distribuição de iscas no ninho.....	29
5.6. Experimento 3: Toxicidade foliar.....	29
6. RESULTADOS.....	31
6.1. Experimento 1: Transporte de iscas com extratos homocoloniais.....	31
6.1.1. Testes em laboratório.....	31
6.1.2. Testes no campo.....	33
6.2. Experimento 2: Distribuição de iscas no ninho.....	37
6.3. Experimento 3: Toxicidade foliar.....	39
7. DISCUSSÃO.....	43
8. CONCLUSÕES.....	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Lista dos princípios ativos registrados como formicidas disponíveis no mercado.....	9
Tabela 2: Precipitação, temperatura e umidade relativa do ar na região de Campos dos Goytacazes – RJ, nos dias de realização dos testes com extrato homocolonial da glândula de veneno de <i>Atta sexdens rubropilosa</i> no campo (08, 09, 10, 22 e 23 de fevereiro de 2011).....	28
Tabela 3: Iscas empanadas com farinha de trigo (controle), com farinha foliar de gergelim e farinha foliar de batata-doce, consumidas por operárias de <i>Atta sexdens rubropilosa</i> (n=18. ANOVA, GL= 2; F= 16,98; p= 0,00001. Teste de Tukey, p= 0,0002).....	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da glândula de veneno em <i>Atta</i> . (A) Extremidade do gáster e (B) glândula de veneno.....	06
Figura 2: Ninho de <i>Atta sexdens rubropilosa</i> utilizado nos testes de laboratório. (A) Arena de forrageamento e (B) câmara com jardim de fungo.....	20
Figura 3: Ninho de <i>Atta sexdens rubropilosa</i> em sistema de câmaras múltiplas. (A) arena de forrageamento principal e (B) arena de forrageamento secundária.....	20
Figura 4: Miniformigueiro extraído de um ninho de <i>Atta sexdens rubropilosa</i>	21
Figura 5: Localização dos ninhos de <i>Atta sexdens rubropilosa</i> (1, 2 e 3) na área experimental situada no Clube de Regatas Saldanha da Gama, Campos dos Goytacazes-RJ. Escala 1: 10.....	22
Figura 6: Preparação de extrato da glândula de veneno. (A) Abdômenes de operárias forrageadoras de <i>Atta sexdens rubropilosa</i> são retirados. (B) A glândula de veneno é localizada e (C) glândula de veneno em um frasco de vidro contendo solvente.....	23
Figura 7: Iscas utilizadas na execução dos experimentos. (A)	

Isclas sem polpa cítrica; (B) isclas com polpa cítrica; (C) isclas plásticas empanadas com farinha de trigo e suco de laranja; (D) isclas plásticas empanadas com farinha de trigo; (E) isclas plásticas empanadas com farinha foliar de gergelim; (F) isclas plásticas empanadas com farinha foliar de batata-doce..... 25

Figura 8: Ponto de oferta de isclas artesanais com ou sem extrato da glândula de veneno, no campo. (A) Marcação no centro da trilha das distâncias de 0,2m; 1,0m; 5,0m e 10,0m, a partir do olheiro (Escala 1: 1). (B) Marcação ao lado da trilha das distâncias de 0,2m; 1,0m; 5,0m e 10,0m, a partir de seu centro (Escala 0,6: 1). Os locais de oferta das isclas estão representados em (B) por (x)..... 28

Figura 9: Número de isclas, impregnadas com o solvente diclorometano (controle), com extrato cuticular de larva homocolonial e com extrato da glândula de veneno homocolonial, transportadas ao ninho por operárias de *Atta sexdens rubropilosa*. Letras diferentes indicam diferença significativa (n= 30. ANOVA, GL= 2; F= 16,631; p= 0,001. Teste de Tukey, p= 0,00023)..... 32

Figura 10: Número de isclas transportadas ao ninho por operárias de *Atta sexdens rubropilosa* para isclas formuladas com ou sem polpa cítrica e impregnadas com solvente diclorometano (controle), extrato cuticular de larva homocolonial e extrato da glândula de veneno homocolonial (n= 30. ANOVA, GL= 1; F= 26,99; p= 0,001. Teste de Tukey p= 0,00001)..... 32

Figura 11: Número de isclas, impregnadas com feromônios homocoloniais de trilha, de larva ou com solvente (diclorometano), transportadas por operárias de *Atta sexdens rubropilosa* de três ninhos mantidos em laboratório (n= 30, GL= 2. ANOVA_(ninho 1); F= 1,02; p= 0,36778. Teste de Tukey_(ninho 1), p= 0,8381. ANOVA_(ninho 2); F= 12,36; p= 0,00004. Teste de Tukey_(ninho 2), p= 0,001. ANOVA_(ninho 3); F= 6,64; p= 0,0026. Teste de Tukey_(ninho 3), p= 0,01)..... 33

- Figura 12:** Número de iscas transportadas por operárias de ninhos de *Atta sexdens rubropilosa* em condições de campo. As iscas foram oferecidas a 0,2m, 1,0m e 5,0m de distância do olheiro e da trilha dos ninhos. Letras diferentes indicam diferença significativa (n= 15. ANOVA, GL= 2; F= 70,92; p= 0,001. Teste de Tukey, p= 0,002)..... **34**
- Figura 13:** Número de iscas, com ou sem septo impregnado com extrato da glândula de veneno, transportado por operárias de ninhos de *Atta sexdens rubropilosa* em condições de campo. As iscas foram oferecidas a: 0,2m, 1,0m e 5,0m do olheiro e da trilha dos ninhos (n= 15. ANOVA, GL= 2; F= 0,112; p= 0,7387. Teste de Tukey, p= 0,7389)..... **34**
- Figura 14:** Número de testes onde iscas com ou sem septo, impregnado com extrato da glândula de veneno, oferecidas a 0,2m de distância da trilha e do olheiro de ninhos de *Atta sexdens rubropilosa* em condições de campo, foram encontradas dentro do primeiro minuto de observação. Letras diferentes indicam diferença significativa (n= 15. $\chi^2_{\text{calc.}} = 5,4$; GL= 1; p= 0,0201)..... **35**
- Figura 15:** Número de testes onde iscas com ou sem septo, impregnado com extrato da glândula de veneno, oferecidas a 0,2m de distância da trilha e do olheiro de ninhos de *Atta sexdens rubropilosa* em condições de campo, foram completamente transportadas aos 30 minutos de observação. Letras diferentes indicam diferença significativa (n= 15. $\chi^2_{\text{calc.}} = 5,4$; GL= 1; p= 0,0201)..... **36**
- Figura 16:** (A) e (B) Formigas do gênero *Ectatomma* transportando iscas formuladas com polpa cítrica. (C) Formigas dos gêneros *Ectatomma* e *Pheidole* no local de oferta de iscas formuladas com polpa cítrica. (D) e (E) Infestação de formigas do gênero *Pheidole* no local de oferta de iscas formuladas com polpa cítrica com septo impregnado com extrato da glândula de veneno de *Atta sexdens rubropilosa*. (F) *A. sexdens rubropilosa*

- transportando isca formulada com polpa cítrica. (G) Operárias de *A. sexdens rubropilosa* iniciando o transporte para o ninho do septo impregnado com extrato da glândula de veneno homocolonial. (H) *A. sexdens rubropilosa* entrando no olheiro do ninho com isca formulada com polpa cítrica..... **37**
- Figura 17:** Porcentagem de distribuição de iscas oferecidas a dois ninhos (1 e 2) de *Atta sexdens rubropilosa*, após 1 hora e 24 horas da oferta das iscas na arena de forrageamento. Estão representados em cinza câmaras de fungo; em branco, câmaras vazias; em preto, câmaras de lixo; em verde, arenas de forrageamento e em vermelho o local onde iscas foram oferecidas. Números romanos iguais indicam câmaras localizadas a uma mesma distância da entrada da arena de forrageamento principal (arena maior)..... **38**
- Figura 18:** Sobrevivência dos miniformigueiros de *Atta sexdens rubropilosa* tratados com uma dose única de iscas confeccionadas com farinha de trigo (controle), com farinha foliar de batata-doce e farinha foliar de gergelim (n=9. Teste de Kruskal-Wallis, GL= 2; H= 0,033; p= 0,9836)..... **40**
- Figura 19:** Perda na massa de fungo (%) dos miniformigueiros de *Atta sexdens rubropilosa* tratados com iscas empanadas com farinha de trigo (controle), com farinha foliar de batata-doce e com farinha foliar de gergelim. Letras diferentes indicam diferença estatística (n=9. Teste de Kruskal-Wallis, GL= 2; H= 6,11; p= 0,0471)..... **40**
- Figura 20:** Mortalidade de operárias de *Atta sexdens rubropilosa* tratadas com iscas empanadas com farinha de trigo (controle), com farinha foliar de batata-doce e farinha foliar de gergelim durante nove semanas. (A) Mortalidade por semana e (B) Mortalidade acumulada a cada semana (n= 9. ANOVA, GL= 2; F= 2,86; p= 0,084. Teste de Tukey, p= 0,04)..... **41**

Figura 21: Corte de folhas em miniformigueiros de *Atta sexdens rubropilosa*, tratados com iscas empanadas com farinha de trigo (controle), com farinha foliar de batata-doce e com farinha foliar de gergelim durante dez semanas (n= 18. ANOVA, GL= 2; F= 0,043; p= 0,958. Teste de Tukey, p< 0,9)..... **42**

LISTA DE ABREVIATURAS

Adenosina 3-fosfato.....	ATP
Diclorometano.....	DCM
Metil-4-metilpirrol-2-carboxilato.....	M4MP2C
2-etil-2-5-dimetilpirazina.....	2E25DMP
3-etil-2-5-dimetilpirazina.....	3E25DMP
Extrato Cuticular de Larva.....	ECL
Extrato da Glândula de Veneno.....	EGV
Fibra de Madeira de Média Densidade (Medium-density fiberboard).....	MDF
Poluentes Orgânicos Persistentes.....	POPs
Conselho de Manejo Florestal (Forest Stewardship Council).....	FSC
Instituto de Pesquisas Florestais.....	IPEF
Laboratório de Entomologia e Fitopatologia.....	LEF
Universidade Estadual do Norte Fluminense.....	UENF
Análise de Variância.....	ANOVA
Tukey Honestly Significant Difference.....	Tukey HSD

LISTA DE SÍMBOLOS

Milímetro.....	mm
Centímetro.....	cm
Metro.....	m
Metro Quadrado.....	m²
Microlitro.....	μL
Mililitro.....	mL
Litro.....	L
Gramma.....	g
Porcentagem.....	%
Qui-quadrado.....	χ²
Alfa.....	α

RESUMO

ARAUJO, Gabriela Domingos de Figueiredo Tatagiba; Ms. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Julho de 2011. INCREMENTO DA EFICIÊNCIA DE ISCAS DESTINADAS AO CONTROLE DA FORMIGA CORTADEIRA *Atta sexdens rubropilosa* (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) MEDIANTE O USO DE EXTRATO DE GLÂNDULA DE VENENO E FARINHA FOLIAR DE GERGELIM. Orientador: Omar Eduardo Bailez. Co-orientadora: Ana Maria Matoso Viana-Bailez.

Formigas cortadeiras têm grande importância econômica no Brasil, sendo as saúvas as principais pragas de florestas implantadas, como *Pinus* e *Eucalyptus*. O controle químico é eficiente nestas formigas, principalmente com iscas granuladas. Porém, o principal ingrediente ativo no mercado, a sulfluramida, foi classificado como poluente orgânico persistente pela Convenção de Estocolmo e teve seu uso proibido pela Política de Químicos do Conselho de Manejo Florestal (FSC), selo verde de maior reconhecimento mundial. Dentro deste contexto, este trabalho foi realizado com a finalidade de verificar o efeito do uso de extrato cuticular de larva (feromônio de larva), extrato da glândula de veneno (feromônio de trilha), farinha foliar de gergelim e farinha foliar de batata-doce na formulação de iscas sobre a aceitação e transporte destas para ninhos de *Atta sexdens rubropilosa*. Iscas formuladas com e sem polpa cítrica foram impregnadas com 10µL de extrato da glândula de veneno (0,01 glândula/ isca) ou de extrato cuticular de larva (0,05 larva/ isca) e foram oferecidas na arena de

fORAGEAMENTO dos ninhos (50 iscas por tratamento), observando seu transporte. Iscas impregnadas com o solvente diclorometano foram utilizadas como controle. O extrato que demonstrou ser mais atrativo para as formigas foi testado no campo, impregnado em septos de borracha (100 μ L/ septo, equivalente a 0,1 glândula/ septo) colocados junto às iscas a 0,2m, 1,0m, 5,0m e 10,0m de distância da trilha e do olheiro, para comparação com o controle, onde iscas eram oferecidas sem a presença de septo (50 iscas em cada ponto de oferta). Iscas plásticas empanadas com farinha de trigo e suco de laranja foram oferecidas na arena de forrageamento dos ninhos (50 iscas por tratamento) impregnadas com 10 μ L do extrato cuticular de larva (0,05 larva/ isca) ou com o solvente diclorometano (controle). Após 1 hora e 24 horas da oferta quantificou-se as iscas presentes nas várias câmaras de fungo e as rejeitadas (descartadas). Iscas plásticas empanadas com farinha de trigo (controle), farinha foliar de gergelim ou batata-doce foram oferecidas a miniformigueiros de 250mL de fungo. Observou-se: consumo de iscas; corte e incorporação de folhas; mortalidade de operárias e dos miniformigueiros; e crescimento da massa de fungo. Os dados foram analisados por ANOVA seguida por teste de Tukey HSD, ou através dos testes de χ^2 e Kruskal-Wallis, todos a 5,0% de significância. Iscas impregnadas com o extrato da glândula de veneno foram significativamente mais transportadas que iscas com extrato cuticular de larva. No campo, o extrato da glândula de veneno reduziu os tempos de descoberta e de transporte das iscas a 0,2m de distância da trilha de forrageamento e do olheiro. O extrato cuticular de larva não contribuiu na distribuição das iscas no interior das colônias mantidas em laboratório. Iscas formuladas com farinha foliar de gergelim foram atrativas às formigas, conferiram mortalidade de operárias e redução da massa do fungo simbiote. Iscas com farinha foliar de batata-doce não apresentaram respostas significativas quanto à toxicidade às operárias ou ao fungo simbiote de *Atta sexdens rubropilosa*. O incremento do transporte de iscas e a redução no tempo de permanência destas no campo são importantes, pois reduzem as chances de contato do princípio ativo com espécies não-alvo e a perda dessas iscas no campo. O uso da farinha foliar de gergelim na formulação de iscas pode constituir-se de um bom controle para formigas cortadeiras. Portanto, tanto o uso de feromônios como o de farinha de plantas apresentam potencial para a formulação de iscas mais eficientes e ambientalmente corretas.

ABSTRACT

ARAUJO, Gabriela Domingos de Figueiredo Tatagiba; Ms. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. July, 2011. INCREASING THE EFFICIENCY OF BAITES FOR THE CONTROL THE LEAF-CUTTING ANT *Atta sexdens rubropilosa* (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) THROUGH THE USE OF VENOM GLAND EXTRACT AND LEAF FLOUR SESAME. Advisor: Omar Eduardo Bailez. Committee member: Ana Maria Matoso Viana-Bailez.

Leaf-cutting ants are pests of great economic importance in Brazil. Chemical control is effective on these ants, particularly with granular baits. However, the main active ingredient in the, sulfloramida, was classified as persistent organic pollutant by the Stockholm Convention and its use was prohibited by the Chemical Policy Forest Stewardship Council (FSC), green seal of greater worldwide recognition. In this context, this work was performed in order to check the effect of using the larval cuticular extract (larval pheromone), venom gland extract (pheromone trail), sesame leaf flour and sweet potato leaf flour in the baits formulation on the acceptance and transport for workers of *Atta sexdens rubropilosa* to the nest. Baits formulated with and without citrus pulp were impregnated with 10 μ L venom gland extract (0,01 gland/ bait) or larval cuticular extract (0,05 larvae/ bait) and they were offered in a foraging arena of the nests

(50 baits per treatment), noting its transport. Baits impregnated with solvent dichloromethane were used as controls. The extract has been shown more attractive to ants and was tested in the field impregnated with rubber septa (100 μ L/ septum, equivalent to 0.1 gland / septum) which were placed near the bait to 0.2m, 1.0m, 5.0m and 10.0m away from the trail and the nest for comparison with the control, where baits were offered without the presence of the septum (50 baits at each point of supply). Plastic baits wrapped in flour and orange juice were offered in the foraging arena of the nests (50 baits per treatment) impregnated with 10 μ L larval cuticular extract (0,05 larvae/ bait) or with solvent dichloromethane (control). After 1 hour and 24 hours of the offer was quantified bait present in the various chambers of fungus and rejected (discarded). Plastic baits wrapped in wheat flour (control), leaf flour sesame or sweet potato were offered to the nest sample with 250mL fungus. Observed: consumption of bait, cutting and incorporation of leaves; mortality of workers and of nests samples, and growth of fungus. Data were analyzed with ANOVA followed by Tukey HSD test, or tests of χ^2 and Kruskal-Wallis, all of them with 5,0% of significance. Baits impregnated with the venom gland extract (pheromone trail) were significantly more carriers to larval cuticular extract baits. In the field, the venom gland extract reduced the time of discovery and transportation of baits to 0,2m away from the foraging trail and nest. The larval cuticular extract did not contribute in the distribution of the baits within the colonies maintained in the laboratory. Baits made with leaf flour sesame were attractive to ants, gave mortality of workers and reduced the mass of the symbiotic fungus. Baits with leaf flour of sweet potato showed no significant response for toxicity workers or symbiotic fungus of *A. sexdens rubropilosa*. The increase in the transport of bait and reducing in the time spent in the field are important because they reduce the chances of contact of the active ingredient with non-target species and the loss of these baits in the field. The use of leaf flour sesame in the formulation of baits may constitute a good control for ants. Therefore, both the use of pheromones as flour plants have potential for the formulation of baits more efficient and environmentally correct.

1. INTRODUÇÃO

As formigas cortadeiras pertencem à subfamília Myrmicinae, tribo Attini, formigas cultivadoras de fungo, e são restritas ao Novo Mundo. Estas formigas são de clima tropical; ocorrem dos Estados Unidos ao centro da Argentina, entre latitudes de 40° N e 44° S, incluindo várias ilhas do Caribe em altitudes inferiores a 2.000 metros (Weber, 1972; North et al., 1997). No Brasil, ocorrem em todo o território exceto em Fernando de Noronha (Schoederer e Coutinho, 1990).

