

**Ação de extratos etanólicos botânicos no controle da formiga cortadeira  
*Atta sexdens rubropilosa* (Hym: Formicidae)**

**RAFAEL GERVASONI FERREIRA LEITE**

**Ação de extratos etanólicos botânicos no controle da formiga cortadeira**  
***Atta sexdens rubropilosa* (Hym: Formicidae)**

**RAFAEL GERVASONI FERREIRA LEITE**

Dissertação apresentada Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de concentração: Produção Vegetal.

Orientador:  
Prof<sup>a</sup>. Dra. Vânia Maria Ramos

581.659  
L533a

Leite, Rafael Gervasoni Ferreira.

Ação de extratos etanólicos botânicos no controle da formiga cortadeira *Atta sexdens rubropilosa* (Hym: Formicidae) / Rafael Gervasoni Ferreira Leite. – Presidente Prudente, 2015.  
62 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) -  
Universidade do Oeste Paulista – Unoeste,  
Presidente Prudente, SP, 2015.

Bibliografia.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dra. Vânia Maria Ramos

1. Iscas Tóxicas. 2. Extratos Vegetais. 3.  
Plantas Inseticidas. I. Título.

Campus I Rua José Bongiovani, 700 · Cidade Universitária · CEP 19050 920 · Presidente Prudente SP · Tel|Fax: 18 3229 1000

Campus II Rodovia Raposo Tavares, Km 572 · Bairro Limoeiro · CEP 19067 175 · Presidente Prudente SP · Tel|Fax: 18 3229 2000

## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "Ação de extratos etanólicos botânicos no controle da formiga cortadeira  
*Atta sexdens rubropilosa* (Hym: Formicidae)"

AUTOR: RAFAEL GERVASONI FERREIRA LEITE

ORIENTADORA: VÂNIA MARIA RAMOS

Aprovado(a) como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE em  
AGRONOMIA

Área de Concentração PRODUÇÃO VEGETAL, pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Luiz Carlos Forti

UNESP – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - / Botucatu-SP



Profa. Dra. Patrícia Reiners Carvalho

UNOESTE - Universidade do Oeste Paulista / Presidente Prudente-SP



Profa. Dra. Vânia Maria Ramos

UNOESTE - Universidade do Oeste Paulista / Presidente Prudente-SP

Data da realização: 17 de setembro de 2015.

## **DEDICATÓRIA**

**Dedico a minha família e a todos que acreditaram no meu potencial.**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a DEUS pela vida.

Agradeço aos meus pais, Margarida e Valdemar, a minha tia Sueli, meu irmão Enrique e meus avós que não estão mais presentes, João e Guilhermina, pelo apoio de todos os dias, pelo incentivo e confiança.

A toda a equipe do Laboratório de Entomologia Agrícola (LEA) e todos os colegas do curso de Agronomia da Unoeste.

Agradeço aos meus amigos, em especial minha colega de laboratório Viviane Tavares de Almeida. Pela ajuda durante esses anos. Por todas as reuniões, cafés, almoços e conversas. Minha verdadeira amiga/irmã.

Agradeço meu amigo Fernando Rosado Costa, por estar comigo desde o início do laboratório.

Agradeço a minha eterna Professora Dra. Fabiane Cunha que apesar de não ter presenciado a parte experimental do meu projeto, esteve sempre me auxiliando e me ensinando a ser um profissional. Obrigado pelas conversas e incentivo.

Agradeço a todos os funcionários da Unoeste, principalmente o pessoal da limpeza, os funcionários do Bloco Q e viveiro.

Agradeço à Unoeste por disponibilizar toda parte estrutural e por todos os materiais fornecidos para a realização projeto.

Agradeço imensamente os professores do Programa de Pós Graduação em Agronomia pelos ensinamentos.

Agradeço imensuravelmente a minha orientadora Prof. Dra. Vânia Maria Ramos pelo incentivo e ajuda na realização do meu projeto. Pela confiança e por acreditar no

meu potencial. Por todo ensinamento e tempo disponível ao me atender, pela paciência e preocupação.

Agradeço a Capes pela concessão da bolsa.

## RESUMO

### **Ação de extratos botânicos no controle da formiga cortadeira *Atta sexdens rubropilosa* (Hym: Formicidae)**

O controle de formigas cortadeiras é constante nos agroecossistemas sendo empregados diferentes métodos, onde o químico (iscas tóxicas) é o mais utilizado. Substâncias extraídas de plantas, na qualidade de inseticidas, têm inúmeras vantagens quando comparado ao emprego dos sintéticos. A pesquisa teve como objetivo avaliar o potencial inseticida e/ou fungicida das plantas *Asclepias curassavica* (falsa-erva-de-rato), *Rosmarinus officinalis* (alecrim) e *Equisetum ssp.* (cavalinha) no controle de formigas cortadeiras *Atta sexdens rubropilosa*. Foram utilizadas 40 colônias de *Atta sexdens rubropilosa* mantidas em laboratório. As plantas foram colhidas, secas em estufa de ar circulante durante 48 horas, trituradas em moinho tipo Willye e maceradas em etanol 96° até exaustão. Após a filtragem, o produto obtido foi evaporado sob pressão reduzida para obtenção dos extratos etanólicos. Foram realizados teste de aceitação do reagente, aplicação tópica dos extratos etanólicos dos vegetais a 4% no dorso das formigas e aplicação de iscas confeccionadas com extratos vegetais a 4%. Todos os extratos vegetais utilizados influenciaram negativamente o desenvolvimento do jardim de fungo. Iscas produzidas a base de *Asclepias curassavica* provocaram mortalidade de 22,5% das colônias num período de 7 dias.

**Palavras-chave:** Iscas Tóxicas. Extratos Vegetais. Plantas Inseticidas.

## ABSTRACT

### **Botanical extracts action to control of the leaf-cutting ants *Atta sexdens rubropilosa* (Hym: Formicidae)**

The control of leafcutter ants is constant in agroecosystems, in which, among the different methods adopted, the chemical one (toxic baits) is the most used. Substances that are extracted from plants, as insecticides, have many advantages when compared to the use of synthetic products. This project's objective was to evaluate the insecticidal and/or fungicidal potential of the plants *Asclepias curassavica*, *Rosmarinus officinalis* and *Equisetum ssp.* in the control of the leaf-cutting ants *Atta sexdens rubropilosa*. We made use of 40 colonies of *Atta sexdens* bred in a laboratory. The plants were collected, dried in a high temperature test chamber for 48 hours, grinded in a Wiley mill and macerated in ethanol 96° up to exhaustion. After being filtered, the product obtained was evaporated under reduced pressure for the production of ethanolic extracts. We conducted reagent acceptance tests, topical application of ethanolic extracts at 4% on the back of the ants and topical application of baits made with plant extracts at 4%. All of the plant extracts adopted affected the development of the fungi garden negatively. *Asclepias-curassavica*-based baits provoked the mortality of 22.5% of the colonies in a 7-day period.

**Keywords:** Toxic Baits. Vegetal Extracts. Insecticidal Plants.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Colônia de Formigas.....	36
FIGURA 2 -	Carregamento de discos de papel filtro banhados em etanol e empanados em polpa cítrica por operárias de <i>Atta sexdens rubropilosa</i> , em laboratório.....	42
FIGURA 3 –	Mortalidade de formigas em função do tempo após a aplicação tópica de diferentes extratos vegetais em operárias de <i>Atta sexdens rubropilosa</i> .....	44
FIGURA 4 –	Carregamento de iscas de polpa cítrica com adição de extratos vegetais por colônias de <i>Atta sexdens rubropilosa</i> .	45
FIGURA 5 –	Incorporação de iscas de polpa cítrica com adição de extratos vegetais por colônias de <i>Atta sexdens rubropilosa</i> .	47
FIGURA 6 –	Volume médio do jardim de fungo de colônias de <i>Atta sexdens rubropilosa</i> , de acordo com os diferentes tratamentos no decorrer do período experimental.....	48
FIGURA 7 –	Disposição de fungo exaurido em câmaras de lixo por operárias de <i>Atta sexdens rubropilosa</i> , em intensidade normal (A) e avançada (B).....	49
FIGURA 8 –	Mortalidade média de colônias de <i>Atta sexdens rubropilosa</i> , tratadas com iscas a base de plantas com potencial inseticida.....	51