Essas formigas são associadas, positivamente, a processos ecológicos importantes como a regeneração de florestas (Vasconcelos e Cherrett, 1997), pois aceleram os processos de decomposição de vegetais e participam na fragmentação da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes (Lugo et al. 1973, Holldobler e Wilson, 1990). Um ninho pode retirar por ano do subsolo até 160 litros de terra para a superfície (Forti, 1985 *apud* Castellani et al., 2010). Por outro lado, muitas das suas espécies representam algumas das principais pragas da agricultura e silvicultura da região Neotropical (Fowler et al., 1989). No Brasil, de quinze espécies de *Atta* catalogadas, nove ocorrem no país e cinco têm importância econômica e de vinte e seis espécies de *Acromyrmex*, vinte ocorrem no país e nove são de importância econômica (Della Lucia, 2003).

Em florestas essas formigas são as principais pragas de *Pinus* e *Eucalyptus* (Boaretto e Forti, 1997). Em reflorestamentos de *Eucalyptus* causam perdas diretas, ao provocar morte de mudas e redução no crescimento de árvores. Plantios de *Eucalyptus grandis* 100% desfolhados reduziram em 45% a

produção de madeira (Freitas e Berti Filho, 1994). Segundo Oliveira (1996), em povoamentos da mesma espécie 100% desfolhados aos 6 meses de idade, ocorreu redução de 13% na produção de madeira aos 7 anos de idade. Além disso, provocam perdas indiretas com a redução da resistência das árvores à ação de outras pragas ou patógenos (Zanetti, 2007).

Segundo Zanetti et. al. (2000), antes do plantio de eucaliptais todos os ninhos devem ser eliminados e a cultura deve permanecer sem formigueiros por pelo menos um ano, caso contrário a perda pode ser total. O controle eficiente de formigas cortadeiras só é conseguido com o uso de produtos químicos, principalmente na forma de iscas (Laranjeiro e Zanúncio, 1995). No Brasil utilizam-se 13 a 16.000 toneladas por ano de iscas granuladas tóxicas (Delabie et. al., 2000) e, atualmente, o princípio ativo mais utilizado em iscas formicidas é a sulfluramida (N-etil perfluoroctano sulfonamida).

As sulfluramidas foram enquadradas recentemente no anexo A da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) como poluente orgânico (United Nations Treaty Collection, 2009) e segundo a nova política de uso dos inseticidas do Conselho de Manejo Florestal (Forest Stewardship Council, FSC) de 2008, todos os produtos à base dessa substância, registrados no Brasil, estão proibidos em empresas que desejam manter ou obter o selo verde FSC.

O Brasil conseguiu a derrogação da proibição do uso de sulfluramida em iscas formicidas, entre outras substâncias para o controle de pragas florestais, por mais cinco anos, a partir de relatórios gerados por uma comissão formada pelo Instituto de Pesquisas Florestais (IPEF). Nesses relatórios, o uso de semioquímicos foi sugerido como uma forma de redução do princípio ativo em iscas.

O FSC é o selo verde de maior reconhecimento mundial e a adesão da indústria florestal brasileira à sua certificação significa sua permanência no mercado internacional. Por consequência, torna-se urgente a procura por novos princípios ativos para iscas formicidas de eficácia similar ou superior à sulfluramida. Desta forma, técnicas ou métodos alternativos de controle que permitam reduzir as quantidades de produto utilizado ou aumentem sua eficácia no controle são de extrema importância para aumentar as possibilidades de gerar métodos alternativos de controle dessas pragas. Nesse contexto, estudos com

semioquímicos, em especial com feromônios, vêm sendo incentivados, visto que há poucos estudos atuais nesse sentido.

Alguns autores, como Robinson e Cherrett (1978), Cross et. al. (1979), Robinson et. al. (1982) e Vilela e Howse (1988) testaram o feromônio de trilha como atrativo em iscas formicidas para algumas espécies do gênero *Atta*, porém, a maioria dos trabalhos foi realizada somente em laboratório. O feromônio de larva também foi investigado como atrativo por Glancey et. al. (1970) apud Vilela e Howse (1988), Robinson e Cherrett (1974) e Viana (1996), mas estudos com este feromônio ainda precisam ser aprofundados quanto à sua utilização em iscas formicidas.

Ainda na linha dos semioquímicos, trabalhos utilizando aleloquímicos de plantas como atrativos para iscas formicidas também têm sido realizados quanto a conferir atração a iscas. Lima et. al. (2003), verificaram que a formulação de iscas com capim-jaraguá é mais atrativa à *Atta bisphaerica* do que iscas formuladas com a polpa cítrica e Fernandes et. al. (2007) constataram, para *Acromyrmex rugosus*, que iscas formuladas com nim são mais atrativas que as de polpa cítrica; e quanto à ação fungicida e/ ou inseticida, foram estudadas plantas como o gergelim (Ribeiro et. al., 1998; Peres Filho e Dorval, 2003), a mamona (Hebling et. al., 1996), o feijão-de-porco (Hebling et. al., 2000a) e a batata-doce (Hebling et. al., 2000b).

Uma forma de conseguir controle econômico e ambientalmente correto seria conferir maior atratividade às iscas granuladas formicidas, para reduzir a quantidade do princípio ativo. Outra forma seria integrar compostos vegetais nocivos às formigas nas formulações dessas iscas.

Dentro desse contexto este trabalho tem por finalidade verificar o efeito da adição de feromônio de trilha, feromônio de larva ou farinhas de folhas de gergelim e de batata-doce a iscas formicidas sobre a aceitação e transporte aos ninhos de *Atta sexdens rubropilosa*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Comunicação Química em Formigas

As formigas, assim como cupins e algumas abelhas, vespas e afídeos são considerados insetos eussociais porque compartilham o cuidado com a prole, a divisão de tarefas entre castas reprodutiva e estéril e sobrepõem duas ou mais gerações de adultos dentro de um mesmo ninho (Hölldobler e Wilson, 1990).

Os insetos sociais têm várias vantagens sobre os insetos solitários. A presença de muitos indivíduos favorece o trabalho organizado com divisão de tarefas. Outra vantagem é a possibilidade de partilhar informações, especialmente sobre a localização de alimentos, o que permite à colônia regular sua atividade de forrageamento, a partir da memorização e seleção de locais de melhor utilidade (Duncan e Ratnieks, 2006).

A coordenação das atividades dos indivíduos em uma sociedade é mediada por sinalização tátil, sonora ou química. Um dos sinais químicos comuns em formigas cortadeiras são os feromônios de trilha utilizados no forrageamento (Jeason et al., 2003).

Em alguns casos, o forrageamento é individual e não há informações para compartilhar, como as formigas do deserto (*Cataglyphis spp.*) que forrageiam insetos mortos. A comunicação só tem valia quando os recursos não podem ser transportados por um único indivíduo, ou quando há necessidade de defesa.

Locais de forrageamento renováveis também compensam a comunicação entre companheiros de ninho (Duncan e Ratnieks, 2006), como ocorre com as

formigas cortadeiras, que seguem a teoria do forrageamento eficiente. Esta teoria afirma que as colônias deveriam mostrar uma maior diversidade de dieta quando a qualidade média do recurso é baixa, buscando locais ricos em recursos palatáveis e, geralmente, aumentando a distância da fonte ao ninho (Traniello, 1989).

Para muitas espécies de formigas, comunicar informações sobre uma fonte de alimento a outros membros da colônia significa coletar e defender seu alimento mais rapidamente (Carroll e Janzen, 1973). Na comunicação entre as formigas cortadeiras os feromônios são essenciais e em um mesmo feromônio pode haver mais de um componente químico e estes podem funcionar sinergicamente e variar entre populações da mesma espécie (Vitta, 2005). Os feromônios podem ser de alarme, de território, de reconhecimento individual, de marcação de folhas e, de trilha e recrutamento.

As trilhas são realizadas por todas as formigas e podem ser exploratórias, realizadas por formigas de correição, ou de recrutamento, quando a pista feromonal é depositada pelas operárias que retornam ao ninho após descobrirem alimento (Wilson, 1963). Assim, a informação é passada de acordo com a necessidade de convocar operárias para forragear.

O feromônio de trilha e recrutamento em formigas cortadeiras é produzido na glândula de veneno que está localizada nas extremidades do gáster (Fig.1). A substância desta glândula torna-se semissólida quando em contato com o ar, é insolúvel em água e tem baixa pressão de vapor, se volatiliza lentamente no meio ambiente (Vilela et. al., 1987). Desta forma, este feromônio permanece ativo na trilha por muito tempo, sendo útil à busca de alimento, marcação do caminho para o ninho e para novos territórios ou organização da defesa contra inimigos. Outra característica das trilhas químicas está no poder de regulação da intensidade de recrutamento, que se obtém alterando as concentrações do feromônio depositado na trilha (Jaffé e Howse, 1979).

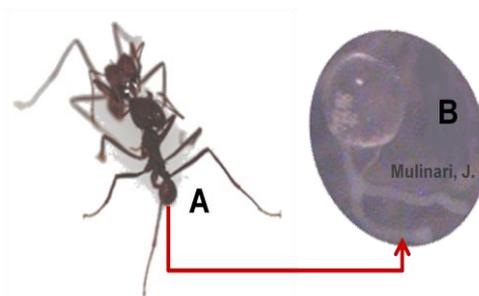


Figura 1: Localização da glândula de veneno em *Atta*. (A) Extremidade do gáster e (B) glândula de veneno.

Os principais componentes do feromônio de trilha na maioria das espécies de *Acromyrmex* e *Atta* são o 4-metilpirrol-2-carboxilato de metila e a 3-etil-2,5-dimetilpirazina. Na maioria das espécies do gênero *Atta* o pirrol é o principal componente feromonal, mas em *A. sexdens* é a pirazina (Evershed e Morgan, 1983; Billen, 1991). Geralmente as trilhas de forrageamento são temporárias, sendo abandonadas quando a fonte alimentar esgota. Todavia, para diferentes gêneros, *Pogonomyrmex* (Hölldobler, 1976), *Formica* (Rosengren, 1971), e *Atta* (Weber, 1972) as trilhas podem permanecer por meses ou anos parcialmente ou completamente limpas para facilitar a locomoção (Rockwood e Hubbell, 1987).

Uma colônia adulta de *Atta* pode manter simultaneamente três a dez trilhas de 30cm de largura a solo nu (Weber, 1972; Fowler e Robinson, 1979). Essas trilhas se denominam trilhas-tronco e dão acesso a trilhas temporárias que se conectam às fontes de recursos. Uma trilha-tronco pode ter mais de 200 metros de comprimento (Lewis et al., 1974). O custo energético da manutenção destas trilhas representa um investimento significativo de tempo e energia para a colônia (Lugo et al., 1973; Shepherd, 1982), mas é compensado com uma redução de quatro a dez vezes no custo de transporte (Rockwood e Hubbell, 1987).

2.2. Danos Causados por Formigas Cortadeiras

A capacidade de cultivar seu próprio alimento a partir de substratos vegetais abundantes permite constituir colônias, com milhões de indivíduos, como acontece nas espécies do gênero *Atta* (Weber, 1972), que 22 meses após a

fundação podem, ocupar uma área de 67m² com centenas de câmaras, chegando a uma profundidade de 7m e contando com até 10 milhões de indivíduos (Solis, 2004).

Devido aos sérios prejuízos no setor agroflorestal brasileiro, principalmente no cultivo das espécies de *Eucalyptus* e *Pinus*, as formigas cortadeiras são consideradas espécies de grande importância econômica (Boaretto e Forti, 1997). Estima-se que somente as espécies de *Atta* são responsáveis pelo corte de aproximadamente 15% das folhas produzidas nas florestas tropicais da América, sendo consideradas como herbívoros dominantes na Região Neotropical (Hölldobler e Wilson, 1990).

Em estudos de desfolhamento (Lewis e Norton, 1973; Mendes Filho, 1979), verificou-se que a perda total de folhas retarda o crescimento da planta e, que nos três primeiros anos da cultura, duas a três desfolhas consecutivas podem matar os eucaliptais. Plantios jovens de *Eucalyptus grandis* submetidos a desfolhamento artificial parcial apresentaram redução de 10,4% em diâmetro e 19,2% em altura total, e dois desfolhamentos causaram perdas de 16-18% no diâmetro e 26-28% na altura total (Silva e Diehl-Fleig, 1995).

Segundo Sousa (1996), 86 árvores do gênero *Eucalyptus* e 161 do gênero *Pinus* são necessárias para abastecer um saueiro adulto durante um ano. Para Amante (1967), 5% das plantas de *Eucalyptus* de seis anos de idade, e 10% das plantas de *Pinus* de oito anos de idade podem ser mortas a cada ano por um único saueiro. Mariconi et al. (1981), estimaram que uma operária suporta até 13 vezes seu peso (aproximadamente 10mg), logo, conseguiria transportar até 130mg de material vegetal fresco por vez. Considerando que pode realizar até 13 viagens de carregamento com 10 horas diárias de trabalho a uma velocidade de 0,60 a 1,10m/ minuto, transportaria um total de 1690mg por dia. Se cada operária vive cerca de 120 dias, e cada uma trabalhar todos os dias de sua vida, carregaria 202,8g de folhas, o que representaria 2,25% do peso total das folhas de uma *E. grandis* com 4 anos (9,0kg).

Ao analisar o efeito da densidade e tamanho de saueiros sobre a produção de madeira de eucalipto, Zanetti et al. (2000) concluíram que a variável densidade de saueiros afetou negativamente o volume de madeira produzido.

As formigas cortadeiras representam 75% dos custos e do tempo gasto no manejo integrado de pragas em florestas plantadas (Vilela, 1986). Sendo que,

30% dos gastos se concentram até o terceiro ciclo da cultura (Alípio, 1989) e são responsáveis por 7,41% do preço da madeira em pé (Rezende et al., 1983 *apud* Cantarelli et. al., 2008).

2.3. Controle Químico de Formigas Cortadeiras

Na década de 50, com a Revolução Verde, a utilização de produtos químicos foi realizada em larga escala sem preocupações com seu impacto ambiental. Nessa época, os organoclorados foram amplamente comercializados em diversas partes do mundo (Dal-Farra e Lima, 2010). Os organoclorados são substâncias lipossolúveis, facilmente absorvidos pela via digestiva, e acumulam-se no tecido adiposo (bioacumulação) e na cadeia alimentar (biomagnificação) devido à sua lenta metabolização (D'Amato et al., 2002).

Nesse grupo químico encontram-se os ciclodienos (aldrin, dieldrin, endrin, clordano, nonaclor, heptaclor e heptaclor-epóxido) e os hidrocarbonetos clorados (dodecacloro, toxafeno e clordecone) (D'Amato et al., 2002). Estas substâncias eram encontradas no mercado até sua proibição em 02 de setembro de 1985. Porém, o aldrin e o dodecacloro tiveram apenas seu uso restrito, sendo permitidos em iscas formicidas até 01 de maio de 1993, quando foram banidos definitivamente do mercado devido aos efeitos tóxicos e poluentes (Pereira, 2007).

Desde a proibição dos organoclorados houve uma crescente busca por novos compostos para o controle de pragas, assim como uma investigação maior ao redor de inseticidas seletivos e menos agressivos ao ambiente. Atualmente os ingredientes ativos de formicidas encontrados no mercado são os descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Lista dos princípios ativos registrados como formicidas disponíveis no mercado.

Nome Comum	Grupo Químico	Classe (s)
Bifentrina	Piretróide	Acaricida/ Formicida/ Inseticida
Brometo de Metila	Alifático Halogenado	Formicida/ Fungicida/ Inseticida/ Herbicida/ Nematicida
Cipermetrina	Piretróide	Formicida/ Inseticida
Clorpirifós	Organofosforado	Acaricida/ Formicida/ Inseticida
Deltametrina	Piretróide	Formicida/ Inseticida
Endossulfam	Ciclodienoclorado	Acaricida/ Formicida/ Inseticida
Fenitrotona	Organofosforado	Formicida/ Inseticida
Fentiona	Organofosforado	Acaricida/ Formicida/ Inseticida
Fipronil	Pirazol	Cupinicida/ Formicida/ Inseticida
Fosfeto de Alumínio	Inorgânico Precursor de Fosfina	Cupinicida/ Formicida/ Inseticida fumigante
Fosfeto de Magnésio	Inorgânico Precursor de Fosfina	Cupinicida/ Formicida/ Inseticida fumigante
Metam-Sódico	Isotiocianato de Metila	Formicida/ Fungicida/ Inseticida/ Herbicida/ Nematicida
Permetrina	Piretróide	Formicida/ Inseticida
Sulfluramida	Sulfonamida Fluoroalifática	Formicida/ Inseticida

Fonte: Ministério da Agricultura.

Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons, acessado em 06 de maio de 2011.

A sulfluramida é atualmente o principal substituto do dodecacloro. Ela interrompe a produção de ATP (adenosina 3-fosfato) nas formigas e é comercializada na forma de iscas granuladas.

2.3.1. Formulações Químicas e Formas de Aplicação

De uma maneira geral, os formicidas podem ser classificados em 5 formulações diferentes: pó-seco; concentrado emulsionável; gás liquefeito; solução nebulígena e isca granulada (Mariconi et al., 1981). Porém, os mais usados são: solução nebulígena e isca granulada (Pereira, 2007).

A solução nebulígena é aplicada via termonebulizador, por atomização do ingrediente ativo veiculado em óleo diesel ou querosene, sob calor, o que é conhecido como termonebulização. A aplicação é feita em um olheiro ativo do saueiro até a saturação do formigueiro, sendo os demais olheiros tampados à

medida que se observa a saída da fumaça deles. A manutenção do termonebulizador é considerada uma de suas desvantagens operacional e econômica. Neste sistema de aplicação, atualmente, o princípio ativo mais utilizado é um fosforado, clorpirifós. Este apresenta alta eficiência, com índices de controle de 100% em *Atta spp.*, sendo utilizado na dosagem de 100mL/ L de diesel ou querosene (Zanetti et al., 2008). Este método destaca-se como eficiente para o controle de grandes ninhos de formigas cortadeiras em grandes áreas de reflorestamento, onde o uso de iscas é economicamente inviável (Pereira, 2007).

A isca granulada formicida compreende um substrato atrativo em mistura com um princípio ativo tóxico (Oliveira, 2006). De acordo com Sixel e Gomez (2008), os dois princípios ativos de ação fungicida usados na produção de iscas granuladas encontrados no mercado são: a sulfluramida e o fipronil. Porém, o primeiro é o ingrediente ativo mais utilizado nestas iscas (Tofolo, 2007).

A sulfluramida entrou no mercado para substituir o dodecacloro, proibido em 1993. Para tanto, passou por testes toxicológicos e de eficiência exigidos pelo IBAMA, Ministério da Agricultura e Ministério da Saúde, sendo caracterizada como uma molécula de baixa toxicidade aguda, subcrônica e crônica para a maioria dos seres vivos (Souza, 1996).

Conforme Boaretto e Forti (1997), o emprego de iscas granuladas é considerado um método eficiente, prático e econômico, uma vez que oferece segurança ao operador, dispensa mão de obra e equipamentos especiais e possibilitam o tratamento de formigueiros em lugares de difícil acesso.

Os métodos de aplicação de iscas granuladas, segundo Laranjeiro (1994), podem ser de dosagem única ou porta-isca. No primeiro, com base na área de terra solta (maior comprimento x maior largura) de cada colônia encontrada no terreno, a dose de isca por olheiro ativo será definida (6 a 10g/ m² de terra solta, dependendo do fabricante do produto). Assim, a distribuição das doses será realizada mantendo-se uma distância mínima de 25cm entre elas. Contudo, este método apresenta a limitação da sua utilização em períodos chuvosos e a intoxicação de espécies não-alvo (Oliveira, 2006).

Os porta-iscas constituem-se em saquinhos de polietileno, contendo cerca de 20g de isca cada. Dois tipos de aplicação podem ser realizados: sistemático, para uma área de grande infestação, variando entre cerca de 40 e 80 porta-iscas por hectare; e localizado, para infestações pontuais de formigueiros com área de

terra solta superior a 4,5m². A aplicação localizada de porta-isca é sempre manual, mas a sistemática pode ser realizada com aplicadores, caminhando regularmente na área, ou com a utilização de trator (Laranjeiro, 1994).

Diversos estudos têm comprovado a elevada eficiência das iscas à base de sulfluramida no controle de saúvas que cortam dicotiledôneas, com registros de 90 a 100% de mortalidade de ninhos. No entanto, por ser uma substância do grupo dos perfluorooctano sulfonato, foi classificada como poluente orgânico em 2005 na Convenção de Estocolmo (United Nations Treaty Collection, 2009).

2.3.1.1. Formulações que otimizam a atratividade

Uma quantidade significativa das iscas usadas no controle das formigas é perdida durante a aplicação no campo, pois nem todas são carregadas e parte das transportadas é rejeitada.

No mercado existem várias marcas de iscas formicidas. Ao comparar a eficiência de marcas registradas no controle de *Atta capiguara*, Forti et al. (2003) constataram que houve rejeição de 37,5% para Dinagro-S (sulfluramida); 30% para Blitz (fipronil); 25% para Mirex-S Max (sulfluramida); e 7,5% para Pikapau (clorpiriflós), sendo que no último caso a baixa taxa de transporte foi devido às iscas desencadearem reação repelente nas formigas.

A isca ideal deveria ser atrativa à distância; carregada rapidamente para dentro do ninho; ter ação tóxica retardada (para evitar a ativação dos mecanismos que impedem a intoxicação de toda colônia); ser específica e apresentar baixa toxidez a mamíferos e aves (Forti et al. 1998; Forti et al. 2003; Nagamoto et al. 2004; Verza et al., 2006).

Para melhorar as propriedades das iscas alguns estudos buscam conferir maior atratividade a elas. Na aceitação de uma isca, além da atratividade, devem ser consideradas características físicas, como massa e diâmetro. Pois não adianta contar com substrato altamente atrativo se as iscas não apresentam dimensões compatíveis para o bom carregamento.

Lima et al. (2003), compararam a atratividade, de iscas formuladas à base de folhas de capim-jaraguá, cana-de-açúcar, colmos de cana-de-açúcar e farinha de trigo com a base de polpa cítrica, para a espécie *Atta bisphaerica*, cortadeira de monocotiledônea. O melhor resultado foi obtido com iscas à base de folhas de capim-jaraguá, seguido das iscas de folhas de cana-de-açúcar. Os mesmos

autores constataram, que as operárias de *A. bisphaerica* encontraram dificuldade para segurar e transportar iscas de marcas comerciais, por apresentarem massa média maior que as cargas que naturalmente transportam.

Para cortadeiras de dicotiledôneas a polpa cítrica desidratada é o substrato atrativo mais efetivo e amplamente utilizado, embora já tenham sido utilizados outros materiais orgânicos, como milho, folha de eucalipto, farinha de mandioca, farelo de soja, farinha de trigo, bagaço e melão de cana. A polpa cítrica parece ser o substrato apropriado para o desenvolvimento do fungo simbiote por ser levemente ácida e ter alto conteúdo de carboidratos, nitrogênio, vitaminas e microelementos (Boaretto e Forti, 1997).

Fernandes et al. (2007) confeccionaram iscas artificiais utilizando nim, *Azadirachta indica*, e verificaram que estas iscas não demonstraram ação fungicida ou inseticida, mas foram carregadas por *Acromyrmex rugosus* resultando mais atrativas que iscas formuladas com a tradicional polpa cítrica.

Segundo a Pherobase (base de dados sobre semioquímicos de insetos), em formigas cortadeiras são vários os semioquímicos já identificados em várias espécies tanto de *Acromyrmex* (*A. octospinosus*, *A. subterraneus subterraneus*, *A. landolti*) como em *Atta* (*A. bisphaerica*, *A. capiguara*, *A. cephalotes*, *A. colombica*, *A. laevigata*, *A. sexdens*, *A. sexdens sexdens*, *A. sexdens rubropilosa*, *A. opaciceps*, *A. mexicana*, *A. robusta* e *A. texana*). Para *A. sexdens rubropilosa* já foram identificados componentes químicos das glândulas metapleurais, de Dufour, de veneno e mandibular.

O uso de feromônios das próprias formigas é uma via possível a ser explorada para conferir maior atratividade às iscas. Robinson e Cherrett (1978) em laboratório, incrementaram a atratividade de iscas granuladas formuladas com polpa cítrica mediante a adição de feromônio de trilha sintético, M4MP2C (metil-4-metilpirrol-2-carboxilato), para *A. cephalotes*, *A. sexdens* e *A. octospinosus*. A adição desse feromônio facilitou o encontro de iscas, mas apresentou ação repelente em altas concentrações. O mesmo efeito atrativo foi observado ao adicionar esse feromônio às iscas formuladas com grãos de soja, por Robinson et al. (1982).

Cross et al. (1979) verificaram que iscas impregnadas com a mistura de pirazinas 3E25DMP (3-etil-2-5-dimetilpirazina) e 2E25DMP (2-etil-2-5-dimetilpirazina) não incrementaram a atratividade de iscas no campo para *A.*

sexdens rubropilosa. Vilela e Howse (1988), concluíram que o 3E25DMP do feromônio de trilha pode ser utilizado como atraente de iscas granuladas para *A. sexdens rubropilosa*. Lima (1973) trabalhou com atratividade de iscas comerciais impregnadas com feromônio no campo, onde aproximadamente 50 % das iscas eram transportadas, porém iscas comerciais sem o feromônio atingiram transporte superior a 80 %.

Glancey et. al. (1970) apud Vilela e Howse (1988), impregnaram grãos de milho com extrato de larvas de *Solenopsis saevissima*, a formiga fogo, e observaram que os grãos foram carregados para o ninho e tratados como larvas pelas formigas por várias horas. Da mesma forma, Viana (1996) impregnou imitações de larvas fabricadas em papel de filtro com extrato cuticular de larvas de *A. subterraneus subterraneus* (formiga-caiapó) e verificou que as imitações foram carregadas e tratadas como larvas pela colônia. Entretanto, Robinson e Cherrett (1974) não obtiveram respostas positivas ao avaliar o feromônio de larva como atrativo em iscas contra *A. cephalotes*,

2.3.1.2. Formulações vegetais nocivas ao formigueiro

As principais plantas com atividade inseticida já registrada pertencem aos gêneros *Nicotiana* (Solanaceae), produzem nicotina e nornicotina; *Derris*, *Lonchocarpus*, *Tephrosia* e *Mundulea* (Fabaceae), produzem rotenóides; *Chrysanthemum* (Asteraceae), produzem piretrinas e *Azadirachta* (Meliaceae), produtoras de azadiractina (Lovatto et al., 2004).

Substâncias de algumas plantas apresentam efeito inibidor ao crescimento do fungo simbiote de formigas cortadeiras. Colônias de *A. sexdens rubropilosa* mantidas em laboratório com folhas de *Ricinus communis* (mamona) apresentaram aumento de taxa de mortalidade de formigas e extinção do jardim de fungo após 6 semanas. Componentes das folhas de mamona teriam ação direta sobre a fisiologia das formigas e inibiriam o crescimento do jardim de fungo (Hebling et al., 1996). Resultados similares foram observados com folhas de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformes* (Hebling et al., 2000a), mas a extinção do jardim de fungo aconteceu após 11 semanas e com folhas de batata-doce, *Ipomoea batatas*, quando o fungo se exauria após 5 semanas (Hebling et al., 2000b).

A batata-doce, assim como, gergelim e mandioca podem ser utilizados como plantas armadilha no controle cultural de formigas cortadeiras, sendo plantados nas bordas da cultura principal. Estas plantas são capazes de produzir substâncias repelentes, assim como podem causar efeito tóxico às formigas (Zanetti et al., 2002), além disso, a batata-doce possui ação antimicrobiana (Niquell, 1959 *apud* Boscolo e Senna, 2008).

Efeitos contra o fungo simbiote *Leucoagaricus gongylophorus*, cultivado pela formiga cortadeira *Atta sexdens rufopilosa*, foram registrados por Pagnocca et al. (1990) ao utilizar diferentes órgãos da planta de gergelim (*Sesamum indicum*).

Ribeiro et. al. (1998), observaram que o fungo simbiote da formiga *A. sexdens* L. teve seu desenvolvimento totalmente inibido com uma concentração de 2,5mg/ mL de extrato foliar de gergelim e, que a separação dos compostos presentes na folha resultou na redução da ação fúngica.

Comparando iscas comerciais com iscas artesanais fabricadas com gergelim, Peres Filho e Dorval (2003) verificaram que as mais eficientes foram à base de sulfluramida e fipronil, seguidas pelas formuladas com farinha de folhas de gergelim. Iscas comerciais atingiram o controle máximo aos 30 dias de avaliação, enquanto as de folhas de gergelim apresentaram controle satisfatório só a partir de 90 dias.

Apesar desses dados o efeito inseticida e/ou fungicida de metabólitos secundários de plantas pode não ser uma via de sucesso garantido, pois essas formigas possuem elevada capacidade de aprendizagem. Rockwood (1976) sugeriu que durante a seleção do material vegetal a ser forrageado, as formigas optam pelas plantas que apresentam máximo conteúdo nutricional aliado a um mínimo efeito nocivo para o fungo, o que é confirmado por Ridley et al. (1996), que relataram que formigas aprendem a rejeitar material vegetal que contém substâncias químicas indesejáveis.

2.4. Controle de Formigas Cortadeiras

Os obstáculos ao controle das formigas cortadeiras estão determinados pela comunicação química, sensibilidade olfativa e capacidade de aprendizagem,

seletividade e produção de substâncias antibióticas por estes insetos (Marinho et. al., 2006).

Para reduzir o uso de produtos químicos tradicionais, estratégias de controle alternativas, como controle mecânico, biológico, cultural e comportamental devem ser exploradas e interligadas. Do mesmo modo, no controle químico deve ser procurado o uso de princípio ativo menos poluente, tanto pela sua formulação quanto pela concentração requerida.

O controle mecânico pode ser efetivado mediante escavação do ninho procurando matar a rainha. Esta técnica é eficiente com ninhos de *Acromyrmex* por serem pouco profundos. Em saúvas este procedimento é eficiente se for realizado até 3 meses após a revoada que, na Região Sudeste, ocorre entre os meses de outubro e dezembro (Zanetti et al., 2002). Nesta fase a colônia está sendo fundada e o ninho ainda está próximo à superfície do solo. Técnicas orientadas a reduzir dano consistem em colocar barreiras mecânicas nos troncos das árvores, para evitar que as formigas atinjam a copa. A barreira pode ser feita com cones de plástico invertidos, fitas de papel, cola adesiva aplicada ao tronco, que devem ser monitoradas e substituídas constantemente (Zanetti et al., 2002).

No controle cultural, práticas de manejo do solo, aração e gradagem, são as mais utilizadas, mas para saúvas só funciona com ninhos recém-fundados.

O controle biológico é uma opção muitas vezes pesquisada. As possibilidades já consideradas foram encontrar um inimigo natural que extermine as rainhas (Kermarrec et al., 1986; Fletchmann et al., 1981; Vilela, 1986) ou o fungo (Alves e Soza Gomes, 1983 *apud* Wilcken e Berti Filho, 1994; Da Silva e Diehl-Fleig, 1988) ou reduza a intensidade de forrageamento das operárias (Bragança et al., 1998). No entanto, em condições de campo estas alternativas não tiveram sucesso devido à dificuldade de aplicação ou ao comportamento social das formigas.

O controle comportamental consiste no uso de semioquímicos. Esta alternativa está de acordo com o modelo preconizado para a agricultura do futuro, visto que estas substâncias apresentam alta especificidade, não demonstram efeito deletério às espécies não-alvo e resíduos químicos não são liberados no meio ambiente nem depositados nos alimentos produzidos. Os semioquímicos poderiam ser utilizados de duas formas: 1) promovendo desorganização do sistema social da colônia com eventual enfraquecimento e morte da mesma,

mediante uso de feromônios de reconhecimento parental, alarme ou outros; ou 2) aumentando a atratividade das iscas mediante a incorporação de feromônios ou cairomônios vegetais na formulação (Vilela, 1994). Porém, até o momento não se obteve uso prático nesse sentido, pois o conhecimento sobre o funcionamento pleno dos compostos feromonais não é tão amplo quanto necessário.

3. HIPÓTESES CIENTÍFICAS

1. Adição de semioquímicos a iscas formicidas favorece o carregamento ao ninho e torna homogênea a sua distribuição dentro do formigueiro.

2. Farinha de folhas de gergelim e batata-doce, aplicadas na formulação de iscas granuladas, afetam o carregamento de iscas e podem ter efeito inseticida ou fungicida para colônias de formigas cortadeiras.

4. OBJETIVOS

Geral: Verificar o efeito da adição de extrato cuticular de larva (feromônio de larva), extrato da glândula de veneno (feromônio de trilha), farinha de folhas de gergelim e farinha de folhas de batata-doce na aceitação e transporte de iscas formicidas em ninhos de *Atta sexdens rubropilosa*.

Específicos:

1. Verificar se os extratos de larva e da glândula de veneno aumentam a atratividade e carregamento de iscas;
2. Estabelecer a eficiência no transporte de iscas no campo, em função da distância das iscas aos olheiros e trilhas;
3. Verificar se extrato cuticular de larva presente na formulação de iscas altera a distribuição destas dentro do ninho;
4. Observar e descrever o comportamento de transporte e distribuição das iscas granuladas dentro do formigueiro;
5. Verificar se compostos foliares aumentam a atratividade de iscas e se possuem ação fungicida e/ou inseticida em formigueiros.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Ninhos de *Atta sexdens rubropilosa*

5.1.1. Ninhos de laboratório

Foram utilizados cinco ninhos mantidos na unidade de Mirmecologia do Laboratório de Entomologia e Fitopatologia (LEF) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Eles foram acondicionados segundo Della Lucia et al. (1993) em bandejas plásticas com talco inodoro em suas paredes internas para prevenir a fuga das formigas, mantendo umidade de $80 \pm 10\%$ e temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$. Diariamente, folhas de espécies atrativas ao corte eram oferecidas às formigas, entre as quais, acalifa (*Acalypha wilkeana*) e/ou ligustro (*Ligustrum japonicum*) e esporadicamente flocos de cereais e pétalas de rosa.

5.1.1.1. Ninhos com câmara única

Dois ninhos com aproximadamente 6L de fungo foram preparados quinze dias antes dos testes de forma a apresentarem um jardim principal. Para isso, uma caixa de vidro retangular foi fabricada nas dimensões de 45cm de comprimento por 30cm de altura e 4cm de largura. A base da caixa foi substituída por placa de gesso com 4cm de altura, para manter a umidade do ninho e uma tela de arame fixada em seu interior serviu de sustentação ao jardim de fungo. A caixa apresentava uma passagem lateral e tampa removível.

Duas bandejas plásticas foram conectadas com tubo de silicone: uma recebeu a caixa de vidro (câmara de fungo principal) e, a outra, dois potes plásticos de 500mL (um destinado ao lixo e o outro à câmara de fungo) e a arena de forrageamento (Fig. 2).



Figura 2: Ninho de *Atta sexdens rubropilosa* utilizado nos testes de laboratório. (A) Arena de forrageamento e (B) câmara com jardim de fungo.

5.1.1.2. Ninhos com câmaras múltiplas

Quinze dias antes dos testes, dois ninhos com aproximadamente 3L de fungo foram mantidos em um sistema de câmaras múltiplas de fungo, buscando imitar a distribuição de um saueiro na natureza. Dez potes plásticos transparentes de 250mL foram conectados por tubos de silicone a uma bandeja plástica, onde foram colocados dois potes plásticos de 500mL (um destinado ao lixo e o outro a jardim de fungo). Folhas eram oferecidas na área interna da bandeja (arena de forrageamento principal) e em um dos potes de 250mL (arena secundária) (Fig. 3).

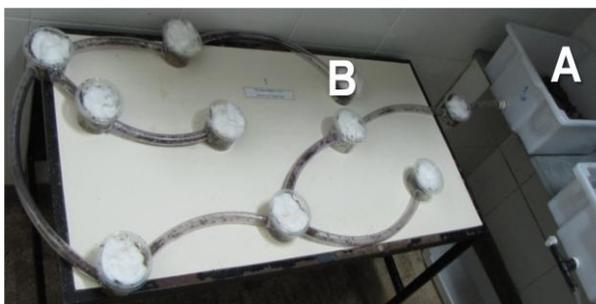


Figura 3: Ninho de *Atta sexdens rubropilosa* em sistema de câmaras múltiplas. (A) arena de forrageamento principal e (B) arena de forrageamento secundária.

5.1.1.3. Miniformigueiros

Quinze dias antes dos testes, seis amostras compostas por operárias, larvas, pupas e fungo foram extraídas de três ninhos, totalizando dezoito miniformigueiros. Cada amostra foi colocada em pote plástico transparente de 250mL, que possuía uma abertura lateral próxima à base. Cada pote foi colocado dentro de uma bandeja plástica pequena, onde folhas eram oferecidas (Fig. 4).