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	10
2	OBJETIVO.....	12
3	REVISÃO DE LITERATURA .....	13
3.1	As formigas cortadeiras.....	13
3.1.1	Diferenças entre Saúvas e Quenquéns.....	13
3.2	Biologia das Saúvas .....	14
3.2.1	Castas .....	14
3.2.2	Fundação das colônias.....	16
3.2.3	Estrutura física de um formigueiro.....	16
3.2.4	FORAGEAMENTO e alimentação.....	17
3.2.5	Fungo simbiote.....	18
3.3	Formigas cortadeiras como praga.....	19
3.4	Controle de formigas cortadeiras .....	21
3.4.1	Controle mecânico .....	22
3.4.2	Controle cultural .....	22
3.4.3	Controle biológico.....	23
3.4.4	Controle químico .....	24
3.5	Plantas inseticidas no controle de pragas .....	27
3.6	Plantas tóxicas às formigas cortadeiras e ao fungo simbiote.....	29
3.7	Plantas utilizadas .....	31
3.7.1	<i>Asclepias curassavica</i> L. (Asclepiadaceae).....	31
3.7.2	<i>Equisetum spp.</i> L. (Equisetaceae).....	32
3.7.3	<i>Rosmarinus officinalis</i> L. (Lamiaceae).....	33
4	MATERIAL E MÉTODOS .....	36
4.1	Criação de <i>Atta sexdens rubropilosa</i> .....	36
4.2	Preparo do extrato vegetal .....	37
4.3	Confecção das iscas .....	38
4.4	Bioensaios.....	39
4.4.1	Bioensaio de aceitação dos reagentes.....	39
4.4.2	Bioensaio de ação tóxica dos extratos vegetais.....	39
4.4.3	Bioensaio de aplicação de iscas confeccionadas com extratos vegetais.....	40
4.4.4	Análise estatística .....	41
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
5.1	Aceitação dos reagentes .....	42
5.2	Ação tóxica de extratos vegetais.....	43
5.3	Efeito de iscas confeccionadas com extratos vegetais .....	45
6	CONCLUSÃO.....	53
	REFERÊNCIAS.....	54

## 1 INTRODUÇÃO

As formigas cortadeiras pertencem à Ordem Hymenoptera, Família Formicidae e Tribo Attini. Os gêneros de maior importância para a agricultura são *Atta*, mais conhecida como saúvas e *Acromyrmex*, conhecida popularmente como quenquéns (SOUZA; PERES FILHO; DORVAL, 2011).

A ordem Hymenoptera se destaca pela organização de seus indivíduos, cada indivíduo trabalha na sua respectiva função que lhe é atribuído, mesmo que isso leve à morte (FERREIRA, 2010).

As colônias de formigas compõem milhões de indivíduos (IPEF, 2000). Elas atacam severamente áreas de cultivo, pastagens, reflorestamento e constituem uma das maiores preocupações do setor florestal no Brasil (PEREIRA, 2007; PACHECO; FILHO, 1993).

As formigas do gênero *Atta* e *Acromyrmex* estão distribuídas do centro da Argentina até o sul dos Estados Unidos, onde praticam o forrageamento para a sobrevivência. Esses gêneros cortam e carregam folhas frescas e para dentro do formigueiro, onde são incorporadas ao fungo que cultivam no interior dos ninhos subterrâneos (PEREIRA, 2007).

Toda partícula de folha fresca e outros materiais vegetais cortados são transportados para o interior dos ninhos e acumulados nas câmaras. Esse material depois de picado e triturado não vai servir diretamente de alimento para as formigas e sim, servir de nutriente para o desenvolvimento de um fungo chamado *Leucoagaricus gongylophorus* (SOUZA; PERES FILHO; DORVAL, 2011; FRANCO et al., 2013).

No Brasil, essas formigas são os maiores consumidores de massa vegetal, podendo até ser comparados com mamíferos (SANTOS, 2010). Seu consumo é tão intenso que quando próximas à agricultura elas se tornam pragas que precisam ser controladas.

Segundo Zanetti (2002), algumas técnicas e táticas de manejo são essenciais para o controle das formigas. Os controles comumente utilizados são: controle mecânico, controle físico-cultural, controle biológico e o controle químico que é o mais utilizado através de iscas granuladas.

Segundo o Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2015), o controle destes insetos deve ser realizado com aplicações de inseticidas e

fungicidas convencionais. Mas apesar de serem permitidos, esses princípios ativos vêm sofrendo restrições de órgãos governamentais e órgãos certificadores de florestas plantadas, já que podem acarretar severos impactos ambientais e ao homem (SANTOS, 2013).

Substâncias extraídas de plantas, na qualidade de inseticidas, têm inúmeras vantagens quando comparadas ao emprego dos sintéticos: os inseticidas naturais, além de serem obtidos de recursos renováveis, são rapidamente degradáveis, não persistindo no ambiente. Além de fácil acesso e obtenção pelos produtores, não deixam resíduos tóxicos nos alimentos (ROEL, 2001).

Para atender as exigências comerciais da indústria e dos consumidores, os produtores estão adotando sistemas de produção puramente orgânicos ou mais ecologicamente integrados (BOFF et al., 2008 apud RAMOS et al., 2013).

O interesse por produtos botânicos para o controle de pragas vem aumentando gradativamente juntamente com as pesquisas em compostos químicos vegetais com propriedade inseticida. Desta forma os estudos em busca desses produtos e suas doses ideais se tornam uma alternativa promissora para o controle de pragas (CORRÊA; SALGADO, 2011; AGUIAR-MENEZES, 2005).

Na busca de produtos naturais que possam apresentar características inseticidas, esse estudo tem como justificativa avaliar plantas que apresentam potencial para o controle de formigas cortadeiras.

## 2 OBJETIVO

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar o potencial inseticida e/ou fungicida das plantas *Asclepias curassavica*, *Rosmarinus officinalis* e *Equisetum ssp.* no controle de formigas cortadeiras *Atta sexdens rubropilosa*.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 As formigas cortadeiras

As formigas cortadeiras são reconhecidas por utilizarem parte dos vegetais para nutrir e cultivar um fungo do qual se alimentam. Elas pertencem, segundo classificação taxonômica, à Ordem Hymenoptera, Família Formicidae e Tribo Attini. À tribo Attini pertencem todas as formigas cultivadoras de fungo e dentro dessa tribo existem dois gêneros de maior importância que fazem essa função (ZANETTI, 2002): gênero *Atta*, mais conhecidas como saúvas e gênero *Acromyrmex*, denominadas quenquéns (FORTI; BOARETTO, 1997).

Elas são encontradas exclusivamente nos três continentes americanos, mais conhecido como região neotropical, abrangendo uma enorme área desde o Sul dos Estados Unidos na América do Norte (Latitude 44° N) até o centro da Argentina na América do Sul (Latitude 33° S) (GALLO et al., 2002).

O Brasil é o país que apresenta maior número de espécies de saúvas e quenquéns (FORTI; BOARETTO, 1997). Segundo Gallo et al. (2002) e Zanetti (2002), algumas espécies de saúvas de grande importância econômica, que são:

- Atta sexdens*: cortam preferencialmente dicotiledôneas;
- Atta capiguara*: cortam preferencialmente monocotiledôneas (gramíneas);
- Atta laevigata*: cortam dicotiledôneas e monocotiledôneas;
- Atta bisphaerica*: cortam preferencialmente monocotiledôneas (gramíneas).
- Atta cephalotes*: cortam plantas dicotiledôneas, preferencialmente cacau e mandioca.

##### 3.1.1 Diferenças entre Saúvas e Quenquéns

As formigas cortadeiras do gênero *Atta* (saúvas) diferem das do gênero *Acromyrmex* (quenquéns), dentre algumas características (Tabela 1), por serem maiores e apresentarem 3 pares de espinhos no dorso do tórax, enquanto as quenquéns apresentam 4 (GALLO et al., 2002) ou 5 (FORTI; BOARETTO, 1997).

Tabela 1: Principais caracteres diferenciais entre os gêneros *Atta* e *Acromyrmex*.

<i>Atta</i>	<i>Acromyrmex</i>
Operárias apresentam três pares de espinhos dorsais no tórax	Operárias apresentam quatro ou cinco pares de espinhos dorsais no tórax
Coloração avermelhada	Coloração marrom clara a preta
Tamanho geralmente maior (12 a 15 mm)	Tamanho geralmente menor (8 a 10 mm)
Ninhos grandes de terra solta aparente	Ninhos pequenos com pouca terra solta
Pode possuir até 8000 câmaras de cultivo de fungo e profundidade de 8 metros	Possui 5 câmaras no máximo e 2 metros de profundidade
Presença de soldados	Ausência de soldados

Fonte: Adaptado de Pereira (2007).

## 3.2 Biologia das Saúvas

### 3.2.1 Castas

A população de um sauveiro é composta por indivíduos morfológicamente diferentes de acordo com os trabalhos que executam na colônia. Essa diferença se chama polimorfismo, que nada mais é que existir indivíduos de tamanhos diferentes (GALLO et al., 2002). São insetos eusociais (PEREIRA, 2007), altamente organizados e dominantes na maioria dos ecossistemas terrestres. Wilson (1980) denominou insetos eusociais aqueles que apresentam três características: sobreposição de geração, cuidado e cooperação entre companheiras do ninho (cuidado com a prole) e divisão de trabalho (castas) em que cada casta realiza sua função.