Figura 4: Miniformigueiro extraído de um ninho de *Atta sexdens rubropilosa*.

5.1.2. Ninhos do campo

Três ninhos situados no Clube de Regatas Saldanha da Gama, localizado na Av. Alberto Lamego, próximo à UENF, no município de Campos dos Goytacazes-RJ, foram selecionados priorizando os que apresentavam intensa atividade de forrageamento e distância mínima de 100 metros entre si (Fig. 5). Os ninhos forrageavam plantas de hibisco (*Hibiscus rosa-sinensis* L.), castanheira (*Terminalia catappa* L.) e mangueira (*Mangifera indica* L.).

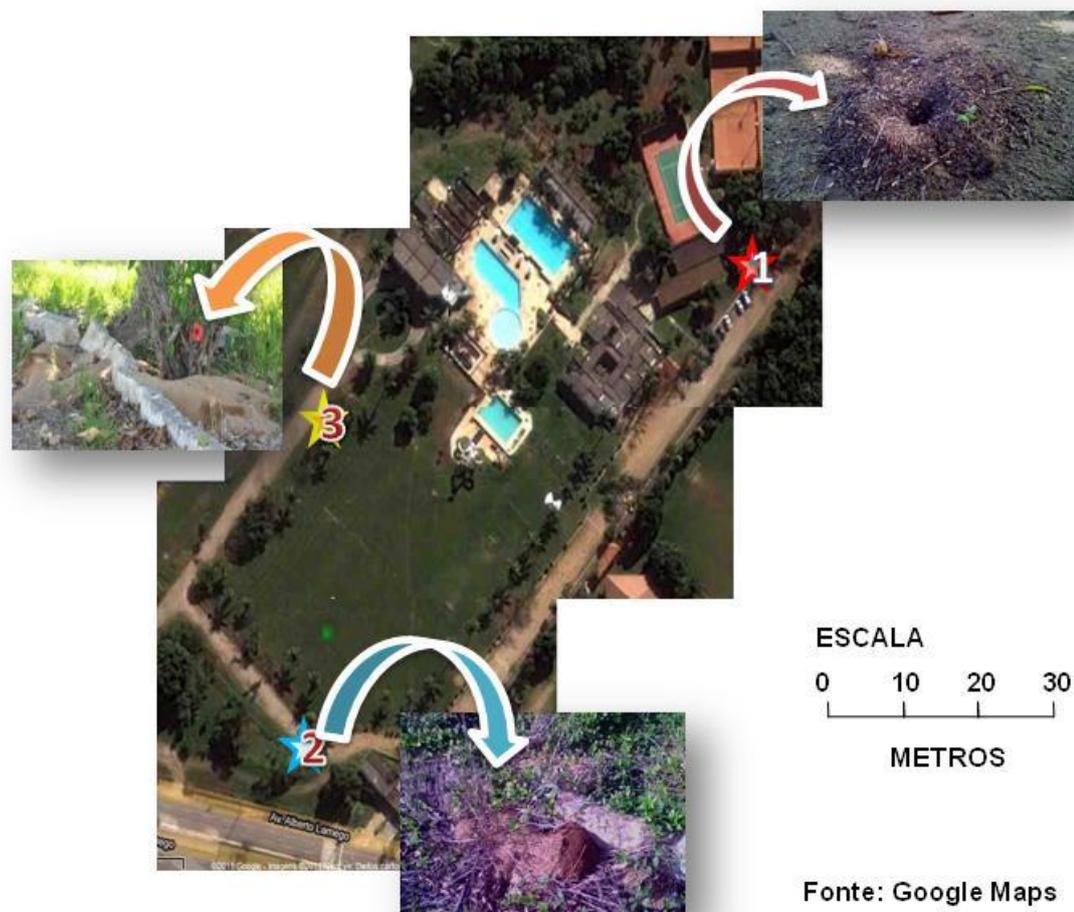


Figura 5: Localização dos ninhos de *Atta sexdens rubropilosa* (1, 2 e 3) na área experimental situada no Clube de Regatas Saldanha da Gama, Campos dos Goytacazes-RJ. Escala 1: 10.

5.2. Preparação de Extratos

5.2.1. Extrato Cuticular de Larva (ECL)

O método de lavagem da cutícula com solvente foi utilizado para extrair hidrocarbonetos cuticulares de larvas (Viana et al., 2001). Cinco larvas com tamanho entre 3 a 5mm foram retiradas do jardim de fungo e em seguida foram transferidas para um frasco wheaton (5mL) contendo 1mL de diclorometano (DCM), solvente utilizado na extração. As larvas foram retiradas do frasco após 3 minutos e o solvente foi evaporado. Realizada a evaporação, 1mL de DCM foi novamente adicionado ao frasco e este foi armazenado em freezer até sua utilização.

5.2.2. Extrato da Glândula de Veneno (EGV)

Extratos da glândula de veneno foram obtidos pelo método de extração por solvente (Gazal e Silva, 2004). Dez operárias forrageadoras eram retiradas do ninho e levadas ao freezer por aproximadamente 2 horas, em seguida eram extraídas glândulas de veneno e transferidas para um frasco de vidro com tampa rosqueável (5mL) contendo 1mL de DCM (Fig. 6). Ao final do protocolo de extração se obtinha um extrato contendo 10 glândulas de veneno/ mL de DCM.

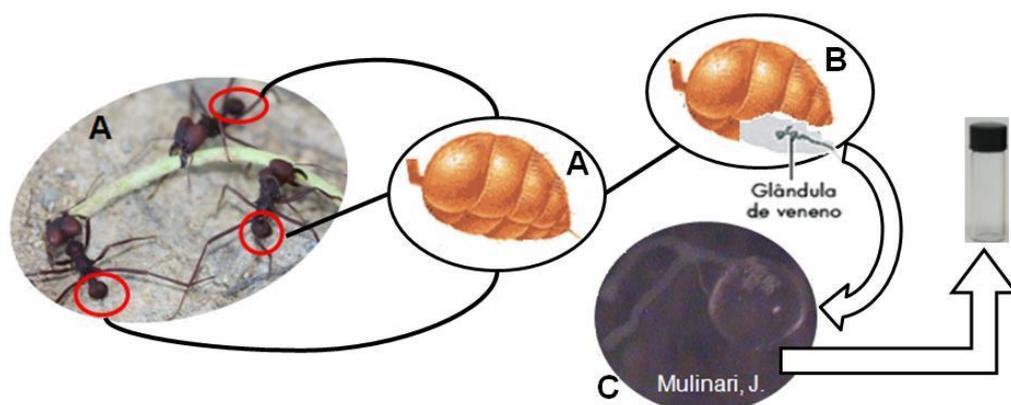


Figura 6: Preparação de extrato da glândula de veneno. (A) Abdomens de operárias forrageadoras de *Atta sexdens rubropilosa* são retirados. (B) A glândula de veneno é localizada e (C) glândula de veneno em um frasco de vidro contendo solvente.

5.3. Confeção de Iscas

5.3.1. Iscas sem Polpa Cítrica

Foram confeccionadas iscas artesanais a partir da mistura de farinha de trigo, óleo de soja e água destilada na proporção 5: 3: 2 até que ela ficasse lisa e homogênea, quando era aberta sobre a placa de MDF (Medium-density fiberboard) perfurada buscando preencher seus orifícios. As placas de MDF, utilizadas como fôrma na confecção das iscas, tinham 45cm de comprimento, 30cm de altura e 0,3cm de espessura e furos de 0,5cm de diâmetro.

Em seguida a massa foi corada com tinta guache nas faces superior e inferior e, após secar em temperatura ambiente, foi desenhada originando assim iscas de 5mm de diâmetro e 3mm de altura. Elas receberam três cores diferentes com a finalidade de distinguir os tratamentos (Fig.7A).

5.3.2. Iscas com Polpa Cítrica

A polpa cítrica utilizada foi de laranja pera e a massa (Oliveira, 2006) foi obtida juntando farinha de trigo, farinha cítrica, suco de laranja, óleo de soja e água destilada na proporção 4: 2: 1,5: 1,5: 1, até ficar lisa e homogênea. Para a obtenção da farinha cítrica, laranjas foram cortadas em quatro partes e colocadas para secar em estufa a aproximadamente 60°C durante 15 dias e, em seguida, foram trituradas em liquidificador industrial e peneiradas.

Placas de MDF perfuradas tiveram seus orifícios preenchidos com massa, que foi corada com tinta guache, com três cores diferentes (uma por tratamento). Após secar foi desenhada e iscas com 5mm de diâmetro e 3mm de altura foram obtidas (Fig.7B).

5.3.3. Iscas Plásticas

Isclas confeccionadas com canudos plásticos de 3mm de diâmetro (Fernandes et al., 2007) foram utilizadas com o objetivo de permitir a observação de seu destino final, pois isclas carregadas para dentro do ninho são rejeitadas na entrada do olheiro após um período (Lopes et al., 2003).

5.3.3.1. Isclas empanadas com farinha de trigo e suco de laranja

Canudos plásticos coloridos foram fracionados em seções de 5mm de comprimento e banhados em suco de laranja pera (sem adição de água nem açúcar), em seguida foram empanados em farinha de trigo e colocados para secar em temperatura ambiente (Fig.7C).

5.3.3.2. Isclas empanadas com farinha de trigo

Foi preparada uma massa com farinha de trigo, suco de laranja, óleo de soja e água destilada na proporção 6: 1,5: 1,5: 1. A massa foi aberta e enrolada em canudos inteiros, cobrindo-os completamente. Em seguida os canudos foram cortados em pedaços de 5mm de comprimento (Fig.7D).

5.3.3.3. Isclas empanadas com farinha foliar

Folhas de gergelim (*Sesamum indicum*) e batata-doce (*Ipomoea batatas*) foram utilizadas na confecção de isclas. Plantas de gergelim foram cultivadas a partir de sementes “Arma Zen produtos naturais LTDA.”, em casa de vegetação,

na Unidade de Apoio à Pesquisa-Vegetal da UENF e as plantas de batata-doce foram disponibilizadas pelo banco de germoplasma da UENF, tratando-se do acesso UENF 1917, conhecida como batata-doce de três meses.

As farinhas foliares foram preparadas desidratando as folhas de gergelim e batata-doce em estufa a 40°C durante 4 horas e processando-as, separadamente, em liquidificador industrial. As farinhas foram adicionadas na proporção de 15% (Peres Filho e Dorval, 2003) na massa utilizada para cobrir os canudos:

- iscas com farinha foliar de gergelim: farinha de trigo, farinha foliar de gergelim, suco de laranja, óleo de soja e água destilada, na proporção 4,5: 1,5: 1,5: 1,5: 1 (Fig.7E) ;
- iscas com farinha foliar de batata-doce: farinha de trigo, farinha foliar de batata-doce, suco de laranja, óleo de soja e água destilada, na proporção 4,5: 1,5: 1,5: 1,5: 1 (Fig.7F).

Os canudos cobertos com as massas de gergelim e batata-doce foram divididos em partes iguais de 5mm de comprimento.

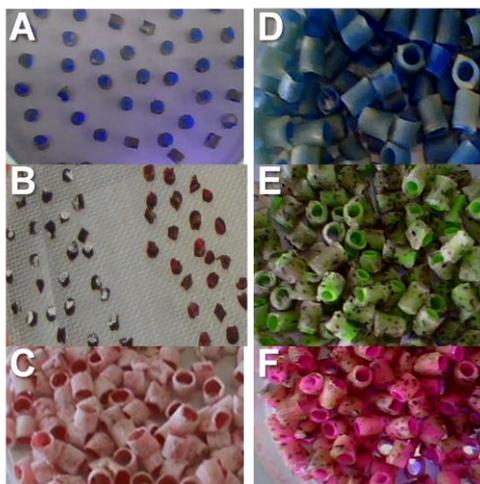


Figura 7: Iscas utilizadas na execução dos experimentos. (A) Iscas sem polpa cítrica; (B) iscas com polpa cítrica; (C) iscas plásticas empanadas com farinha de trigo e suco de laranja; (D) iscas plásticas empanadas com farinha de trigo; (E) iscas plásticas empanadas com farinha foliar de gergelim; (F) iscas plásticas empanadas com farinha foliar de batata-doce.

5.4. Experimento 1: Transporte de Iscas com Extratos Homocoloniais

5.4.1. Testes em Laboratório

Primeiramente foi realizado um teste controle (branco) para avaliar algum possível efeito do solvente. Iscas confeccionadas com polpa cítrica, foram oferecidas na arena de forrageamento de ninhos mantidos em laboratório após passarem por um período de 24 horas de jejum. Foram colocadas duas placas de Petri de 7cm de diâmetro, contendo cada uma 50 iscas. Uma placa continha iscas sem adição de solvente e a outra continha iscas impregnadas com DCM, 30 minutos antes do teste. Observou-se o transporte dessas iscas para o ninho durante 30 minutos ou até que restasse apenas uma isca em uma das placas.

Duas repetições foram realizadas em cinco ninhos e os dados obtidos foram analisados pelo teste de Kruskal-Wallis com 5,0% de probabilidade.

Cento e cinquenta iscas artesanais sem polpa cítrica foram colocadas em placas de Petri de 7cm de diâmetro, 50 iscas em cada. As iscas foram impregnadas 30 minutos antes do teste com: 10 μ L de EGV/ isca (0,01 glândula de veneno/ isca); 10 μ L de ECL/ isca (0,05 larva/ isca); 10 μ L de DCM/ isca (controle) em placas diferentes. Cada tipo de isca recebeu uma coloração diferente para que fossem discriminadas durante o teste e as placas foram oferecidas em três posições distintas na arena de forrageamento, após os ninhos ficarem 24 horas sem substrato para o cultivo do fungo. A posição da oferta e a coloração das iscas foram alternadas aleatoriamente a cada repetição. Os testes duraram 30 minutos ou até que restasse apenas uma isca a ser carregada em uma das placas, neste momento as iscas eram contabilizadas.

Os testes foram repetidos dez vezes utilizando-se três ninhos com câmara única e foi realizado o mesmo protocolo para iscas confeccionadas sem polpa cítrica. Os testes foram realizados em outubro de 2010 em salas mantidas em temperatura variando entre 23 a 27°C e umidade relativa de \pm 80%.

Os dados foram submetidos ao teste de ANOVA, seguido pelo teste de Tukey HSD, considerando 5,0 % de significância.

5.4.2. Testes no Campo

Inicialmente observou-se o horário e a trilha de maior atividade de forrageamento dos ninhos. Em seguida os locais de oferta das iscas foram

demarcados na trilha selecionada de cada ninho. Primeiro, foi marcado no centro da trilha as distâncias de 0,2m; 1,0m; 5,0m e 10,0m a partir do olheiro (Fig.8A). Depois, as distâncias de 0,2m; 1,0m; 5,0m e 10,0m foram marcadas para fora da trilha, a partir do centro (Fig.8B).

Iscas confeccionadas com polpa cítrica foram oferecidas em placas de Petri de 3,5cm de diâmetro nos locais demarcados no campo: a 0,2m; a 1,0m; a 5,0m e a 10,0m de distância, à direita e à esquerda da trilha. Em cada ponto eram oferecidas 50 iscas e em cada distância eram oferecidas duas placas com iscas colocadas a cada lado da trilha. Em uma das placas junto às iscas, era colocado um septo de borracha impregnado com 100 μ L de EGV (0,1 glândula de veneno/septo), 30 minutos antes do teste, a outra era deixada sem extrato (controle). Cada distância foi discriminada pela coloração das iscas e a cada repetição as cores e o lado da trilha, onde iscas com septo foram colocadas, foram alternados.

Durante o teste foram realizadas observações visuais e com auxílio de filmadora por 2 horas, a partir das 19 horas, horário de maior atividade de forrageamento nos ninhos. Dentro do período de observação foi verificado o tempo gasto para iniciar o recrutamento das iscas, o tempo gasto para se transportar todas as iscas, o número de iscas carregadas ao final deste período e a presença de espécies não-alvo.

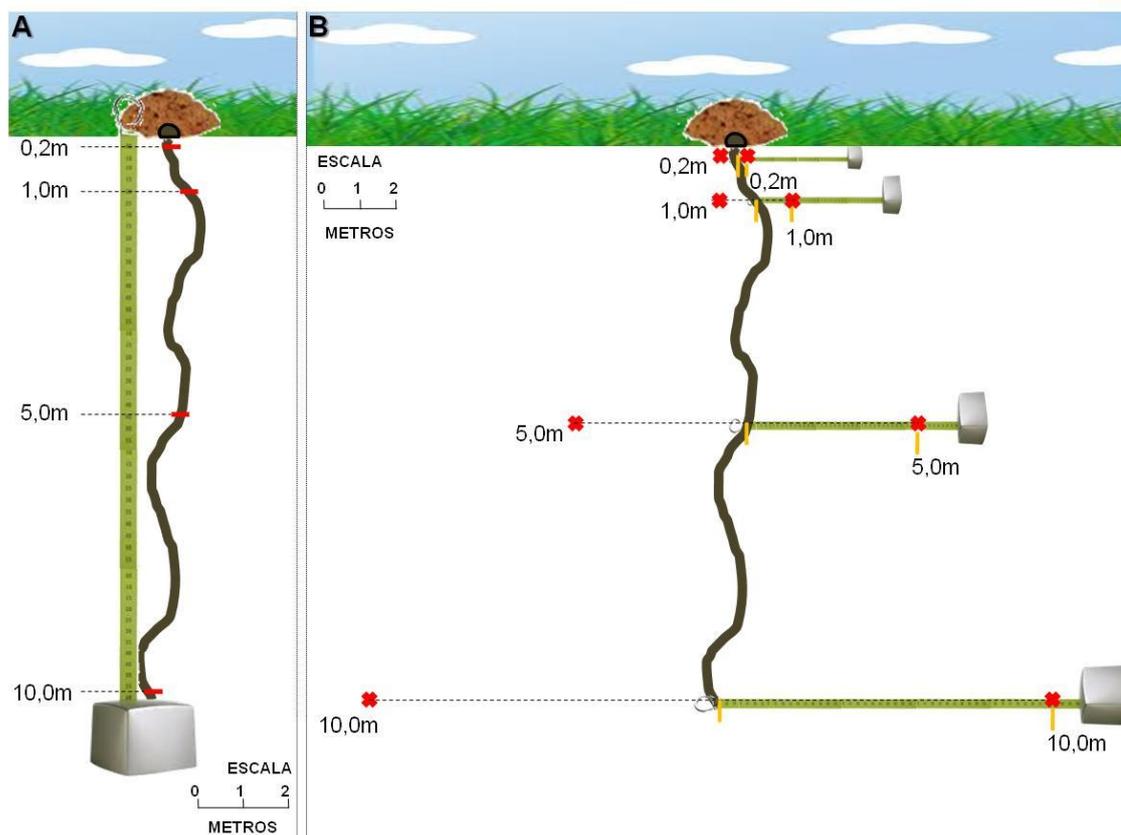


Figura 8: Pontos de oferta de iscas artesanais com ou sem extrato de glândula de veneno em trilhas de *Atta sexdens rubropilosa*, no campo. (A) Marcação no centro da trilha das distâncias de 0,2m; 1,0m; 5,0m e 10,0m, a partir do olheiro (Escala 1: 1). (B) Marcação ao lado da trilha das distâncias de 0,2m; 1,0m; 5,0m e 10,0m, a partir de seu centro (Escala 0,6: 1). Os locais de oferta das iscas estão representados em (B) por (x).

Foram realizadas cinco repetições em três ninhos. As condições de precipitação, temperatura e umidade relativa do ar nos dias de coleta dos dados são apresentadas na tabela 2.

Tabela 2: Precipitação, temperatura e umidade relativa do ar na região de Campos dos Goytacazes – RJ, nos dias de realização dos testes com extrato homocolonial da glândula de veneno de *Atta sexdens rubropilosa* no campo (08, 09, 10, 22 e 23 de fevereiro de 2011).

DATA	PRECIPITAÇÃO (mm)	TEMPERATURA DO AR (°C)			UMIDADE RELATIVA (%)
		Máx.	Mín.	Média	
08.02.2011	-	32,8	23,4	29,5	70
09.02.2011	-	32,6	23,6	30,7	66
10.02.2011	-	34,0	23,2	30,9	64
22.02.2011	1,0	36,9	22,4	31,3	59
23.02.2011	1,2	33,8	24,8	30,0	74

Para análise do tempo gasto no recrutamento e no transporte das iscas realizou-se o teste de χ^2 e para analisar o número de iscas transportadas procedeu-se o teste de ANOVA, seguido pelo teste de Tukey HSD. Em todos os testes o nível de significância considerado foi de 5,0%.

5.5. Experimento 2: Distribuição de Iscas no Ninho

Cem iscas plásticas empanadas com farinha de trigo e suco de laranja foram colocadas em placas de Petri de 7cm de diâmetro, 50 iscas em cada. As iscas foram impregnadas 30 minutos antes do teste com: 10 μ L de ECL/ isca (0,05 larva/ isca) em uma placa e 10 μ L de DCM/ isca (controle) em outra. As placas foram oferecidas em duas posições distintas na arena de forrageamento, após os ninhos ficarem 24 horas sem substrato. Cada tipo de isca foi confeccionado com canudos de coloração diferente para permitir sua discriminação dentro do jardim de fungo. As posições de oferta das iscas e sua coloração foram modificadas a cada repetição e o tempo de duração dos testes foi de 30 minutos ou até que houvesse apenas uma isca a ser transportada em uma das placas.

No final do teste o número de iscas carregadas era contabilizado e a observação da distribuição dessas iscas dentro do ninho e sua rejeição eram realizadas em dois períodos: (1) 1 hora após a oferta e (2) 24 horas após a oferta. Considerou-se rejeição: iscas na entrada do olheiro, no lixo e sobre a câmara de fungo e, para demonstrar sua distribuição, todas as câmaras do ninho foram abertas e o número de iscas foi contabilizado em cada uma delas.

Foram realizadas cinco repetições em dois ninhos com câmaras múltiplas no período de 22 a 26 de novembro de 2010 (Tab.4) e os dados foram analisados com o teste de χ^2 a 5 % de significância.

5.6. Experimento 3: Toxicidade Foliar

Iscas plásticas foram oferecidas uma única vez, no dia 24 de novembro de 2010, após os miniformigueiros serem submetidos a 24 horas de ausência de substrato para o cultivo do fungo.

A partir de 3 colônias formaram-se 18 miniformigueiros. Cada ninho foi representado por seis miniformigueiros divididos em três pares, que receberam dez iscas ($\pm 0,8g$) na arena de forrageamento: (1) empanadas com farinha foliar de gergelim, (2) empanadas com farinha foliar de batata-doce e (3) empanadas com farinha de trigo (controle).

A partir da data de oferta das iscas, avaliações foram realizadas às 9 horas em dois períodos: diariamente nos primeiros 15 dias e semanalmente até completar 60 de avaliação. Observou-se durante as avaliações:

- Consumo de iscas (quantidade de isca utilizada como substrato no cultivo do fungo): determinado pela diferença entre a massa inicial das iscas e a massa das iscas descartadas ou rejeitadas (não transportadas);
- Corte e incorporação de folhas no jardim de fungo: avaliado por meio da diferença entre a massa do material vegetal oferecido e a massa do material vegetal não incorporado ao fungo no dia posterior (24 horas), levando em consideração a perda de umidade para o ambiente;
- Presença de formigas mortas: cadáveres de formigas foram retirados do lixo dos miniformigueiros, contabilizados e armazenados em freezer;
- Crescimento da cultura de fungo: foi determinado pela diferença da massa do jardim de fungo inicial, em 24 de novembro de 2010, e final, em 03 de março de 2011.

Após 60 dias de avaliação o experimento foi encerrado e os miniformigueiros que sobreviveram foram mantidos em freezer por 2 horas para matar as operárias e quantificá-las. O número de operárias total foi obtido somando a quantidade de formigas mortas durante e no fim do experimento, desta forma foi possível definir a porcentagem de mortalidade de indivíduos por miniformigueiro.

O consumo de iscas foi analisado com teste de ANOVA, seguido pelo teste de Tukey HSD, o corte e incorporação de folhas, a mortalidade das operárias e dos miniformigueiros foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis. O crescimento da cultura de fungo foi analisado pelo teste de χ^2 e todos os testes estatísticos foram realizados com $\alpha = 5,0\%$.

6. RESULTADOS

6.1. Experimento 1: Transporte de Iscas com Extratos Homocoloniais

6.1.1. Testes em laboratório

No teste preliminar, o número de iscas impregnadas com o solvente diclorometano, transportadas pelas formigas, não diferiu do número de iscas sem solvente que foram transportadas (n= 10. Kruskal-Wallis, GL= 1; $\chi^2= 0,9$; p= 0,3428), indicando ausência de efeito do solvente sobre o comportamento de carregamento de iscas. Portanto, o controle utilizado em todos os experimentos foram iscas impregnadas com diclorometano.

As formigas transportaram mais iscas impregnadas com EGV do que o controle. Entretanto, o número de iscas impregnadas com ECL transportado pelas formigas não diferiu do transporte de iscas controle (n= 30. ANOVA, GL= 2; p= 0,001; F= 16,631 . Teste de Tukey HSD, p= 0,00023) (Fig. 9).

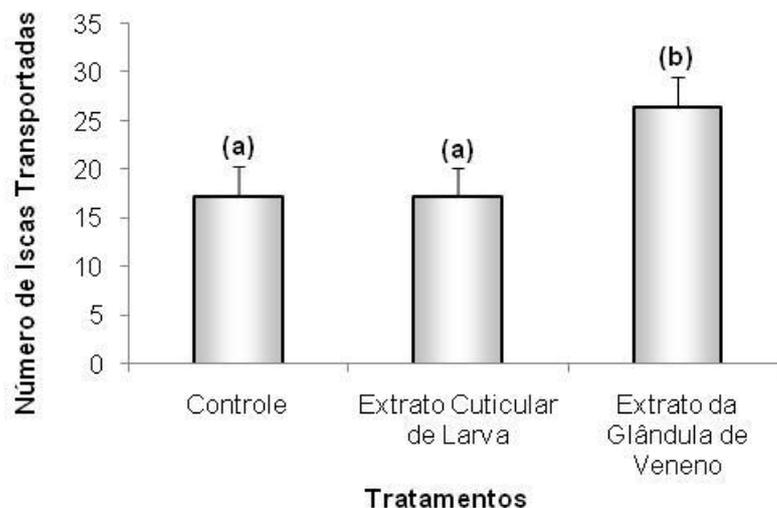


Figura 9: Número de iscas, impregnadas com o solvente diclorometano (controle), com extrato cuticular de larva homocolonial e com extrato da glândula de veneno homocolonial, transportadas ao ninho por operárias de *Atta sexdens rubropilosa*. Letras diferentes indicam diferença significativa ($n=30$. ANOVA, $GL=2$; $F=16,631$; $p=0,001$. Teste de Tukey, $p=0,00023$).

Iscas formuladas com polpa cítrica foram sempre mais transportadas do que iscas sem polpa cítrica. No entanto, a presença ou não de polpa nas iscas não alterou o efeito do EGV sobre o transporte ($n=30$. ANOVA, $GL=1$; $F=26,99$; $p=0,001$. Teste de Tukey HSD, $p=0,00001$) (Fig. 10).

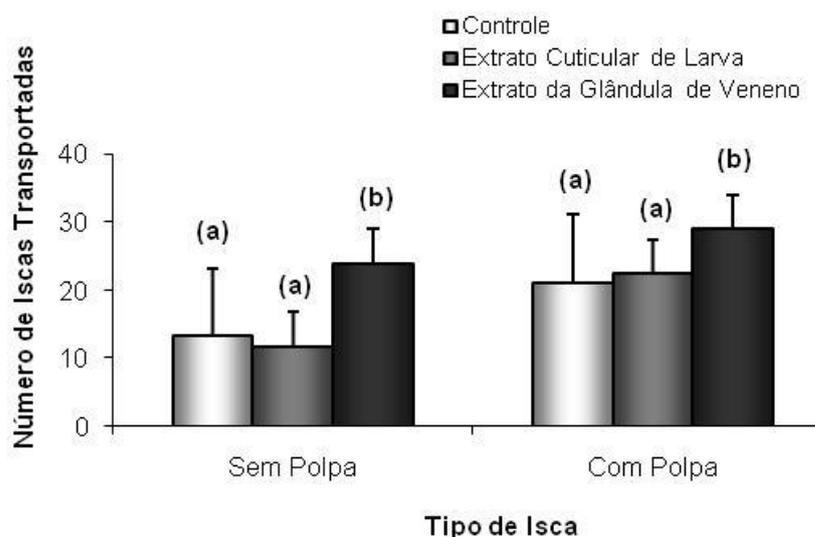


Figura 10: Número de iscas transportadas ao ninho por operárias de *Atta sexdens rubropilosa* para iscas formuladas com ou sem polpa cítrica e impregnadas com solvente diclorometano (controle), extrato cuticular de larva homocolonial e extrato da glândula de veneno homocolonial ($n=30$. ANOVA, $GL=1$; $F=26,99$; $p=0,001$. Teste de Tukey, $p=0,00001$).

Os ninhos utilizados nos testes apresentaram padrão de resposta similar quanto ao transporte de isca, com intensidade diferente, transportando sempre um número maior de iscas impregnadas com EGV, apesar do ninho 1 não apresentar diferença estatística ($n= 30$, $GL= 2$. $ANOVA_{(ninho\ 1)}$, $F= 1,02$; $p= 0,36778$. Teste de Tukey $HSD_{(ninho\ 1)}$, $p= 0,8381$. $ANOVA_{(ninho\ 2)}$, $F= 12,36$; $p= 0,00004$. Teste de Tukey $HSD_{(ninho\ 2)}$, $p= 0,001$. $ANOVA_{(ninho\ 3)}$, $F= 6,64$; $p= 0,0026$. Teste de Tukey $HSD_{(ninho\ 3)}$, $p= 0,01$) (Fig. 11). O ninho 2 apresentou maior atividade de transporte.

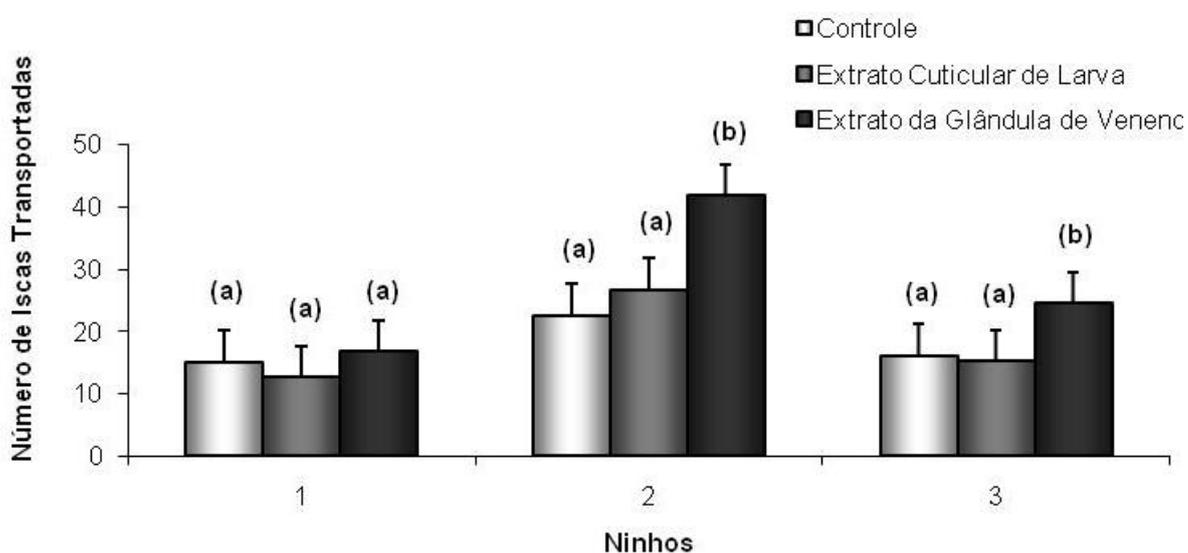


Figura 11: Número de iscas, impregnadas com feromônios homocoloniais de trilha, de larva ou com solvente (diclorometano), transportadas por operárias de *Atta sexdens rubropilosa* de três ninhos mantidos em laboratório ($n= 30$, $GL= 2$. $ANOVA_{(ninho\ 1)}$, $F= 1,02$; $p= 0,36778$. Teste de Tukey $_{(ninho\ 1)}$, $p= 0,8381$. $ANOVA_{(ninho\ 2)}$, $F= 12,36$; $p= 0,00004$. Teste de Tukey $_{(ninho\ 2)}$, $p= 0,001$. $ANOVA_{(ninho\ 3)}$, $F= 6,64$; $p= 0,0026$. Teste de Tukey $_{(ninho\ 3)}$, $p= 0,01$).

6.1.2. Testes no campo

Iscas testadas a 0,20m de distância do olheiro e da trilha de forrageamento foram mais transportadas que iscas a 1,0m de distância. Enquanto iscas a 5,0m de distância foram pouco carregadas e iscas a 10,0m não foram encontradas pelas forrageadoras no tempo de duração do experimento (2 horas) ($n= 15$. $ANOVA$, $GL= 2$; $F= 70,92$; $p= 0,001$. Teste de Tukey HSD , $p= 0,002$) (Fig. 12). Portanto, as análises que seguem foram feitas sem considerar a distância de 10,0m.

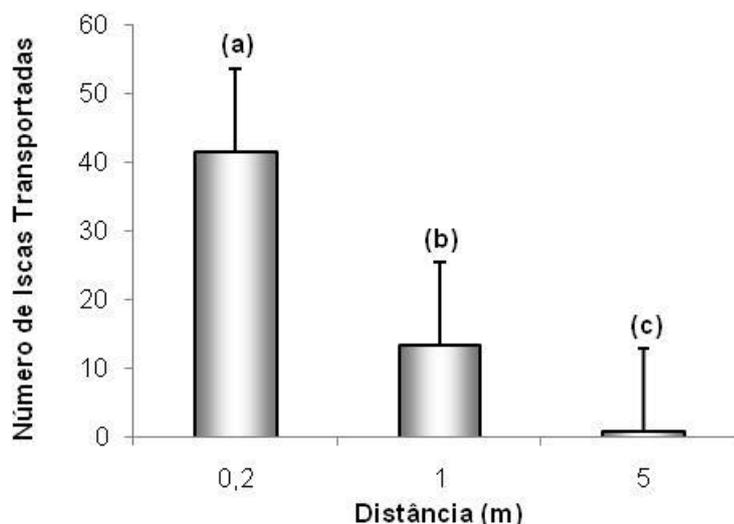


Figura 12: Número de iscas transportadas por operárias de ninhos de *Atta sexdens rubropilosa* em condições de campo. As iscas foram oferecidas a 0,2m, 1,0m e 5,0m de distância do olheiro e da trilha dos ninhos. Letras diferentes indicam diferença significativa (n= 15. ANOVA, GL= 2; F= 70,92; p= 0,001. Teste de Tukey, p= 0,002).

Não houve diferença no número de iscas transportadas, oferecidas com ou sem septo impregnado com EGV. (n= 15. ANOVA, GL= 2; F= 0,112; p= 0,7387. Teste de Tukey HSD, p= 0,7389) (Fig. 13).

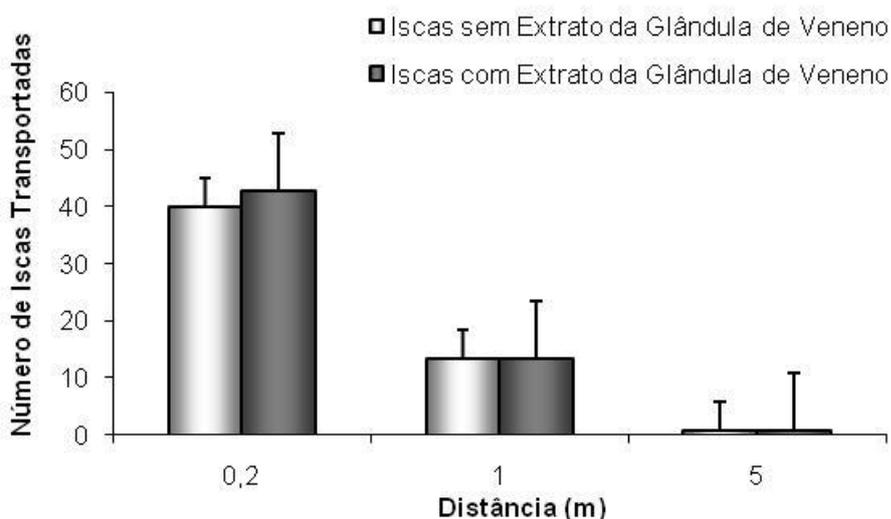


Figura 13: Número de iscas, com ou sem septo impregnado com extrato da glândula de veneno, transportado por operárias de ninhos de *Atta sexdens rubropilosa* em condições de campo. As iscas foram oferecidas a: 0,2m, 1,0m e 5,0m do olheiro e da trilha dos ninhos (n= 15. ANOVA, GL= 2; F= 0,112; p= 0,7387. Teste de Tukey, p= 0,7389).