As formigas são divididas em castas permanentes e temporárias (PEREIRA, 2007; GALLO et al., 2002). O tamanho dos indivíduos é relacionado com as atividades que desempenham dentro dos formigueiros:

- ✓ Indivíduos permanentes (ápteros)
  - Rainhas (sexuada)
  - Operárias (estéreis)
    - Jardineiras (pequenas)
    - Cortadeiras e carregadeiras (médias)
    - Soldados (grandes)
  
- ✓ Indivíduos temporários (alados)
  - Fêmeas (içás ou tanajuras)
  - Machos (bitus)

A rainha é a única fêmea fértil da colônia, ela produz ovos durante todo o ano (FORTI; BOARETTO, 1997). As castas são divididas em duas: 1) Fêmeas e machos férteis; 2) fêmeas estéreis.

- Fêmeas férteis: existe uma única fêmea fértil em cada colônia, conhecida também como Içá ou Tanajura que desempenham o papel fundamental de rainha dentro da colônia. Sua função é formação e reprodução de um formigueiro, permanecendo no mesmo até sua morte ou extinção do formigueiro. Esses indivíduos são inicialmente alados e apresentam tórax e abdome muito desenvolvidos assim como cabeça e mandíbula; sua coloração varia de marrom avermelhada a marrom escura.

- Machos férteis: comumente conhecidos como “bitus” tem a única função de acasalar com a fêmea. São alados e possuem cabeça e mandíbulas pouco desenvolvidas. A coloração varia de marrom avermelhada a marrom escura.

- Fêmeas estéreis: são fêmeas não funcionais reprodutivamente, denominadas “operárias” e constituem a grande população do saueiro. Sua coloração varia de acordo com a espécie, mas normalmente são marrom-amareladas. São ápteras e destinadas a executar todos os trabalhos da colônia.

### 3.2.2 Fundação das colônias

A formação de um formigueiro se inicia quando a rainha, em uma única época do ano, produz ovos de formigas aladas, machos e fêmeas, que abandonam o local onde foram criados para fundarem novas colônias e assim continuar a perpetuação da espécie. Geralmente essa época se inicia com o início do período das chuvas e também com a época quente do ano. No Brasil existem diferentes épocas de revoadas. Na região Sudeste e Centro Oeste, a época de revoada de *Atta sexdens rubropilosa* é de outubro a dezembro, e na região Sul do Brasil de Junho a Dezembro (AUTUORI, 1940 apud UKAN, 2011; FORTI; BOARETTO, 1997; PEREIRA, 2007).

As revoadas acontecem sempre depois de fortes chuvas, que oferecem condições favoráveis à escavação do canal vertical que será feito pela rainha (CAMARGO; LOPES; FORTI, 2013).

Antes de sair para o voo nupcial, as fêmeas aladas alojam uma pelota de fungo na cavidade infrabucal. Essas formas sexuadas abandonam o formigueiro coletivamente, o que se caracteriza como voo nupcial (RIBEIRO, 1995).

Depois de fecundada, as fêmeas retornam ao solo, livram-se das asas e procuram um local apropriado para escavar e fundar um novo saueiro (CAMARGO; LOPES; FORTI, 2013; GALLO et al., 2002; AUTUORI, 1949). Esse canal vertical construído pela rainha tem diâmetro de 9 a 12 mm e profundidade de 8 a 25 cm (GALLO et al., 2002; FORTI; BOARETTO, 1997).

### 3.2.3 Estrutura física de um formigueiro

Os gêneros *Acromyrmex* e *Atta* possuem a mesma organização social, e apresentam poucas diferenças em seus sistemas de vida. As formigas pertencentes ao gênero *Acromyrmex* possuem formigueiros pequenos, geralmente apresentam uma câmara podendo chegar até dez, dependendo da espécie (DELLA-LÚCIA, 1993).

As formigas pertencentes ao gênero *Atta*, apresentam as maiores colônias de insetos sociais existentes (FORTI; BOARETTO, 1997), sendo compostas

por um número variado de câmaras (GALLO et al., 2002), podendo apresentar dezenas ou centenas de câmaras subterrâneas.

Todas as câmaras de *Atta* estão interligadas entre si e entre a superfície do solo por galerias ou canais, denominados olheiros quando estão ligados à superfície. No exterior, apresentam grande quantidade de terra solta formando um acúmulo de terra escavada (MOREIRA, 2007), mais conhecido como murundu ou sede aparente, proveniente da formação de câmaras, trilhas e canais de abastecimento (GALLO et al., 2002; FORTI; BOARETTO, 1997).

Esses olheiros podem estar localizados na sede aparente ou podem estar localizados a grandes distâncias, sendo a entrada principal de alimentação. Essa sede aparente auxilia na caracterização de espécies e muitas vezes no cálculo para o controle desses insetos (DELLA-LÚCIA, 1993).

No interior do sauveiro as câmaras são classificadas de acordo com o material em seu interior. Segundo Mariconi (1970) (apud DELLA-LÚCIA (1993), Gallo et al. (2000) e Forti e Boaretto (1997), podemos classificar as painéis de um sauveiro da seguinte maneira:

- 1- Painéis Vivas: painéis que contêm o jardim de fungo cultivado que serve de alimento para toda a população, além de alojar o material vegetal cortado, alojam ovos, larvas, pupas, formigas operárias e a rainha;
- 2- Painéis de Lixo: onde são depositados restos vegetais, fungo exaurido (fungo sem propriedade nutricional que já serviu de alimento), cadáveres de formigas, substâncias nocivas e outros detritos não aproveitáveis;

### 3.2.4 Forrageamento e alimentação

As formigas cortadeiras têm o hábito de forragear em diversos horários de acordo com a época do ano. Normalmente as saúvas e quenquéns são ativas durante a noite, devido à temperatura ser amena. Mas na época de inverno as cortadeiras são ativas apenas no período diurno e em áreas sombreadas como cultivo, eucalipto e pinus onde o forrageamento pode acontecer durante o dia. (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990; FORTI; BOARETTO, 1997; PEREIRA, 2007; NICKELE et al., 2013; PIMENTA et al., 2007).

Em *Atta sexdens rubropilosa*, é comum observar que existe a divisão de tarefas, onde cada indivíduo tem uma atividade de acordo com seu tamanho. Algumas operárias cortam o fragmento vegetal e levam até a colônia, após chegar, todo material coletado não servirá diretamente de alimentação para os insetos. Esse material servirá de cultivo para nutrir o fungo do qual as formigas se alimentam (FORTI; BOARETTO, 1997; PEREIRA, 2007; SOUZA-SOUTO et al., 2007; DINIZ, 2008).

Quando o vegetal escolhido para o forrageamento é pobre em nutriente, as formigas cortadeiras necessitam de uma quantidade elevada para suprir as necessidades nutricionais do fungo (FLOWER; STILES, 1980 apud DELLA-LÚCIA, 1993).

A principal fonte de alimento das formigas, o fungo *Leucoagaricus gongylophorus*, necessita de uma dieta balanceada para a simbiose que ocorre a milhões de anos. Segundo Powell e Stradling (1991), as informações químicas são os principais fatores de seleção entre formigas e plantas. Essa comunicação colabora para que substratos que contenham substâncias nocivas para o fungo ou para os insetos não sejam levados para o processo de incorporação (HERZ; HÖLLDOBLER; ROCES, 2008).

Hubbell e Wiemer (1983) (apud DELLA-LÚCIA (1993), argumentaram que existem pelo menos cinco hipóteses de preferência ou rejeição de plantas pelas formigas cortadeiras: a) presença de compostos secundários que são tóxicos as formigas e ao fungo simbiótico; b) presença de compostos secundários que possivelmente reduzem a digestibilidade do material vegetal pelas formigas ou pelo fungo; c) valor e necessidades nutricionais do fungo e das formigas; d) propriedades físicas e mecânicas da plantas, como espessura, densidade e dureza; e) teor de umidade e/ou quantidade de umidade nos vegetais.

### 3.2.5 Fungo simbiote

O fungo simbiótico (Basidiomiceto) denominado *Leucoagaricus gongylophorus*, pertence à família Agaricaceae. Mais conhecido com jardim de fungo, essa estrutura esponjosa é capaz de produzir enzimas que degradam o

material vegetal produzindo hifas que são a principal fonte de nutriente para as larvas e operárias adultas (SOUZA, 2012; HÖLLDOBLER; WILSON, 1990).

O processo de preparação do substrato pode ser dividido em três fases: a primeira fase é o tratamento físico em que as operárias lambem o substrato, indicando-se nesta etapa que o principal papel dessa atividade é remover as impurezas do substrato, evitando a contaminação do jardim de fungo. A segunda etapa é o tratamento químico, quando as operárias depositam um fluido fecal na partícula de substrato, pressionam-nos e trituram em partículas menores para que na terceira e última fase ocorra a incorporação, no qual as formigas inserem o substrato no jardim de fungo e inoculam o fungo simbiote (DINIZ; BUENO, 2010).

Para as larvas, o fungo é a única fonte de alimento, mas para as operárias, o fungo fornece cerca de 9% da energia que necessitam. Apesar de ser a principal fonte de alimento, não é a única. As operárias conseguem ingerir seiva diretamente das plantas no momento do corte, retalhamento e no ato de lambar o substrato para incorporação (QUINLAN; CHERRETTI, 1979; SOUZA, 2012).