A 0,2m de distância da trilha e do olheiro, as forrageadoras entraram em contato primeiro com iscas oferecidas com septo impregnado com EGV. De quinze testes realizados nessa distância, oito apresentaram iscas oferecidas com septo sendo transportadas no primeiro minuto de observação, e em somente dois testes esse comportamento foi verificado em iscas oferecidas sem septo (n= 15. $\chi^2_{\text{calc.}} = 5,4$; GL= 1; p= 0,0201) (Fig. 14).

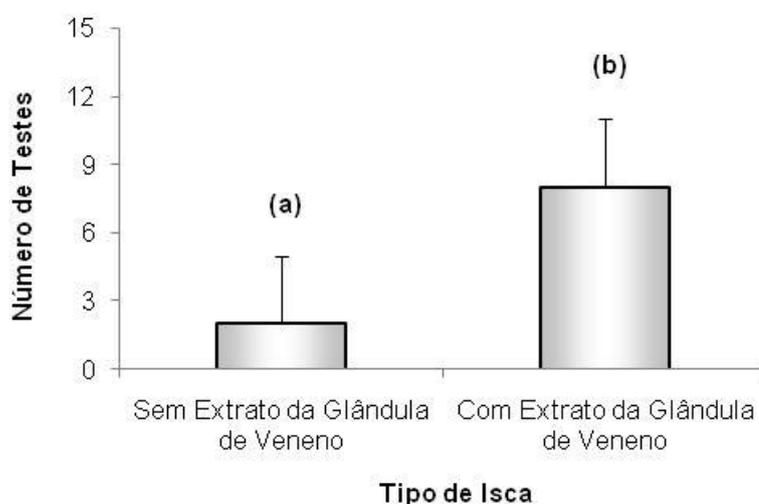


Figura 14: Número de testes onde iscas com ou sem septo, impregnado com extrato da glândula de veneno, oferecidas a 0,2m de distância da trilha e do olheiro de ninhos de *Atta sexdens rubropilosa* em condições de campo, foram encontradas dentro do primeiro minuto de observação. Letras diferentes indicam diferença significativa (n= 15. $\chi^2_{\text{calc.}} = 5,4$; GL= 1; p= 0,0201).

Na distância de 0,2m de distância da trilha e do olheiro em oito dos quinze testes realizados, iscas com septo foram totalmente transportadas com 30 minutos de observação e, para iscas sem septo, o número de testes com transporte total de iscas neste tempo foi de apenas dois (n=15. $\chi^2_{\text{calc.}} = 5,4$; GL= 1; p= 0,0201) (Fig.15).

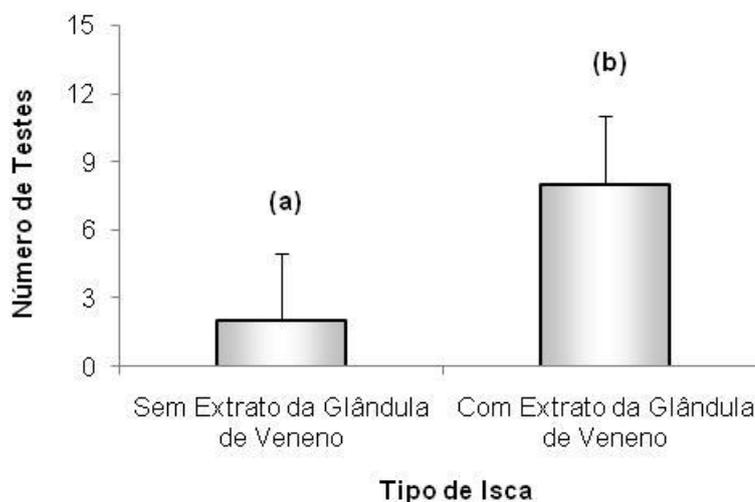


Figura 15: Número de testes onde iscas com ou sem septo, impregnado com extrato da glândula de veneno, oferecidas a 0,2m de distância da trilha e do olheiro de ninhos de *Atta sexdens rubropilosa* em condições de campo, foram completamente transportadas aos 30 minutos de observação. Letras diferentes indicam diferença significativa ($n= 15$. $\chi^2_{\text{calc.}}= 5,4$; GL= 1; $p= 0,0201$).

As iscas utilizadas foram atrativas para espécies de formigas dos gêneros *Ectatomma* e *Pheidole* (Fig. 16). Essas formigas foram encontradas forrageando na área próxima dos três ninhos utilizados neste experimento de campo e, principalmente *Pheidole*, competiram com *Atta* pelo recurso oferecido.

Em alguns casos, foi observado que a presença de *Pheidole* inibia o transporte de iscas por *Atta* e, que esta presença era mais intensa nas iscas com septo impregnado com EGV. Porém, foi verificado que operárias de *Atta* apresentam maior persistência de forrageamento nessas iscas, quando comparado com iscas controle infestadas por *Pheidole*.

As formigas do gênero *Pheidole* apresentaram uma tendência a nidificar nas placas contendo iscas com septo impregnado com EGV. Comportamento diferente foi observado nas placas contendo iscas sem septo, onde essas formigas transportavam as iscas para seu ninho.



Figura 16: (A) e (B) Formigas do gênero *Ectatomma* transportando iscas formuladas com polpa cítrica. (C) Formigas dos gêneros *Ectatomma* e *Pheidole* no local de oferta de iscas formuladas com polpa cítrica. (D) e (E) Infestação de formigas do gênero *Pheidole* no local de oferta de iscas formuladas com polpa cítrica com septo impregnado com extrato da glândula de veneno de *Atta sexdens rubropilosa*. (F) *A. sexdens rubropilosa* transportando isca formulada com polpa cítrica. (G) Operárias de *A. sexdens rubropilosa* iniciando o transporte para o ninho do septo impregnado com extrato da glândula de veneno homocolonial. (H) *A. sexdens rubropilosa* entrando no olheiro do ninho com isca formulada com polpa cítrica.

6.2. Experimento 2: Distribuição de Iscas no Ninho

A distribuição das iscas nos ninhos de câmaras múltiplas ocorreu de maneira desigual, concentrando as iscas em poucas câmaras de fungo. Tanto na primeira hora após a oferta das iscas quanto após 24 horas da oferta a distribuição foi realizada nas câmaras próximas da arena de forrageamento principal. ($n= 10$, $GL= 8$. $\chi^2_{\text{calc. (ninho 1, 1h)}}= 382,04$; $p= 0,0001$; $\chi^2_{\text{calc. (ninho 1, 24h)}}= 462,85$; $p= 0,0001$. $\chi^2_{\text{calc. (ninho 2, 1h)}}= 771,33$; $p= 0,0001$; $\chi^2_{\text{calc. (ninho 2, 24h)}}= 767,24$; $p= 0,0001$) (Fig.17).

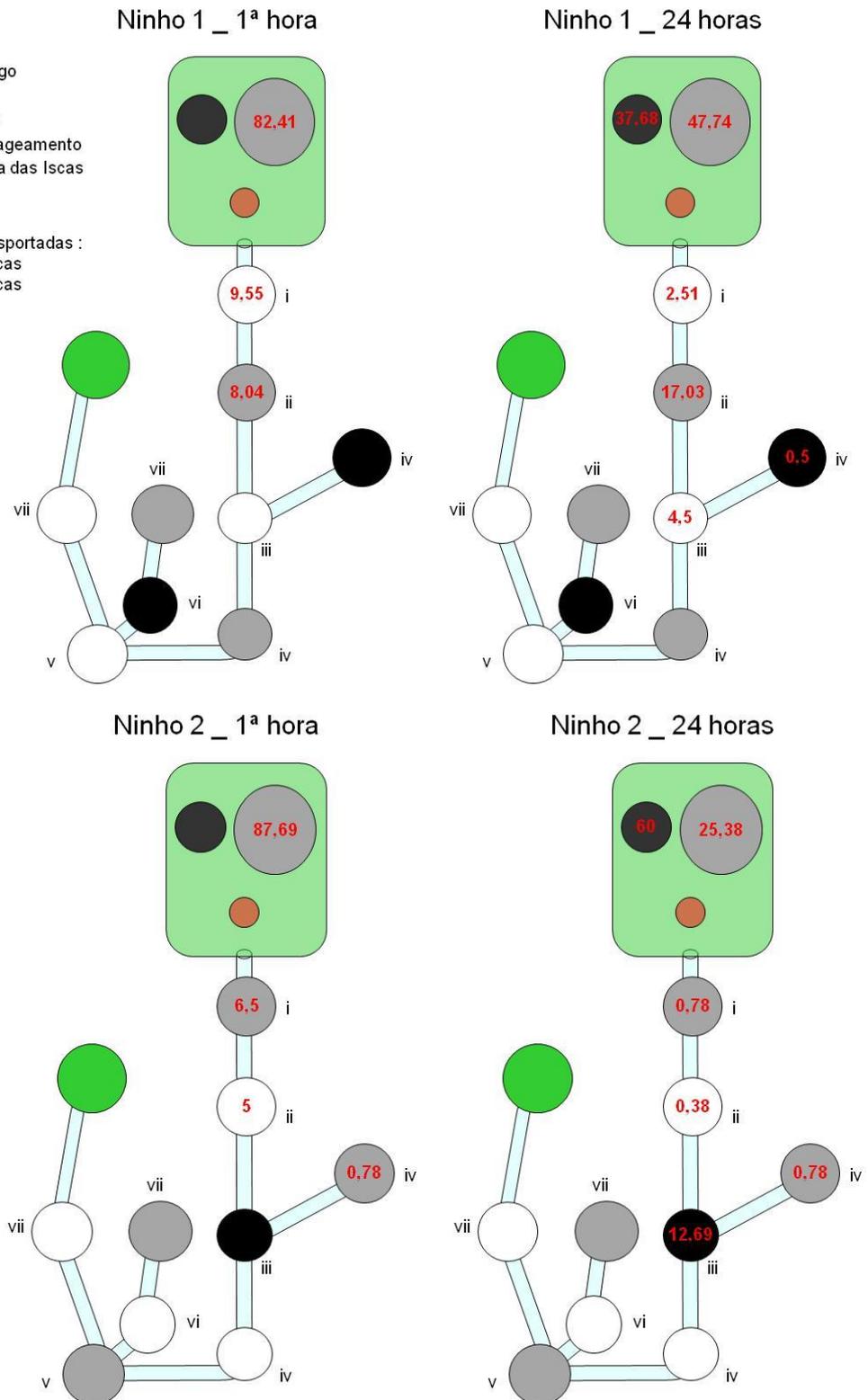


Figura 17: Porcentagem de distribuição de iscas oferecidas a dois ninhos (1 e 2) de *Atta sexdens rubropilosa*, após 1 hora e 24 horas da oferta das iscas na arena de forrageamento. Estão representados em cinza câmaras de fungo; em branco, câmaras vazias; em preto, câmaras de lixo; em verde, arenas de forrageamento e em vermelho o local onde iscas foram oferecidas. Números romanos iguais indicam câmaras localizadas a uma mesma distância da entrada da arena de forrageamento principal (arena maior).

Foi obtido um mesmo padrão de distribuição de iscas dentro dos ninhos, tanto para iscas impregnadas com ECL ($n= 10$, $GL= 8$. $\chi^2_{\text{calc. (ninho 1, 1h)}}= 193,23$; $p= 0,0001$; $\chi^2_{\text{calc. (ninho 1, 24h)}}= 264,00$; $p= 0,0001$. $\chi^2_{\text{calc. (ninho 2, 1h)}}= 376,26$; $p= 0,0001$; $\chi^2_{\text{calc. (ninho 2, 24h)}}= 302,27$; $p= 0,0001$) quanto para iscas impregnadas com DCM (controle) ($n= 10$, $GL= 8$. $\chi^2_{\text{calc. (ninho 1, 1h)}}= 177,91$; $p= 0,0001$; $\chi^2_{\text{calc. (ninho 1, 24h)}}= 195,20$; $p= 0,0001$. $\chi^2_{\text{calc. (ninho 2, 1h)}}= 377,54$; $p= 0,0001$; $\chi^2_{\text{calc. (ninho 2, 24h)}}= 458,40$; $p= 0,0001$).

6.3. Experimento 3: Toxicidade Foliar

A formulação que apresentou melhor aceitação pelas formigas foi a confeccionada com farinha foliar de gergelim, com 66,04% de consumo da formulação. As outras formulações foram consumidas em quantidades que não excederam 30% das iscas ($n=18$. ANOVA, $GL= 2$; $F= 16,98$; $p= 0,00001$. Teste de Tukey HSD, $p= 0,0002$) (Tab. 3).

Tabela 3: Iscas empanadas com farinha de trigo (controle), com farinha foliar de gergelim e farinha foliar de batata-doce, consumidas por operárias de *Atta sexdens rubropilosa* ($n=18$. ANOVA, $GL= 2$; $F= 16,98$; $p= 0,00001$. Teste de Tukey, $p= 0,0002$).

FORMULAÇÃO DA ISCA	ISCAS CONSUMIDAS (g)	ISCAS CONSUMIDAS (%)
Farinha de Trigo (controle)	1,26 (a)	26,25
Batata-Doce	1,29 (a)	26,87
Gergelim	3,17 (b)	66,04

A mortalidade dos miniformigueiros tratados com iscas empanadas com farinha de trigo (controle) e com iscas empanadas com farinha foliar de gergelim e de batata-doce não diferiu significativamente ($n= 9$. Teste de Kruskal-Wallis, $GL= 2$; $H= 0,033$; $p= 0,9836$) (Fig.18).

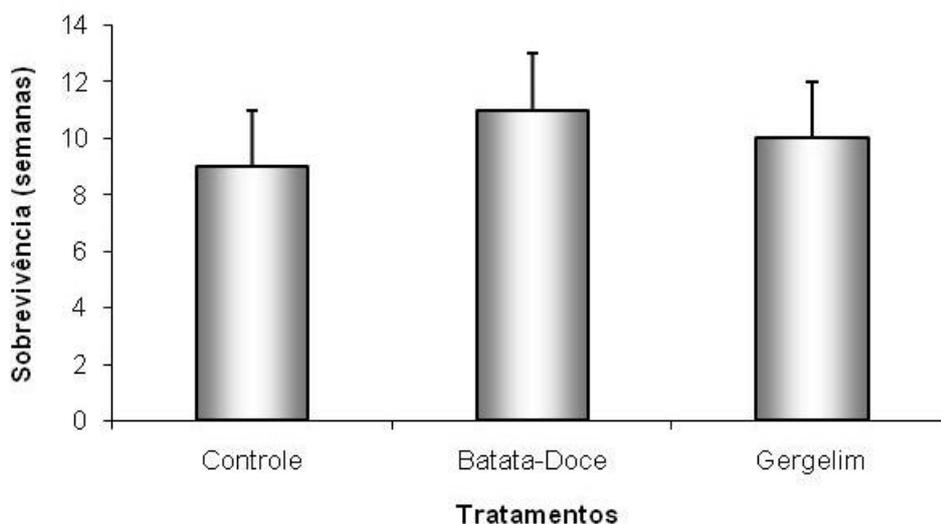


Figura 18: Sobrevivência dos miniformigueiros de *Atta sexdens rubropilosa* tratados com uma dose única de iscas confeccionadas com farinha de trigo (controle), com farinha foliar de batata-doce e farinha foliar de gergelim (n=9. Teste de Kruskal-Wallis, GL= 2; H= 0,033; p= 0,9836).

Miniformigueiros tratados com iscas controle e iscas empanadas com farinha foliar de gergelim apresentaram mortalidade de 50%. O tratamento com farinha foliar de gergelim apresentou maior redução na massa do fungo simbiote, atingindo 75,2% de redução em quatro dos seis miniformigueiros tratados com esta formulação (n=9. Teste de Kruskal-Wallis, GL= 2; H= 6,11; p= 0,0471) (Fig.19).

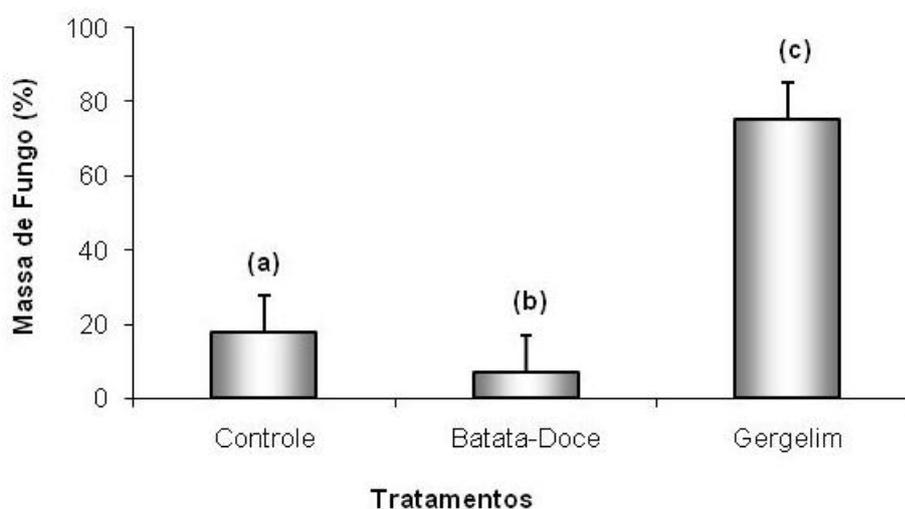


Figura 19: Perda na massa de fungo (%) dos miniformigueiros de *Atta sexdens rubropilosa* tratados com iscas empanadas com farinha de trigo (controle), com farinha foliar de batata-doce e com farinha foliar de gergelim. Letras diferentes indicam diferença estatística (n=9. Teste de Kruskal-Wallis, GL= 2; H= 6,11; p= 0,0471).

Miniformigueiros tratados com iscas empanadas com farinha foliar de gergelim e de batata-doce não demonstraram diferença quanto à mortalidade de operárias ($n=9$. ANOVA, $GL=2$; $F=2,86$; $p=0,084$. Teste de Tukey HSD, $p=0,183$). O tratamento com batata-doce foi significativamente similar ao controle ($n=9$. ANOVA, $GL=2$; $F=2,86$; $p=0,084$. Teste de Tukey HSD, $p=0,7$), enquanto o tratamento com gergelim apresentou mortalidade maior de operárias em relação ao controle ($n=9$. ANOVA, $GL=2$; $F=2,86$; $p=0,084$. Teste de Tukey HSD, $p=0,04$). A mortalidade foi crescente a partir da sexta semana de avaliação (Fig.20).