### **3.3 Formigas cortadeiras como praga**

As formigas cortadeiras do gênero *Atta* e *Acromyrmex* são pragas consideradas de grande importância econômica na região Neotropical. A grande infestação dessa praga causa enormes prejuízos quantitativos. Pelo fato de atacarem plantas mono e dicotiledôneas, os estudos e pesquisas para o entendimento e controle dessa praga vêm aumentando consecutivamente (FRANCO et al., 2013; DELLA-LÚCIA, 1993; OLIVEIRA, 2006).

Por serem insetos altamente polípagos, atacam diversas culturas em todas as regiões do Brasil ocasionando danos às atividades agrônomicas, áreas de pastagens e áreas de reflorestamento. A grande quantidade de folhas e ramos utilizados para o desenvolvimento do fungo causam enormes prejuízos. Nas florestas com Eucalipto e Pinus, as formigas cortadeiras são as maiores pragas existentes (OLIVEIRA, 2006; PEREIRA, 2007).

Nas pastagens e cultivos de cana-de-açúcar, as formigas que se destacam são as do gênero *Acromyrmex*, as quenquéns. Também são consideradas pragas em áreas de reflorestamento, sendo o ataque mais severo no período inicial

da floresta pelo fato de desfolharem mudas novas e cepos de eucalipto (ZANETTI et al., 2003; SILVA–JUNIOR, 2012). As principais espécies desse gênero encontradas no sistema agro-pastoril-florestal (OLIVEIRA, 2006) são: *Acromyrmex disciger*, *Acromyrmex crassipinus* e *Acromyrmex niger* (BOARETTO; FORTI, 1997).

Com métodos de controle mais definidos, elaborados e eficientes, toda a atenção de controle se baseia nas formigas do gênero *Atta* pelo número de espécies causadoras de danos econômicos e também pelo aspecto visível, as quais apresentam ninhos com maior evidência (PEREIRA, 2007).

As saúvas são altamente atraídas pela qualidade nutricional no vegetal. As formigas da espécie *Atta sexdens rubropilosa* atacaram de 80% a 100% das mudas de eucalipto com 100% da adubação recomendada, já mudas tratadas com apenas metade da adubação recomendada, não sofreram essa incidência de ataque, comprovando que o ataque é altamente relacionado à melhor qualidade nutricional (SOUZA-SILVA; ZANETTI, 2007).

A presença dessa espécie é encontrada em diversas culturas. Sob o ponto de vista econômico, apenas cinco espécies de saúvas apresentam grande importância: *Atta sexdens rubropilosa*, *Atta laevigata*, *Atta bisphaerica*, *Atta cephalotes* e *Atta capiguara* (FORTI; BOARETTO, 1997).

*Atta sexdens rubropilosa* é encontrada em diversas culturas e em vários estados do Brasil. É encontrada principalmente em florestas de Pinus e Eucalipto (BOARETTO; FORTI, 1997; SOUZA-SILVA; ZANETTI, 2007; FORTI; BOARETTO, 1997; PEREIRA, 2007).

O consumo é tão intenso nessas lavouras que apenas 1 formigueiro adulto pode consumir 86 árvores de eucalipto em um ano, isso acarretando o consumo de 1 tonelada de vegetal. Quando não controladas, elas impedem o estabelecimento de qualquer reflorestamento. Suas populações atacam árvores de todas as idades e em qualquer época do ano (DELLA-LÚCIA, 1993; PEREIRA, 2007; FORTI; BOARETTO, 1997).

Já em florestas de Pinus com idade inferior a 10 anos, as formigas do gênero *Atta* são um limitante fator de desenvolvimento dos pinheiros. Atuando junto com fatores bióticos e abióticos, essas pragas favorecem a mortalidade e quando não, induzem um crescimento deficiente, apresentando plantas de menores tamanhos e acarretando uma diminuição do volume de madeira. Em plantas superiores a 10 anos de idade as formigas não são a principal causa de mortalidade,

já que elas escolhem plantas já debilitadas para atacarem. Em locais com alta densidade de plantio e solos pobres, as plantas não conseguem nutrientes necessários para produzirem compostos secundários suficientes para reduzir o ataque das formigas, por isso estes locais colaboram para manutenção de alta densidade de ninhos de formigas (HERNÁNDEZ; JAFFÉ, 1995).

No estado de São Paulo, as saúvas que apresentam maiores danos às plantas florestais são: *Atta laevigata* e *Atta sexdens rubropilosa* (FORTI; BOARETTO, 1997).

Considerando 86 árvores de Eucalipto e 161 árvores de Pinus para suprir um formigueiro durante um ano, estimando-se quatro saúveiros adultos por hectare, tem-se 344 árvores de Eucalipto e 644 árvores de Pinus consumidos em um ano. Isso reflete perdas de 14% e 14,5% causados por *Atta sexdens rubropilosa* (FORTI; BOARETTO, 1997).

Em *Eucalyptus saligna*, árvores com 100% de desfolha produzem 40,4% a menos de madeira durante o ano, e sob ataque com 50% de desfolha, deixam de produzir 13,2% de madeira (SERAGUZI; MARUYAMA, 2011).

Em pastagens, o consumo de dez saúveiros adultos por hectare pode chegar a aproximadamente 21 kg de folhas/ha. Esse consumo equivale a redução de suporte de 1,23 cabeças/ha. Apesar desses números, a perda é menor de 10% (SERAGUZI; MARUYAMA, 2011; FORTI; BOARETTO, 1997).

Nas culturas de cana de açúcar, uma colônia da saúva mata pasto (*Atta bisphaerica*) gera um dano de mais de 3 toneladas de cana de açúcar por ano. Isso significa aproximadamente 450kg de açúcar ou 300 litros de etanol perdidos (SERAGUZI; MARUYAMA, 2011; FORTI; BOARETTO, 1997; OLIVEIRA, 2006).

### 3.4 Controle de formigas cortadeiras

Devido a sua importância econômica, as formigas cortadeiras são alvo de diferentes métodos de controle, onde são encontrados desde receitas caseiras até elaborados produtos de alta tecnologia (DELLA-LÚCIA, 1993).

As condições ambientais são responsáveis pelo controle de 99,95% das rainhas de formigas cortadeiras. Quando apresentam elevado índice de infestação, precisam sofrer a intervenção do homem (FORTI; BOARETTO, 1997).

Através do tamanho da propriedade, tipo da cultura, sistema de produção e tamanho do ninho podemos decidir entre os métodos que são utilizados para seu controle: controle mecânico, controle cultural ou controle químico (LINK; LINK, 2007; FORTI; BOARETTO, 1997; FREITAS, 2010; ARAUJO; DELLA-LÚCIA; SOUZA, 2003). A escolha entre essas técnicas está associada ao nível de prejuízo, condições climáticas, custo operacional e implicações que podem causar no ambiente (SERAGUZI; MARUYAMA, 2011).

#### 3.4.1 Controle mecânico

O controle mecânico consiste na eliminação da rainha através da escavação do ninho. Essa técnica é recomendada para ninhos de até 4 meses de idade, onde a rainha se encontra na primeira galeria cavada à aproximadamente 20 cm de profundidade (FORTI; BOARETTO, 1997; ZANETTI, 2002). Esse método é totalmente inviável em áreas de plantio comercial, em reflorestamento e áreas de pastagem. É uma alternativa razoável de controle, mas eficiente em pequenas áreas, pois exige grande esforço físico (DELLA-LÚCIA, 1993).

Outro método utilizado é a utilização de barreiras para proteger a copa das plantas, mais conhecidos como barreiras físicas. Esse método consiste no uso de cones plásticos invertidos nos troncos das árvores, tiras plásticas amarradas nas árvores cobertas com graxa ou vaselina e gel adesivo ao redor do tronco. Essas práticas requerem vistorias e reparos constantes para prolongar o efeito de proteção às árvores (ZANETTI, 2002; PEREIRA, 2007).

#### 3.4.2 Controle cultural

O preparo convencional do solo, como aração e gradagem, eram muito utilizados para a eliminação de saueiros. Com o desenvolvimento da agricultura, essa prática tornou-se menos usual, sendo implantado um novo sistema denominado cultivo mínimo. Esse método era eficiente quando se tinha formigueiros novos com panelas iniciais de até vinte centímetros. Em formigueiros adultos, o efeito

pode ser prejudicial parcialmente e momentaneamente, cessando temporariamente as atividades, dando a falsa impressão de que está controlado (FORTI; BOARETTO, 1997; BOARETTO; FORTI, 1997).

O emprego de plantas resistentes, em programas de rotação de cultura poderia beneficiar o agricultor, não implicando em custos adicionais e ao meio ambiente, com a não utilização de inseticidas para o controle dessa praga (FORTI; BOARETTO, 1997; DELLA-LÚCIA, 1993). Plantas como gergelim, capim braquiário, mamona ou batata doce servem como cultura armadilha, capaz de produzir efeito tóxico ou repelente para as formigas cortadeiras (ZANETTI, 2002).