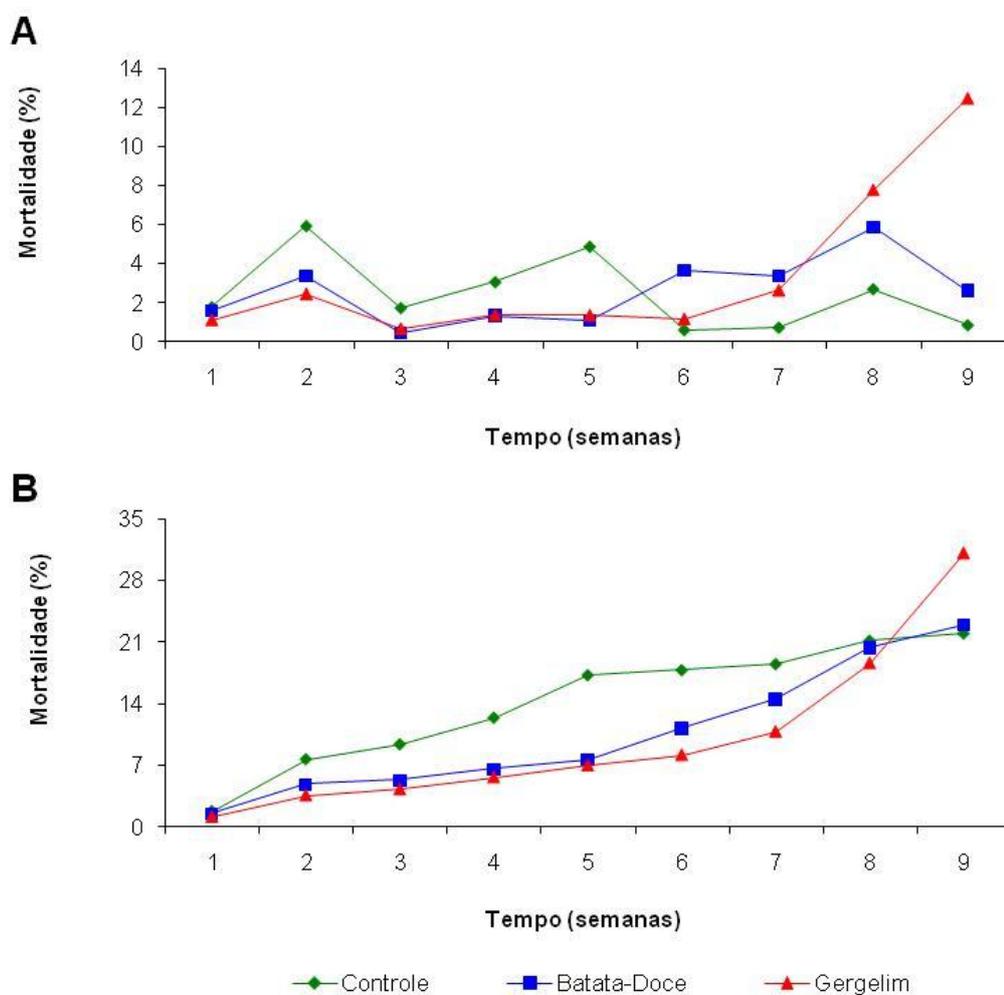


Figura 20: Mortalidade de operárias de *Atta sexdens rubropilosa* tratadas com iscas empanadas com farinha de trigo (controle), com farinha foliar de batata-doce e farinha foliar de gergelim durante nove semanas. (A) Mortalidade por semana e (B) Mortalidade acumulada a cada semana ($n=9$. ANOVA, $GL=2$; $F=2,86$; $p=0,084$. Teste de Tukey HSD, $p=0,04$).

Os tratamentos não apresentaram efeito sobre o corte de folhas dos miniformigueiros (n= 18. ANOVA, GL= 2; F= 0,043; p= 0,958. Teste de Tukey, p= 0,9) (Fig.21).

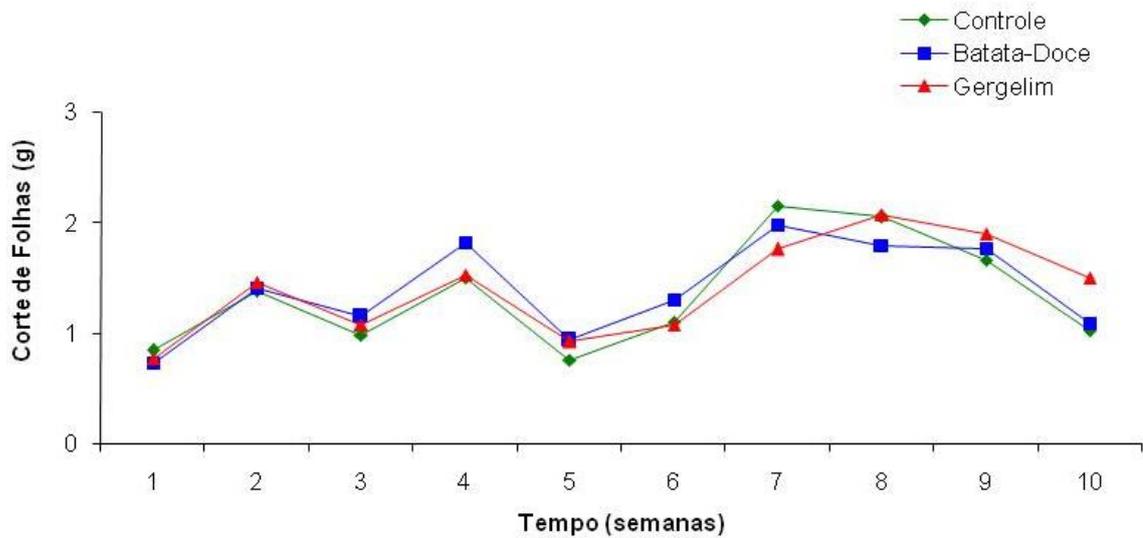


Figura 21: Corte de folhas em miniformigueiros de *Atta sexdens rubropilosa*, tratados com iscas empanadas com farinha de trigo (controle), com farinha foliar de batata-doce e com farinha foliar de gergelim durante dez semanas (n= 18. ANOVA, GL= 2; F= 0,043; p= 0,958. Teste de Tukey HSD, p< 0,9).

7. DISCUSSÃO

A impregnação de EGV incrementou a atratividade de iscas. Vilela e Howse (1988) verificaram que grânulos de vermiculita impregnados com feromônio de trilha sintético eram também mais atrativos às operárias de *A. sexdens rubropilosa*. No entanto, verificaram em testes de campo que iscas comerciais sem princípio ativo, impregnadas com o feromônio de trilha, não foram levadas para o interior da colônia, mas armazenadas na sua entrada. No presente trabalho, constatou-se que iscas formuladas artesanalmente com polpa cítrica são levadas para o interior da colônia, porém o número de iscas transportadas com e sem EGV foi similar. Apesar disso a presença do EGV reduziu os tempos de descoberta e de transporte das iscas próximas da trilha e do olheiro a 0,2 metros.

A semelhança no transporte de iscas com e sem EGV pode ter sido provocada pela presença de formigas dos gêneros *Ectatomma* e *Pheidole*. As formigas do gênero *Pheidole* foram atraídas pelas iscas com EGV, provavelmente devido à proximidade filogenética desse gênero com as formigas da tribo Attini. Essa atração às *Pheidole* pode ter ocasionado competição pelos locais de distribuição das iscas e, conseqüentemente, manifestações de agressividade com *A. sexdens rubropilosa*, que persistiram no local na tentativa de capturar essas iscas. Dessa forma, o recrutamento nesses locais pode ter sido afetado negativamente ou direcionado para locais com iscas sem EGV.

Formigas *Pheidole* apresentaram comportamento de nidificação no local de oferta de iscas com EGV em três das cinco repetições. Este comportamento não foi observado em iscas distribuídas sem EGV. Nestas o comportamento

dessas formigas se resumia em transportá-las para seu ninho. Já as formigas do gênero *Ectatomma*, aparentemente não demonstraram preferência pelas iscas com feromônio e carregavam de forma aleatória as iscas que encontravam durante sua exploração e não confrontaram com *Atta*.

A distribuição de iscas com ou sem extrato cuticular de larvas dentro do ninho não foi homogênea, concentrando-se em algumas câmaras. Pretto (1996) observou a divisão uniforme de substrato por câmaras de fungo, em ninhos com vários olheiros de abastecimento conectados a um único túnel de forrageamento interligado a uma mesma entrada para o ninho. Isso não ocorreu nos ninhos estudados, que apresentavam só dois olheiros de abastecimento, sendo somente o principal abastecido com iscas.

Nos ninhos testados, câmaras de fungo distantes do olheiro de abastecimento principal continham fungo velho (esgotado) e, durante as observações, não apresentaram iscas em seu interior. As iscas se concentravam nas painéis mais próximas desse olheiro, que representava a entrada do ninho. Forti e Silveira Neto (1989) relatam comportamento semelhante em ninhos de *A. capiguara*, onde observaram que iscas eram distribuídas somente em câmaras de fungo que cresciam em material vegetal fresco, não sendo levadas para câmaras que continham fungo velho.

Quanto à atratividade de iscas empanadas com farinha foliar, as iscas contendo farinha foliar de gergelim foram mais transportadas e consumidas que as iscas contendo farinha foliar de batata-doce. Pagnocca et al. (1990), sugeriram a presença de substâncias atrativas ou fago estimulantes que mascaram a detecção de outras repelentes, o que poderia explicar essa aceitação pelas formigas.

Porém, as formigas cortadeiras possuem habilidade de aprender efeitos negativos que substratos podem causar ao formigueiro e com o tempo podem rejeitar iscas confeccionadas com a farinha de gergelim, como constataram Bueno et al. (1995) duas semanas depois de oferecer folhas de gergelim como substrato a ninhos de *A. sexdens rubropilosa* mantidos em laboratório.

Quanto ao efeito das iscas sobre a mortalidade de operárias de *A. sexdens rubropilosa*, o tratamento com farinha foliar de gergelim provocou mais mortes de formigas que o controle, porém foi significativamente igual ao tratamento com farinha foliar de batata-doce. A mortalidade provocada pelo

gergelim demonstrou-se crescente a partir da sexta semana, quando o tratamento com batata-doce mostrava-se decrescente.

A farinha foliar de gergelim utilizada nesse experimento foi feita com folhas colhidas após 45 dias da semeadura. Bueno et al. (2004) relataram que, extratos de folhas de plantas com 90 dias, causam redução na taxa de sobrevivência de operárias. Provavelmente, a idade da planta influencia a ação inseticida de suas folhas acelerando o processo de intoxicação quanto mais tarde forem colhidas. Para iscas confeccionadas com farinha foliar de batata-doce, ainda não há relatos de que suas folhas possam causar toxicidade direta às operárias, o que se conhece é seu poder de mortalidade da colônia por redução do fungo simbionte, ocorrendo em laboratório para *A. sexdens*, após cinco semanas de oferta de folhas para uso como substrato (Hebling et al., 2000b). Nas condições do presente trabalho não se obteve resultados similares. Contudo, a utilização de folhas de batata-doce na forma de farinha pode ter acarretado em perda da substância nociva ao formigueiro.

Os tratamentos não afetaram o consumo foliar dos miniformigueiros. No entanto, afetaram a massa do fungo simbionte.

Miniformigueiros que sobreviveram 11 semanas apresentaram decréscimo na massa de fungo para os tratamentos com gergelim. Essa resposta pode ser explicada por Pagnocca et al. (1990), que sugeriram, ao cultivarem *in vitro* o fungo simbionte de *A. sexdens rubropilosa* com diferentes órgãos da planta de gergelim, que suas folhas em meios de cultura (200mg) desempenham ação fungistática não relacionada à presença de sesamina, visto que a mesma só é encontrada em sementes da planta em questão.

8. CONCLUSÕES

O ECL não incrementa a atratividade de iscas formuladas com polpa cítrica em testes de laboratório, diferentemente do EGV, que devido à conferência de atratividade foi testado no campo, onde septos impregnados com EGV facilitaram o encontro e o transporte de iscas distribuídas a 0,2 metros de distância do olheiro e da trilha de forrageamento.

A redução no tempo de permanência de iscas no campo conferida pela adição do EGV é importante, pois diminui as chances de espécies não-alvo entrarem em contato com o princípio ativo das iscas. Este comportamento deve ser explorado utilizando feromônio sintético e realizando a aplicação com porta-isca, em uma tentativa de reduzir a competição por iscas no campo.

Iscas são distribuídas de forma heterogênea no ninho e a impregnação de iscas com ECL não contribuiu para a sua distribuição entre as várias câmaras de fungo. A distribuição das iscas ocorreu nas câmaras próximas ao orifício de abastecimento principal do ninho.

O ECL deve ser mais bem explorado quanto à sua utilização na distribuição de iscas no ninho, aumentando o número de ninhos, padronizando o tamanho das câmaras de fungo e aumentando o número de orifícios de abastecimento do ninho.

Iscas confeccionadas com farinha foliar de gergelim demonstraram-se atrativas às formigas, conferiram maior mortalidade de operárias e apresentaram capacidade de redução no crescimento do fungo simbiote. Enquanto iscas

confeccionadas com farinha foliar de batata-doce não apresentaram respostas significativas quanto à atratividade e à toxicidade às operárias ou ao fungo.

Logo, é interessante prosseguir com estudos utilizando folhas de gergelim, buscando dosagens mais eficientes para as iscas, que possam reduzir o tempo de sobrevivência do formigueiro, atingindo um controle mais rápido. Para estudos com batata-doce, outras formas de utilização de suas folhas na confecção de iscas devem ser estudadas, como o uso de extratos aquosos, por exemplo.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alípio, A. S. (1989) Controle de formigas cortadeiras. Normas técnicas da Pains Florestal, 8 p.
- Alves, S. B. e Soza Gomes, D. (1983) Virulência do *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. para duas castas de *Atta sexdens rubropilosa* (Forel, 1908). *Poliagro*, 5: 1-9 pp. *apud* Wilcken, C. F. e Berti Filho, E. (1994) Controle biológico de formigas cortadeiras. Anais do III Curso de Atualização no Controle de Formigas Cortadeiras, IPEF, 1-5 pp.
- Billen J. (1991) Ultrastructural organization of the exocrine glands in ants. *Ethology, Ecology and Evolution*, 1: 67-73 pp.
- Boaretto, M. A. C., Forti, L. C. (1997). Perspectivas no controle de formigas cortadeiras. Série Técnica IPEF 11: 31-46 pp.
- Bragança, M. A. L., Tonhasca, J. R. A., Della Lucia, T. M. C. (1998) Reduction in the foraging activity of the leaf-cutting ant *Atta sexdens* caused by the phorid *Neodohniphora* sp. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 89: 305-316 pp.
- Bueno, O. C., Hebling, M. J. A., Silva, O. A., Matenhauer, A. M. C. (1995) Effect of sesame (*Sesamum indicum* L.) on nest development of *Atta sexdens rubropilosa* Forel (Hym., Formicidae). *Journal of Applied Entomology*, 119: 341-343 pp.
- Bueno, O. C., Bueno, F. C., Brochini, J., Sinhori, K., Morini, M. S. C., Hebling, M. J. A., Pagnocca, F. C., Leite, A. C., Vieira, P. C., Fernandes, J. B. (2004) Activity of sesame leaf extracts to the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera:Formicidae). *Sociobiology*, 44: 511-518 pp.
- Carroll, C. R., Janzen, D. H. (1973) Ecology of foraging by ants. *Annual Review Ecology and Systematics*, 4: 231-257 pp.

- Cross, J. H., Byler, R. C., Ravid, U., Silverstein, R. M., Jutsum, A. R., Cherret, J. M. (1979) The major component of the trail pheromone of the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* Forel: 3-ethyl-2-5-dimethylpyrazine. *Journal Chemistry Ecology*, 5: 187-203 pp.
- D'Amato, C., Torres, J. P. M., Malm, O. (2002) DDT (dicloro difenil tricloroetano): Toxicidade e contaminação ambiental, uma revisão. *Química Nova*, 25: 995-1002 pp.
- Da Silva, M. E. e Diehl-Fleig, E. (1988) Avaliação de diferentes fungos entomopatogênicos para o controle de formigas *Atta sexdens piriventris* (Santschi, 1919) (Hymenoptera, Formicidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 17: 69-263 pp.
- Dal-Farra, R. A. e Lima, F. S. (2010) Os agrotóxicos como temática no ensino: reflexões preliminares. IV Simpósio Internacional e VII Fórum Nacional de Educação, 11 p.
- Delabie, J. H. C., Della Lucia, T. C. M., Pastre, L. (2000) Protocolo de Experimentação para avaliar a atratividade de novas formulações de iscas granuladas utilizadas no controle das formigas cortadeiras *Acromyrmex* spp. e *Atta* spp. (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae: Attini) no campo. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 29: 843-848 pp.
- Della Lucia, T. M. C., Vilela, E. F., Anjos, N., Moreira, D. D. O. (1993) Criação de Formigas Cortadeiras em Laboratório. In: Della Lucia, T. M. C. (ed) As Formigas Cortadeiras. Viçosa, 151-162 pp.
- Della Lucia, T. M. C. (2003) Hormigas de importancia económica en la región Neotropical. In: Fernández, F. (Ed.) Introducción a las hormigas de la región Neotropical. *Inst. Invest. Rec. Biol. Alexander von Humboldt*. 24: 337-349 pp.
- Duncan, E. J. e Ratnieks, F. L. W. (2006) Communication in ants. *Current Biology*, 16: 570-574 pp.
- Evershed, R. P. e Morgan, E. D. (1983) The amounts of trail pheromone substance in the venom of workers of four species of attine ants. *Insect Biochemistry*, 13: 469-474 pp.
- Fernandes, M. A. C., Brugger, M. S., Reis, M. N., Espírito Santo, N. B., Evangelista, V. M., Lopes, J. F. S. (2007) Comparação da atratividade de iscas artificiais confeccionadas com *Azadirachta indica* (nim) e polpa cítrica em *Acromyrmex rugosus* (Hymenoptera, Formicidae). *Biológico*, 69: 395-396 pp.
- Fletchmann, C. H. W. (1981) Um possível agente de controle biológico da saúva. Congresso Brasileiro de Entomologia, 7: 1 p.
- Forti, L. C. e Silveira Neto, S. (1989) Distribuição de substrato em colônias de *Atta capiguara* Gonçalves, 1944 (Hymenoptera – Formicidae). *Anais da sociedade Entomológica do Brasil*, 18: 347-356 pp. *apud* Pretto, D. R., Forti, L. C. (2000)

Dyed baits distribution in nests of *Atta sexdens* L. (Hym., Formicidae), *Journal Applied Entomological*, 124: 37-39 pp.