### 3.4.3 Controle biológico

Durante o período de revoada, o meio ambiente já fica responsável pela mortalidade de 99,95% das rainhas de formigas cortadeiras. Os pássaros são responsáveis pela intensa predação, além de aranhas, ácaros, várias espécies de formigas predadoras, besouros e tatus (FORTI; BOARETTO, 1997; PEREIRA, 2007; ZANETTI, 2002).

Certos fungos apresentam potencial significativo no controle dessas formigas. A utilização de fungo para o controle no Brasil, tem se voltado à *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* (BOARETTO; FORTI, 1997), mas ainda sem aplicação em escala comercial.

O controle biológico com parasitoides e microrganismos patogênicos de formigas cortadeiras não obteve sucesso devido aos fatores comportamentais das formigas. Durante anos de evolução, as formigas cortadeiras, juntamente com seu fungo simbiote, desenvolveram estratégias de defesa contra parasitos e patógenos. As secreções glandulares anti-fúngicas são liberadas pelas formigas, impedindo assim a ação do patógeno. Podem também ser característica desse insucesso, a limpeza do corpo que as formiga fazem, higienização do ninho e o reconhecimento de agentes patogênicos (FORTI; BOARETTO, 1997; FREITAS, 2010; DELLA-LÚCIA, 1993; BOARETTO; FORTI, 1997; PEREIRA, 2007).

#### 3.4.4 Controle químico

As formigas necessitam de uma gama consideravelmente alta de forragem para a manutenção e sobrevivência de suas colônias. A necessidade de controle dessa praga se torna imediato, devido ao grande prejuízo que podem causar quando atacam brotos de plantas, podendo levá-la a morte em ataques consecutivos. Apesar da elevada ação dos inimigos naturais, existe a necessidade de um controle químico intenso (PACHECO; FILHO, 1993).

O controle químico, apesar de apresentar algumas restrições de uso, é o único que apresenta uma tecnologia de controle para grandes áreas, como áreas de reflorestamento (FORTI; BOARETTO, 1997).

Considerando as formigas cortadeiras, o tamanho dos ninhos é um fator decisivo no controle. Como verificado por Moreira (1996), a complexidade estrutural de um formigueiro é gigantesca, podendo apresentar aproximadamente 8000 câmaras e, nesse caso, a escolha de um produto deve prioritariamente considerar o seu modo de ação a fim de causar a morte de toda a colônia e não apenas de alguns indivíduos.

As estratégias de controle químico diferem principalmente pelo tipo de formulação e modo de aplicação dos inseticidas, sendo o aspecto econômico das operações o grande “x” da questão em virtude dos altos custos envolvidos (FORTI; BOARETTO, 1997; BOARETTO; FORTI, 1997).

O controle dessa praga basicamente é o químico, com emprego de produtos termonebulizantes, fumigantes, pós, líquidos e iscas tóxicas. Os tipos mais utilizados de combates são os localizados, onde os produtos são aplicados diretamente sobre o ninho, e os sistemáticos, neste caso, as iscas formicidas são aplicadas homoganeamente na área, independente da localização dos ninhos de formigas cortadeiras (FRANCO et al., 2013; BOARETTO; FORTI, 1997; DELLA-LÚCIA, 1993; ARAUJO; DELLA-LÚCIA; SOUZA, 2003).

##### 3.4.4.1 Termonebulização

Esse método implica na produção de uma “fumaça” tóxica a partir de um formicida veiculado em óleo mineral ou óleo diesel. Através de aparelhos

denominados termonebulizadores, com o intermédio do calor, toda a fumaça produzida é aplicada diretamente nos olheiros onde se espera o refluxo da fumada produzida pela atomização, conhecido como método de saturação (FORTI; BOARETTO, 1997; PEREIRA, 2007; ZANETTI, 2002; BOARETTO; FORTI, 1997; LARANJEIRO; LOUZADA, 2000).

As vantagens desse método são: alta eficiência em combate de grandes ninhos, onde as utilizações de iscas se tornam inviáveis e a paralisação imediata do formigueiro (LARANJEIRO; LOUZADA, 2000; FORTI; BOARETTO, 1997).

No quesito desvantagens são listados alguns fatores que justificam a baixa utilização desse método que apesar de toda a eficiência, são eles: elevado custo de aquisição e manutenção do equipamento, transporte do equipamento, formulação especial do inseticida, a demanda de tempo no tratamento de cada formigueiro e o elevado risco de intoxicação dos operadores (FREITAS, 2010; LARANJEIRO; LOUZADA, 2000; FORTI; BOARETTO, 1997).

#### 3.4.4.2 Formicidas pós

Esse método de aplicação é de baixo custo, onde os inseticidas são formulados sobre o talco, servindo esse como veículo de aplicação pelo fato de ser inerte. A aplicação é realizada através de equipamentos manuais, denominados polvilhadeiras que são aplicados nos olheiros de maneira fácil e rápida (BOARETTO; FORTI, 1997; FORTI; BOARETTO, 1997; ZANETTI, 2002).

Apesar de apresentar eficiência como inseticida, a formulação de contato torna-se viável somente em ninhos pequenos, de até 5m<sup>2</sup>. A arquitetura dos formigueiros adultos se constituiu um grande impasse nesse método de controle. Os pós não conseguem penetrar devido à complexidade estrutural de seus formigueiros. Algumas outras limitações são a inviabilidade da aplicação com o solo úmido e o elevado risco de intoxicação para o aplicador e para o meio ambiente (LARANJEIRO; LOUZADA, 2000; FORTI; BOARETTO, 1997).

#### 3.4.4.3 Formicidas líquidos

Os inseticidas líquidos para formigas foram muito difundidos e utilizados no passado. A necessidade do produto atingir as formigas, além do dispendioso trabalho de furar o ninho e as perdas do produto pela absorção do solo, fez com que a preferência por esse tipo de controle fosse trocada pelos termonebulizáveis e pelas iscas tóxicas (BOARETTO; FORTI, 1997; FORTI; BOARETTO, 1997).

#### 3.4.4.4. Iscas tóxicas

O emprego de iscas granuladas, hoje, se torna o método mais eficaz, econômico e prático no mercado, apesar de apresentar algumas restrições e precauções ao uso, tais como inviabilidade de aplicação em períodos chuvosos e risco de intoxicação de animais silvestres (FORTI; BOARETTO, 1997; DELLA-LÚCIA, 1993).

As iscas consistem de uma mistura de um substrato altamente atrativo com um ingrediente ativo tóxico, de modo que sejam transportadas para o interior dos ninhos, resultando numa intoxicação de toda colônia. Elas tem se destacado no mercado pelo fato de oferecerem maior segurança ao operador, menor custo de mão de obra e maior rendimento no campo (FORTI; BOARETTO, 1997; DELLA-LÚCIA, 1993; ZANETTI, 2002).

A quantidade de iscas a ser aplicadas em um formigueiro é calculada em função da área de terra solta do formigueiro. O modelo físico das iscas é mais conhecido como pelets, estes são aplicados nas trilhas de forrageamento, próximo ao orifício sendo assim transportados pelas operárias (ZANETTI, 2002; FORTI; BOARETTO, 1997).

Alguns fatores são essenciais na formulação de iscas. A alta toxicidade para os insetos não pode ser a mesma para outros animais, ser resistente a umidade e modificações de temperatura. O inseticida deve agir por ingestão, ser inodoro, não repelente, ser ambientalmente aceito, ser letal em baixas concentrações e apresentar ação tóxica retardada (OLIVEIRA, 2006; FORTI; BOARETTO, 1997). Em ensaio de oferta de substrato, no caso iscas, para o

forrageamento de formigas cortadeiras, o primeiro parâmetro a ser avaliado é o carregamento, pois está diretamente relacionado à atratividade do material oferecido.

A atratividade da isca é um dos parâmetros de maior relevância, pois dessa maneira podemos avaliar a capacidade do produto ser localizado, carregado e conseqüentemente expressar o seu potencial de ação (FILHO; OLIVEIRA, 2002; RAMOS et al., 2013).

É normal encontrarmos casos em que as formigas não carregam ou devolvem as iscas e algumas vezes, esses fatores podem estar ligados à qualidade dos materiais utilizados na confecção das iscas. Existe ainda o desconhecimento básico sobre as preferências alimentares de cada espécie e isso pode ser comprovado na não preferência de formigas cortadeiras de gramíneas por iscas a base de polpa cítrica (BOARETTO; FORTI, 1997).

### **3.5 Plantas inseticidas no controle de pragas**

Com o aumento da população mundial, a produção de alimentos necessita ser cada vez mais eficiente. O impacto da globalização e da economia modificou o planejamento das empresas fazendo com que as mesmas buscassem novas alternativas tecnológicas para suprir essa demanda, promovendo um aumento da produtividade das culturas (AGUIAR-MENEZES, 2005).

O Brasil foi um grande produtor e exportador de inseticidas botânicos na metade do século 20. Piretro, rotenona e nicotina, eram os principais inseticidas, pois apresentavam maior segurança aos aplicadores e causavam o menor impacto ambiental. Em meados da década de 30 e 40, a utilização desses produtos representou um considerável empreendimento comercial (AGUIAR-MENEZES, 2005).

Após a Segunda Guerra Mundial, os inseticidas botânicos foram perdendo espaço no mercado para os inseticidas sintéticos. Estes se mostravam mais potentes e menos específicos que os botânicos. (CORRÊA; SALGADO, 2011) (MARAGONI; MOURA; GARCIA, 2012).

No período de 1964 até 1979, o consumo de pesticidas aumentou 421%, enquanto que no mesmo período a produtividade agrícola teve aumento

médio de apenas 4,9% (PASCHOAL, 1983 apud ROEL, 2001). O Brasil importou US\$ 45,7 bilhões em produtos químicos no ano de 2014, isso equivale a 40,2 milhões de toneladas. Um aumento de 7,3% comparado ao ano de 2013 (ABIQUIM, 2015).

Com o desenvolvimento da agricultura, pôde-se notar uma demanda maior do uso de pesticidas químicos; isso se deu em relação ao aparecimento de novas pragas e a ocorrência de populações resistentes aos inseticidas utilizados. Mas para o controle dessas pragas, o impacto ecológico gerado pelos inseticidas é de grande importância a ser considerado, pois podem causar a mortalidade de animais silvestres, domésticos, inimigos naturais das pragas, outros organismos benéficos, alterar a química do solo promovendo a morte de microrganismos, intoxicação de trabalhadores rurais, contaminação de águas e deixar resíduos tóxicos nos alimentos (AGUIAR-MENEZES, 2005; ROEL, 2001).

Todos esses problemas foram gerados pela falta de conhecimento ou acompanhamento técnico sobre o manuseio adequado dos produtos. As aplicações de inseticidas químicos aumentaram gradativamente juntamente com as doses sempre acima das recomendadas pelo fabricante (AGUIAR-MENEZES, 2005). O Manejo Integrado de Pragas (MIP) visa controlar o inseto, e não erradicar totalmente como os produtores desejam. Isso se comprova nas aplicações de prevenção que alguns produtores utilizam, onde muitas vezes o inseto é inexistente na lavoura.

Ultimamente, a retomada dos inseticidas biológicos tem ganhado destaque. No cenário atual, existe a grande preocupação em aliar o controle de pragas com menores impactos ambientais (FRANCO et al., 2013; CORRÊA; SALGADO, 2011; AGUIAR-MENEZES, 2005).

A busca de métodos alternativos com menores impactos e riscos à saúde humana e ao meio ambiente ganha força principalmente pelo fato da crescente procura por alimentos mais saudáveis e isentos de resíduos químicos. A alimentação orgânica sofre um impulso e a procura por métodos mais naturais de controle de pragas é alavancada, ganhando uma maior atenção nas pesquisas (AGUIAR-MENEZES, 2005).

Com a restrição do governo na utilização de alguns produtos químicos que antes eram essenciais para os produtores, a oportunidade de inserção de novos produtos no mercado levou pesquisadores a desenvolver inseticidas baseados no que mais se tem na natureza, plantas. Baseado nisso, foram relatadas mais de 2000

plantas com propriedades inseticidas, que nada mais são que os próprios compostos resultantes do metabolismo secundário das plantas. Esses compostos ativos podem derivar de toda a planta ou partes delas, como folhas, ramos, raízes e frutos (KIM et al., 2003; MARAGONI; MOURA; GARCIA, 2012; ROEL, 2001).

Esses compostos derivados das plantas podem atingir os insetos de várias maneiras, podendo servir de repelentes, inibição de ovoposição e alimentação, alterações no sistema hormonal, causando alguns distúrbios no desenvolvimento, deformações, infertilidade e mortalidade nas diversas fases (ROEL, 2001).

O ingrediente ativo do Nim, principal planta dessa família, é a azadiractina, que afeta o desenvolvimento do inseto de diversos modos. O óleo de Nim foi registrado com efeito positivo em mais de 300 espécies de insetos (MARTINEZ, 2008). Entre as famílias das plantas consideradas inseticidas, a Meliaceae é a que mais tem se destacado. Os derivados botânicos mais promissores pertencem às famílias Meliaceae, Rutaceae, Asteraceae, Annaceae e Canellaceae (JACOBSON, 1989). Segundo Isman (2000) as famílias Lamiaceae e Myrtaceae são as plantas que apresentam resultados inseticidas notáveis.

Alguns outros ingredientes ativos foram destacados, sendo eles: Piretrinas, Rotenona, Nicotina, Cevadina, Veratridina, Rianodina e Quassinídes (AGUIAR-MENEZES, 2005; ISMAN, 2000).

### **3.6 Plantas tóxicas às formigas cortadeiras e ao fungo simbiote**

Uma linha de pesquisa com formigas cortadeiras vem sendo desenvolvida no estudo de plantas com potenciais inseticidas para essas formigas.

O primeiro passo é verificar a ação de plantas sobre colônias em laboratório, as que apresentam resultados promissores são testadas em bioensaios com as formigas e o fungo isoladamente. No passo seguinte, as plantas que causaram alterações na sobrevivência das formigas ou no desenvolvimento do fungo, são fracionadas e testadas novamente até a identificação dos compostos tóxicos. Assim que encontrados os compostos tóxicos, são realizados testes através da nebulização e incorporação em iscas tóxicas (BUENO, 2005 apud OLIVEIRA, 2006).

A utilização de extratos e óleo bruto de algumas plantas estão sendo pesquisadas para o controle da formiga cortadeira *Atta sexdens rubropilosa*.

Em 2006, Oliveira observou uma toxicidade de óleos brutos de *Carapa guianensis* (andiroba), *Elaeis guineensis* (dendê), *Sesamum indicum* (gergelim), *Ricinus communis* (mamona), *Anacardium occidentale* (caju), *Azadirachta indica* (nim) e o óleo e extratos da castanha de *Anacardium occidentale* (caju) para as operárias de *Atta sexdens rubropilosa* isoladas do formigueiro. Quando incorporados em iscas granuladas, os óleos brutos de *Azadirachta indica* (nim), *Elaeis guineensis* (dendê) e *Anacardium occidentale* (caju), não foram eficientes no controle de colônias de *Atta sexdens rubropilosa*, mantidas em laboratório.

Posteriormente, Freitas (2010) utilizando extratos de folhas e caule de *Rauia* sp. observou uma toxicidade contra formiga cortadeira *Atta sexdens rubropilosa*, os resultados apresentaram ação deletéria aos saúveiros como um todo pois levou a extinção em poucos dias.

Torres et al. (2013), constataram o elevado nível de dano que as formigas *Atta sexdens rubropilosa* causam na cafeicultura brasileira e buscaram através de extratos aquosos de plantas uma alternativa de controle para essa praga. Dentre os extratos testados as espécies *Eugenia florida* (guamirim-cereja), *Eugenia handroana* (guamirim), *Trichilia pallida* (baga-de-morcego) e *Zanthoxylum pohlianum* (juva) causaram mortalidade das formigas cortadeiras.

As plantas utilizadas para o controle desses insetos também podem atingir diretamente o fungo, apresentando uma ação fungicida, como verificado por Souza, Peres Filho e Dorval (2011). Os extratos aquosos de *Tabebuia vellosi* (ipê-amarelo-liso), *Azadirachta indica* (nim), *Magonia pubescens* (timbó), *Annona reticulata* (pinha) e *Amburana acreana* (cerejeira) apresentaram toxicidade ao fungo simbionte da formiga cortadeira *Atta sexdens rubropilosa*. Os resultados mostraram que *T. vellosi* apresentou um percentual médio de fungo simbionte descartado pelas formigas de 76% ao 5º dia após o início do experimento.

Também avaliando o efeito de extratos botânicos em *Atta sexdens rubropilosa*, Morais (2012) testou extrato hexânico de *Ageratum conyzoides* (mentrasto), *Coriandrum sativum* (coentro) e *Mentha piperita* (hortelã) sobre colônias de formigas em busca de conhecer os efeitos que essas plantas poderiam causar na parte fisiológica dos insetos e efeitos sobre o desenvolvimento do fungo simbionte. Os extratos apresentaram efeito na fisiologia das formigas e também afetaram

negativamente o crescimento do fungo, causando completa inibição do seu desenvolvimento.

As utilização de plantas com propriedades inseticidas apresenta resultados promissores onde necessita-se mais estudos relacionados nessa área em busca de novos materiais com essas propriedades químicas.

### **3.7 Plantas utilizadas**

#### **3.7.1 *Asclepias curassavica* L. (Asclepiadaceae)**

A *Asclepias curassavica* é originária da América tropical e subtropical. No Brasil são encontradas nos estados da Bahia, Minas Gerais, Pará, Paraná, Rio de Janeiro e São Paulo. Seu habitat são partes mais baixas e úmidas dos pastos (LIRA; KER, 2013).