Forti, L. C. (1985) Ecologia da saúva *Atta capiguara* Gonçalves, 1944 (Hymenoptera: Formicidae) em pastagem. Tese (Doutorado em Entomologia) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/ Universidade de São Paulo – ESALQ/ USP *apud* Castellani, M. A., Forti, L. C., Moreira, A. A., Andrade, A. P. P., Raetano, C. G., Lima, J. M., Nagamoto, N. S. (2010) Selectivity of Workers of the Grass-cutting Ants *Atta bisphaerica* and *Atta capiguara* (Hymenoptera: Formicidae) to Vegetable Oils. *Sociobiology*, 55: 1-17 pp.

Forti, L. C., Nagamoto, N. S., Pretto D. R. (1998) Controle de formigas cortadeiras com isca granulada. Anais do Simpósio sobre Formigas Cortadeiras dos Países do Mercosul, 113-132 pp.

Forti, L. C. ; Nagamoto, N. S. ; Ramos, V. M.; Andrade, A. P. P. ; Lopes, J. F. S. ; Camargo, R. S.; Moreira, A. A. ; Boaretto, M. A. C. (2003) Eficiência de sulfluramida, fipronil y clorpirifos como sebos en el control de *Atta capiguara* Gonçalves (Hymenoptera:Formicidae). *Pasturas Tropicales*, 25: 28-35 pp.

Fowler, H. G. e Robinson, S. W. (1979) Foraging by *Atta sexdens* (Formicidae: Attini): seasonal patterns, caste and efficiency. *Ecological Entomology*, 4: 239-247 pp.

Fowler, H. G., Pagani, M. I., da Silva, A., Forti, L. C., Pereira da Silva, U., Vasconcelos, H. G. (1989) A pest is a pest? The dilemma of Neotropical leaf-cutting ants: keystone taxa of natural ecosystems. *Environmental Management*, 13: 671-675 pp.

Freitas, S. e Berti Filho, E. (1994) Efeito do desfolhamento no crescimento de *Eucalyptus grandis* Hill Ex. Maiden (Myrtaceae). IPEF, 47: 36-43 pp.

Gazal e Silva, V. S. (2004) Mecanismos de localização e reconhecimento do hospedeiro em *Neodohrniphora* spp. (Diptera: Phoridae) e ocorrência das espécies desse gênero em *Atta sexdens rubropilosa* (Forel) (Hymenoptera: Formicidae) Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 88p.

Glancey, B. M., Stringer, C. E., Craig, C. H., Bishop, P. M., Martin, B. B. (1970) Pheromones may induce brood tending in the fire ant *Solenopsis saevissima* (Fr. Smith). *Nature*, 226: 863-864 pp. *apud* Vilela, E. F. e Howse, P. E. (1988) Pheromone performance as na attractive component in baits for the control of the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae), *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 7: 107-124 pp.

Hebling, M. J. A., Maroti, P. S., Bueno, O. C., da Silva, O. A., Pagnocca, F. C. (1996) Toxic effects of leaves of *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) to laboratory nests of *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae). *Bulletin of Entomological Research*, 86: 253-256 pp.

- Hebling, M. J. A., Bueno, O. C., Pagnocca, F. C., da Silva, O. A., Maroti, P. S. (2000a) Toxic effects of *Canavalia ensiformes* L. (Leguminosae) on laboratory colonies of *Atta sexdens* L. (Hym., Formicidae). *Journal of Applied Entomology*, 124: 33-35 pp.
- Hebling, M. J. A., Bueno, O. C., Maroti, P. S., Pagnocca, F. C., da Silva, O. A. (2000b) Effects of leaves of *Ipomoema batatas* (Convolvulaceae) on nest development and on respiratory metabolism of leaf-cutting ants *Atta sexdens* L. (Hym., Formicidae). *Journal of Applied Entomology*, 124: 249-252 pp.
- Hölldobler, B. (1976) Recruitment behavior, home range orientation and territoriality in harvester ants, *Pogonomyrmex*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 1: 3-44 pp.
- Hölldobler, B. e Wilson, E.O. (1990) The ants. Harvard University Press, Cambridge, Mass, 732 p.
- Jaffé, K. e Howse, P. E. (1979) The mass recruitment system of the leaf-cutting ant *Atta cephalotes*. *Animal Behaviour*, 27: 9-930 pp.
- Jeason, R.; Ratnieks, F. L. W.; Deneubourg, J. L. (2003) Pheromone trail decay rates on different substrates in the Pharaoh's ant, *Monomorium pharaonis*. *Physiological Entomology*, 28: 192-198 pp.
- Kermarrec, A.; Febuay, G.; Decharme, M. (1986) Protection of leaf-cutting ants from biohazards: Is there a future for microbiological control? In: Lofgren, C. S. e Vander Meer, R. K. (Eds.) Fire ants and leaf-cutting ants: biology and management. Westview studies in insect biology. 56-339 pp.
- Laranjeiro, A. J. (1994) Manejo integrado de formigas cortadeiras na Aracruz Celulose. Anais do III Curso de Atualização no controle de formigas cortadeiras, IPEF, 28-33 pp.
- Laranjeiro, A. J.; Zanúncio, J. C. (1995) Avaliação da Isca à Base de Sulfluramida no Controle de *Atta sexdens rubropilosa* pelo Processo Dosagem Única de Aplicação. *Nota Técnica IPEF* nº 48/49, 144 – 152pp.
- Lewis, T. e Norton, G. (1973) A aerial baiting to control leaf-cutting ants (Formicidae: Atinni) em Trinidad. *Bulletin of Entomology Research*, 63: 289-303 pp.
- Lewis, T.; Pollard, G. V.; Dibley, G. C. (1974) Rhythmic foraging in the leaf-cutting ant *Atta cephalotes* (L.) (Formicidae: Attini). *Journal of Animal Ecology*, 43: 129-142 pp.
- Lima, C. A., Della Lucia, T. C. M., Guedes, R. N. C., Da Veiga, C. E. (2003) Desenvolvimento de iscas granuladas com atraentes alternativos para *Atta bisphaerica* Forel, (Hymenoptera: Formicidae) e sua aceitação pelas operárias. *Neotropical Entomology*, 32: 497-501 pp.

- Lima, J. O. G. (1973) Atratividade de iscas granuladas para a formiga saúva *Atta sexdens rubropilosa* Forel. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 1: 48p.
- Lopes, J. F. S., Forti, L. C., Boaretto, M. A. C., Camargo, R. S., Andrade, A. P. P., Ramos, V. M., Nagamoto, N. S. (2003) Devolution rates of grass by *Atta capiguara* (Hymenoptera, Formicidae) in field conditions. *Pasturas Tropicais*, 25: 42-45 pp.
- Lovatto, P. B., Goetze, M., Thomé, G. C. H. (2004) Efeito de extratos de plantas silvestres da família Solanaceae sobre o controle de *Brevicoryne brassicae* em couve (*Brassica oleraceae* var. *acephala*). *Ciência Rural*, 34: 971-978 pp.
- Lugo, A. E., Farnsworth, E. G., Pool, D., Jerez, P., Kaufman, G. (1973) The impact of the leaf cutter ant *Atta colombica* on the energy flow of a tropical wet forest. *Ecology*, 54: 1292-1301 pp.
- Mariconi, F. A. M., Filho, J. M. A. M., Moraes, T. S. (1981) Formigas cortadeiras em povoamentos florestais. Série Técnica, IPEF, 2: 1-29 pp.
- Marinho, C. G. S., Della Lucia, T. C. M., Picanço, M. C. (2006) Fatores que dificultam o controle das formigas cortadeiras. *Bahia Agrícola*, 7: 18-22 pp.
- Mendes Filho, J. M. A. (1979) Técnicas de combate à formiga. Circular Técnica IPEF, 75: 1-19 pp.
- Ministério da Agricultura. Formicidas registrados para o controle de formigas cortadeiras. Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal agrofit_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons), acessado em 06 de maio de 2011.
- Nagamoto, N. S.; Forti, L. C. ; Andrade, A. P. P.; Boaretto, M. A. C. ; Wilcken, C. F. (2004) Method for the evaluation of insecticidal activity over time in *Atta sexdens rubropilosa* workers (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*, 44: 413-431 pp.
- Niquell, L. G. (1959) Antimicrobial activity of vascular plants. *Economic Botany*, 13: 281-318 pp *apud* Boscolo, O. H., Senna Valle, L. (2008) *Iheringia*, Série Botânica, 63: 263-277 pp.
- North, R. D.; Jackson, C. W.; Howse, P. E. (1997). Evolutionary aspects of ant fungus interactions in leaf-cutting ants. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 12, nº 10, 386-389 pp.
- Oliveira, M. A. (1996) Identificação de formigas cortadeiras e efeito do desfolhamento simulado em plantios de *Eucalyptus grandis*. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 61 p.
- Oliveira, M. F. S. S. (2006) Controle de formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) com produtos naturais. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Rio Claro – SP, Universidade Estadual Paulista – USP, 119 p.

- Pagnocca, F. C., Silva, O. A., Hebling-Beraldo, M. J., Bueno, O. C. (1990) Toxicity of sesame extracts to the symbiotic fungus of leaf-cutting ants. *Bulletin of Entomological Research*, 80: 349-352 pp.
- Pereira, L. G. B., (2007) Estratégias de controle de formigas cortadeiras. Dossiê Técnico, CETEC – MG, 22 p.
- Peres Filho, O. e Dorval, A. (2003) Efeito de formulações granuladas de diferentes produtos químicos e à base de folhas e de sementes de gergelim, *Sesamum indicum*, no controle de formigueiros de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae). *Ciência Florestal*, 13: 67-70 pp.
- Pherobase. Semioquímicos do gênero *Acromyrmex*. Disponível em: <http://www.pherobase.com/database/genus/genus-Acromyrmex.php>, acessado em 21 de abril de 2010. Semioquímicos do gênero *Atta*. Disponível em: <http://www.pherobase.com/database/genus/genus-Atta.php>, acessado em 21 de abril de 2010.
- Preto, D. R. (1996) Arquitetura dos túneis de forrageamento e do ninhoa de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera – Formicidae), dispersão, de substrato e dinâmica do inseticida na colônia. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Botucatu – SP, Universidade Estadual de São Paulo – UNESP, 98 p.
- Política de Químicos do Forest Stewardship Council (FSC). Disponível em: <http://www.ipef.br/pccf/>, acessado em 16 de março de 2010.
- Rezende, J.P.; Pereira, A.R.; Oliveira, A.D. (1983) Espaçamento ótimo para a produção de madeira. *Revista Árvore*, 7: 30-43 pp. *apud* Cantarelli, E. B., Costa, E. C., Pezutti, R., Oliveira, L. S. (2008) Quantificação das perdas no desenvolvimento de *Pinus taeda* após o ataque de formigas cortadeiras. *Ciência Florestal*, 18: 39-45 pp.
- Ribeiro, S. B., Pagnocca, F. C., Victor, S. R., Bueno, O. C., Hebling, M. J., Bacci Jr, M., Silva, O. A., Fernandes, J. B., Vieira, P. C., Silva, M. F. G. F. (1998) Activity of Sesame leaf extracts against the symbiotic fungus of *Atta sexdens* L. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 27: 421-426 pp.
- Ridley, P.; Howse, P. E.; Jackson, C. W. (1996) Control of the behaviour of leaf-cutting ants by their 'symbiotic' fungus. *Experientia*, 52: 631-35 pp.
- Robinson, S. W., Cherrett, J. M. (1974) Laboratory investigations to evaluate the possible use of pheromones of the leaf-cutting ant *Atta cephalotes* (L.) (Formicidae: Attini) as a component in attractive bait. *Bulletin of Entomological Research*. 63: 519-529 pp.
- Robinson, S. W., Cherrett, J. M. (1978) The possible use of methyl-4-methylpyrrole-2-carboxylate, an ant trail pheromone, as a component of an improved bait for leaf-cutting ants. *Bulletin of Entomological Research*. 68: 159-170 pp.

- Robinson, S. W., Jutsum, A. R., Cherrett, J. M., Quimlan, R. J. (1982) Field evaluation of methyl-4-methylpyrrole-2-carboxylate, an ant trail pheromone, as a component of baits of leaf-cutting ant (Hym.: Formicidae) control. *Bulletin of Entomological Research*. 72: 345-356 pp.
- Rockwood, L. L. (1976) Plant selection and foraging patterns in two species of leaf-cutting ants (*Atta*). *Ecology*, 57: 48-61 pp.
- Rockwood, L., Hubbell, S. P. (1987) Host-plant selection, diet diversity and optimal foraging in a tropical leaf-cutting ant. *Oecologia*, 74: 55-61 pp.
- Rosengren, R. (1971) Route fidelity, visual memory, and recruitment behaviour in foraging wood ants of the genus *Formica* (Hymenoptera:Formicidae). *Acta Zoológica Fennica*, 133: 1-105 pp.
- Schoereder, J. H. e Coutinho, L. M. (1990) Fauna e estudo zoossociológico das espécies de saúvas (Formicidae, Attini) de duas regiões de Cerrado do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Entomologia*, 34: 561-568 pp.
- Shepherd, J. D. (1982) Trunk trails and the strategy of a leaf-cutting ant, *Atta colombica*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 11: 77-84 pp.
- Silva, M.E. e Diehl-Fleig, E. (1995) Comparação da eficiência da aplicação direta e de iscas de fungos entomopatogênicos para controle de formigas cortadeiras (*Acromyrmex*). *In: Congresso Brasileiro de Entomologia*, 15, Caxambú, Resumos. Caxambú: SEB, 332 p.
- Sixel, R. M. M. e Gomez, F. M. (2008) Produção de florestas com qualidade: técnicas de plantio. Série Técnica, IPEF, 28p.
- Solis, D. R. (2004). As formigas consideradas como pragas cortadeiras e domiciliares. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Rio Claro – SP, Universidade Estadual Paulista – UNESP, 78 p.
- Sousa, N. J. (1996) Avaliação do uso de três tipos de porta-iscas no controle de formigas cortadeiras, em áreas preparadas para a implantação de povoamentos de *Pinus taeda* L. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Curitiba – PR, Universidade Federal do Paraná – UFPR, 88 p.
- Tofolo, V. C. (2007) Toxicidade de formicidas usados em pastagens sobre a formiga não-alvo *Ectatomma Brunneum* (Hymenoptera, Formicidae e Ectatomminae) e seus efeitos na dinâmica populacional em condições de laboratório. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Rio Claro – SP, Universidade Estadual Paulista – UNESP, 80 p.
- Traniello, J. F. A. (1989) Foraging strategies of ants. *Annual Review Entomology*, 34: 191-210 pp.
- United Nations Treaty Collection. (2009) Stockholm Convention On Persistent Organic Pollutants. Disponível em:

<http://treaties.un.org/doc/Publication/CN/2009/CN.524.2009-Eng.pdf>. Acessado em: fevereiro de 2010.

- Vasconcelos, H. L. e Cherrett, J. M. (1997) Leaf-cutting ants and early forest regeneration in central Amazônia: effects of herbivory on tree seedling establishment. *Journal of Tropical Ecology*, 13: 357-370 pp.
- Verza, S. S., Forti, L. C., Matos, C. A. O. , Garcia M. G. & Nagamoto, N. S. (2006) Attractiveness of Citrus Pulp and Orange Albedo Extracts to *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*, 47: 1-10 pp.
- Viana. A. M. M. (1996) La reconnaissance coloniale du couvain et du champignon chez la fourmi champignoniste *Acromyrmex subterraneus subterraneus*. Tese (Doutorado em Biologia dos Organismos) Curso de Pós-graduação em Biologia dos Organismos, Université Paris XIII, 136 p.
- Viana, A. M. M., Frézard, A., Malosse, C., Della Lucia, T. C. M., Errard, C., Lenoir, A. (2001) Colonial recognition of fungus in the fungus-growing ant *Acromyrmex subterraneus subterraneus* (Hymenoptera: Formicidae). *Chemoecology*, 11: 29-36 pp.
- Vilela, E. F. e Howse, P. E. (1988) Pheromone performance as na attractive component in baits for the control of the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae), *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 7: 107-124 pp.
- Vilela, E. F., Della Lucia, T. M. C. e Jaffé, K. (1987) Formigas cortadeiras: A linguagem dos Odores. *Ciência Hoje*, 6 (35): 26-31 pp.
- Vilela, E.F. (1986) Status of leaf-cutting and control in forest plantations in Brazil. *In: Lofgren, C.S.; Vander Meer, R.K. (Eds.). Fire ants and leafcutting ants: biology and management. Boulder: Wesview Press, 1986. p.399-408.*
- Vilela, E. F. (1994) Feromônio no controle de formigas cortadeiras. *Anais do III Curso de Controle de Formigas Cortadeiras, IPEF*, 11-13 pp.
- Vitta, A. C. R. (2005) Caracterização morfológica das glândulas de Brindley e Metasternais, identificação química das suas secreções e comportamento sexual em *Triatoma brasiliensis* (REDUVIIDAE, TRIATOMINAE). Dissertação de Mestrado do curso de Entomologia, Universidade Federal de Viçosa - MG. 130 p.
- Weber, N. A. (1972). Gardening Ants: the Attines. *Memoirs of the American Philosophical Society*, 92: 142 p.
- Wilson, E. O. (1963) The social biology of ants. *Annual Review of Entomology*, 8: 68-345 pp.
- Zanetti, R.; Jaffé, K.; Vilela, E.F.; Zanuncio, J. C.; Leite, H. G. (2000) Efeito de densidade e do tamanho de saueiros sobre a produção de madeira em eucaliptais. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*. 29:105-112 pp.

Zanetti, R.; Carvalho, G. A.; Santos, A.; Souza Silva, A. e Godoy, M. S. (2002) Manejo integrado de formigas cortadeiras. Ed. UFLA, Universidade Federal de Lavras (texto acadêmico), 16 p.

Zanetti, R. (2007) Manejo Integrado de Formigas Cortadeiras e Cupins em Áreas de Eucalipto da CENIBRA. Laudo Técnico FSC-CENIBRA, 74 p.

Zanetti, R., Zanuncio, J. C., Souza-Silva, A., Mendonça, L. A., Mattos, J. O. S., Rizental, M. S. (2008) Eficiência de produtos termonebulígenos no controle de *Atta laevigata* (Hymenoptera: Formicidae) em plantio de eucalipto. Ed. UFLA, *Ciência Agrotécnica*, 32: 1313-1316 pp.