Conhecida como “oficial-de-sala” ou “falsa-erva-de-rato”, é uma planta herbácea da família Asclepiadaceae, anual, ereta, podendo chegar a 1m de altura. Seu princípio ativo é o glicosídeo asclepiadina (COSTA et al., 2014; CARVALHO et al., 2009).

O principal dano causado por essa planta é a morte de bovinos, principalmente bezerros quando ingerem uma quantidade significativa da planta. Pelo fato de apresentar uma baixa palatabilidade, a ingestão pelos animais ocorre de maneira acidental já que ela se encontra no pasto junto com capim (TOKARNIA; BRITO; CUNHA, 2001).

Toda a planta apresenta toxicidade, principalmente as partes aéreas. Quando ministrada em pequenas quantidades pode apresentar fins terapêuticos, mas quando em excesso, apresenta intoxicação com sintomas de problemas cardíacos e respiratórios, podendo levar a morte. Alguns outros sintomas citados pela intoxicação podem ser citados como: irritação da boca e faringe com salivação intensa, náusea, vômito, dores abdominais, distúrbio do equilíbrio, sonolência e prostração (LIRA; KER, 2013; COSTA et al., 2014).

Poucos são os relatos na literatura de efeitos inseticidas de *Asclepias curassavica*. Os maiores relatos de toxicidade são apresentados em animais de

pequeno e grande porte (BARRAGÁN et al., 2009; CARVALHO et al., 2009; LIRA; KER, 2013; TOKARNIA; BRITO; CUNHA, 2001).

Costa et al. (2014), utilizando extrato etanólico de *Asclepias curassavica* verificaram uma mortalidade de 100% no controle da lagartas rosca (*Agrotis ipsilon*). Concordando com estes resultados, os dados obtidos neste trabalho também demonstraram o potencial promissor de *Asclepias curassavica* no controle de formigas cortadeiras.

### 3.7.2 *Equisetum* spp. L. (Equisetaceae)

O gênero *Equisetum* sp. pertence a família Equisetaceae e possui cerca de 30 espécies. Popularmente conhecidas como “cavalinha”, atingem aproximadamente 1 metro e são utilizadas para fins terapêuticos. Apresentam elevado teor de minerais, principalmente silício, e metabólitos secundários como saponinas, flavonóides, taninos e alcalóides, que provocam ações benéficas na manutenção do metabolismo e tratam diversas patologias (MELLO; BUDEL, 2013).

A toxicidade da cavalinha foi averiguada primeiramente no município de Catanduva – SP e nos municípios do Triângulo Mineiro. A intoxicação de equinos se deu pelo fato das plantas manterem-se verdes no período da seca. A ingestão provoca alguns sinais clínicos caracterizados como perda de peso, perda de sinais nervosos, perda do controle muscular e andar cambaleante, resultando em morte do animal pelo emagrecimento (ALVIN-CARNEIRO, 1948 apud CORREA; SOARES; MENDEZ, 1998). O grande problema da intoxicação é a ingestão de maneira desequilibrada.

Apesar de apresentarem grande potencial benéfico à saúde, quando manuseada, preparada e armazenada de maneira incorreta, compromete a qualidade das propriedades funcionais e dos benefícios à saúde, invertendo toda a finalidade (FEIJÓ et al., 2012).

Os benefícios à saúde são amplos (MELLO; BUDEL, 2013), tais como: tratamento de diabetes (FEIJÓ et al., 2012), problemas digestivos (AGRA et al., 2008), ação diurética, tratamento de infecções do trato urinário (CAETANO et al., 2002), ação anti-inflamatória (CORREA, 2009), tratamento de hemorroidas e

problemas oftalmológicos (TEIXEIRA; MELO, 2006), infecções e inflamações (DANTAS et al., 2008), afecções renais e hipertensão (ZENI; BOSIO, 2011).

Na parte agrônômica, algumas espécies de *Equisetum* têm sido utilizadas como sistema alternativo de combate a pragas. O extrato dessa planta proporciona uma maior rigidez estrutural dos tecidos vegetais pelo fato de apresentar elevada quantidade de silício. Isso dificulta a penetração de hifas de fungos e aumenta a resistência de alguns insetos fitófagos, além de influenciar o acúmulo de compostos fenólicos (BERTALOT et al., 2009; MELLO; BUDEL, 2013).

A cavalinha (*Equisetum spp.*) é uma planta rica em silício, por isso é muito utilizada na elaboração de diferentes formas de extratos. Além da utilização da cavalinha para finalidades medicinais em saúde humana, constatados por Feijó et al. (2012) e Caetano et al. (2002), esta espécie pode proporcionar fortalecimento das plantas e apresentar características antifúngicas.

Apresentando resultados diferentes na utilização desses extratos, Ventruoso et al. (2011), em trabalho realizado com extrato aquoso de cavalinha no controle de *Penicillium sp.* (fungo do pão), verificaram que até o sexto dia após a incubação, o fungo apresentou desenvolvimento acelerado, pressupondo o autor, que essa planta pode ser composta de substâncias que estimulem e/ou favoreçam o crescimento desse fungo.

Com objetivo de controlar o ácaro vermelho do cafeeiro (*Oligonychus ilicis*), Marafeli et al., (2009) e Reis et al. (2009) não obtiveram resultados satisfatórios utilizando extratos de cavalinha.

A aplicação do extrato de cavalinha com função inseticida ainda é restrita, poucos são os relatos de literatura que comprovam a utilização do extrato dessa planta com essa finalidade. O extrato de cavalinha com função inseticida foi avaliado por Rando et al., (2009) no controle do pulgão da couve e do pulgão do pessegueiro sendo que ambos não foram controlados com sucesso.

### 3.7.3 *Rosmarinus officinalis* L. (Lamiaceae)

A planta *Rosmarinus officinalis* L. mais conhecida como alecrim, pertence à família Lamiaceae, é uma especiaria conhecida desde a antiguidade pelos seus efeitos medicinais. É um subarbusto lenhoso, ereto e pouco ramificado

que atinge aproximadamente 1,5 metros de altura. Procedente da Região do Mediterrâneo suas folhas aromáticas também são utilizadas para fins culinários (HENTZ; SANTIN, 2007).

Os principais compostos ativos nessa planta são retirados de folhas e sumidades floridas de onde se obtém o óleo essencial (HENTZ; SANTIN, 2007).

Os fins medicinais descritos são indicações à utilização de folhas secas como chá servindo de indicações como antidiarréico e anti-inflamatório (MARSARO JÚNIOR, 2007).

Na parte agrônômica o alecrim tem sido utilizado no controle da lagarta desfolhadora *Thyrintea arnobia* (SOARES et al., 2011), pragas de armazenamento (MELO et al., 2011), pulgão *Aphis craccivora* (SANTOS et al., 2011), bactérias (RIBEIRO, 2011) e empregado por sua atividade antimicrobiana (HENTZ; SANTIN, 2007).

Camatti-Sartori et al. (2011) em trabalho de controle de *Fusarium sp.* com *Rosmarinus officinalis*, verificou um controle mais significativo quando se utiliza os extratos acéticos do que extratos etanólicos, proporcionando uma inibição de 48,08% contra 21,86% respectivamente. O mesmo autor sugere que possam existir alguns compostos biologicamente ativos com funções fungitóxicas no extrato desta planta.

O óleo de *Rosmarinus officinalis* em diferentes concentrações associado com outros agentes, pode contribuir para o controle de crescimento bacteriano (HENTZ; SANTIN, 2007) e possui ações fungicidas (RIBEIRO et al., 2012). O óleo essencial comercial de *Rosmarinus officinalis* apresentou ação inibitória ante *Salmonella sp.* mas apresentou eficiência somente na forma pura, sem diluição (HENTZ; SANTIN, 2007).

A eficiência de *Rosmarinus officinalis* como função inseticida, foi comprovada por Santos et al. (2011), onde o extrato etanólico de alecrim apresentou uma eficiência de mais de 70% no controle do pulgão do feijão (*Aphis craccivora* Koch). Em trabalho utilizando outro pulgão, popularmente conhecido com pulgão verde (*Myzus persicae*), Moreno et al. (2009), não encontraram toxicidade no extrato da mesma planta, utilizando como substância extratora o polipropilenoglicol.

Resultado promissor obtiveram Migliorini, Lutinski e Garcia, (2010) utilizando extrato aquoso de *Rosmarinus officinalis* no controle da vaquinha (*Diabrotica speciosa*) atingindo um nível de eficiência superior a 60%.

A utilização do alecrim na produção de iscas tóxicas para formigas é desconhecida. Em lagartas, a utilização de extratos aquosos de *Rosmarinus officinalis* foi pesquisada por alguns autores que encontraram resultados significativos. Santiago et al. (2008) utilizando folhas de alecrim em extrato aquoso a 10% obtiveram uma redução na postura e viabilidade, além de aumentar a longevidade de adultos de *Spodoptera frugiperda*.

Diferindo de alguns resultados, a utilização de óleo de alecrim, apresentou baixa eficiência na mortalidade de lagarta desfolhadora *Thyrinteina arnobia* (SOARES et al., 2011). O mesmo autor sugere que a maior eficiência dos compostos dessa planta podem estar ligados à repelência e não na mortalidade. Justificando essa hipótese, Karahroodi, Moharramipour e Rahbarpour (2009) em trabalho com óleo essencial de alecrim, verificaram a repelência de 94% de mariposas traça indiana da farinha (*Plodia interpunctella*).

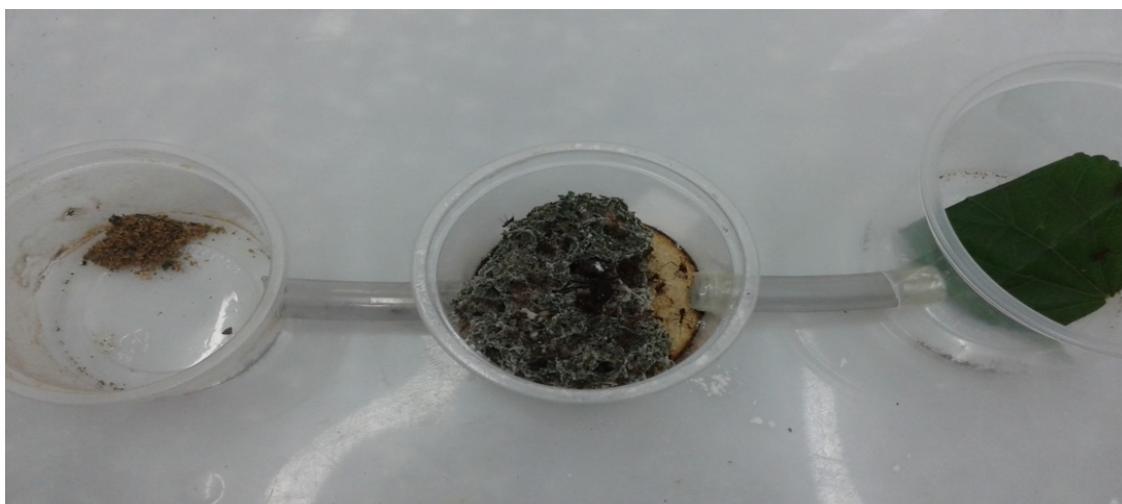
## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE) Presidente Prudente – SP, no Laboratório de Entomologia Agrícola (L.E.A.), em sala climatizada, à temperatura de  $23,0^{\circ}\text{C} \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ , umidade  $60\% \pm 10\%$  e constando para seu desenvolvimento os seguintes procedimentos:

### 4.1 Criação de *Atta sexdens rubropilosa*

Para o estabelecimento da criação, colônias foram coletadas no período de fevereiro/março de 2013, decorrentes da revoada de setembro/2012, em uma área com plantio de Eucalipto pertencente ao município de Regente Feijó – SP. As colônias foram coletadas e armazenadas em potes plásticos (1 Litro) contendo uma camada de gesso na parte interior para o equilíbrio da umidade (FIGURA 1). As colônias foram abastecidas diariamente com *Acalypha* (*Acalypha wilkesiana*) e Hibisco (*Hibiscus rosa-sinensis*) até atingirem um volume de fungo representando 1/4 do volume do pote plástico para iniciar os experimentos. Foram interligados nas extremidades da colônia, dois novos potes (500 ml), sendo um deles reservado à alimentação e o outro utilizado como depósito de lixo, ambos representando galerias subterrâneas.

FIGURA 1 – Colônia de *Atta sexdens rubropilosa*.



Fonte: O autor.

## 4.2 Preparo do extrato vegetal

Para a obtenção dos extratos, as plantas de *Asclepias curassavica*, *Rosmarinus officinalis* e *Equisetum spp.* foram coletadas na região de Presidente Prudente – SP. Folhas e caules foram armazenadas em sacos de papel Kraft e secas em estufa de ar circulante a 60°C por 48h (Tabela 2). Posteriormente as plantas secas foram trituradas (moídas) por um moinho de facas do Tipo *Willye*, até a granulometria de 0,45 mm, para a obtenção um pó fino que posteriormente foi armazenado em recipientes de vidro hermeticamente fechados, mantidos em temperatura de 24°C sem a presença de luz até a manipulação dos extratos.

Tabela 2– Denominação e origem das plantas utilizadas para confecção dos extratos vegetais.

Nome científico	Nome Comum	Família	Partes utilizadas	Origem
<i>Asclepias curassavica</i>	Falsa Erva de Rato	<i>Asclepiadaceae</i>	Folhas e Caules	Presidente Prudente - SP
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Alecrim	<i>Lamiaceae</i>	Folhas e Caules	Paraguaçu Paulista - SP
<i>Equisetum ssp.</i>	Cavalinha	<i>Equisetaceae</i>	Folhas e Caules	Presidente Prudente - SP

O pó obtido de cada planta foi macerado em solução de etanol 96°, onde se realizava a filtragem uma vez ao dia. A filtragem foi realizada em funil de vidro convencional, utilizando-se como filtro, papel de germinação. Após a filtragem, o etanol 96° era repostado no frasco até cobrir 4 cm do volume preenchido pelo pó. Esse procedimento foi realizado até exaustão para obtenção do extrato etanólico (SANTANA et al., 2013).

Quando observado a diferença de coloração no processo de filtragem, todo o solvente obtido foi evaporado sob pressão reduzida no rotaevaporador. Após esse procedimento, obtiveram-se os extratos etanólicos brutos de *Asclepias curassavica*, *Rosmarinus officinalis* e *Equisetum ssp.*

### 4.3 Confeção das iscas

A confeção das iscas foi realizada através da mistura de polpa cítrica moída, carboximetilcelulose, óleo vegetal, água destilada, etanol 96° e extrato vegetal, este na proporção de 4% (Peso/Peso) (RAMOS, 2005). A fórmula está descrita na Tabela 3:

Tabela 3: Ingredientes utilizados na confeção de iscas para o controle de formigas cortadeiras *Atta sexdens rubropilosa*.

Ingrediente	Quantidade
Polpa cítrica	300 gramas
Carboximetilcelulose (CMC)	0,8 gramas
Óleo vegetal	2,0 gramas
Extrato bruto	12 gramas
Água destilada	300 ml
Etanol 96°	240 ml

Após o processo de moagem da polpa, misturou-se CMC, a polpa cítrica e o óleo, tornando uma mistura homogênea. O extrato bruto foi dissolvido em etanol, após isso, todos os ingredientes foram misturados em um recipiente de vidro autoclavado formando uma mistura capaz de ser moldada. O tratamento testemunha não recebeu extrato vegetal. A mistura foi inserida e compactada em uma seringa de 3 ml com a ponta cortada e então disposta em uma bandeja forrada com papel alumínio, formando cordões de aproximadamente 5 cm. Após 24 horas do preparo das iscas, os cordões foram cortados em pedaços de aproximadamente 0,7cm, formando pellets.

## 4.4 Bioensaios

### 4.4.1 Bioensaio de aceitação dos reagentes

Para o bioensaio de aceitação, foram instalados dois tratamentos. No primeiro tratamento discos de 5 mm feitos com papel filtro foram imersos em etanol 96°, logo após foram empanados em polpa cítrica moída para aumentar sua atratividade. No tratamento testemunha, os discos de papel filtro foram imersos em água destilada antes de serem empanados em pó de polpa cítrica. Após esses procedimentos, os discos foram ofertados as colônias.

A importância desse bioensaio visou confirmar se o odor do solvente utilizado no preparo das iscas poderia influenciar o carregamento das mesmas.

Após a secagem, 20 fragmentos de papel filtro de cada tratamento foram ofertados na câmara de forrageamento das colônias. Foram utilizadas 15 colônias para cada tratamento, totalizando 30 repetições. A avaliação foi feita após 24 horas da implantação, os discos ofertados foram classificados como carregados pelas operárias, incorporados ao jardim de fungo e devolvidos na câmara de lixo (RAMOS, 2005).

### 4.4.2 Bioensaio de ação tópica dos extratos vegetais

Neste bioensaio o objetivo foi avaliar se a mortalidade de formigas em função da aplicação dos extratos vegetais ocorreu por ingestão ou por contato. As formigas apresentam um comportamento de limpeza individual e de umas com as outras (self-grooming e grooming), e por esta razão foram utilizadas de forma individualizada.

O experimento constou de 5 tratamentos: extrato etanólico de *A. curassavica* (4%), extrato etanólico de *R. officinalis* (4%), extrato etanólico de *Equisetum spp.* (4%), etanol e água destilada.

Foram utilizados potes plásticos de 75ml, com o fundo preenchido com gesso para manter a umidade. No interior de cada pote plástico, havia um pedaço de fungo de 0,5 cm<sup>3</sup> que servia de alimentação para as formigas e esse fungo era trocado sempre que perdia o seu valor nutricional. Cada pote continha 1 formiga ou

repetição, sendo usada 30 por tratamento. Para compor as repetições, foram selecionadas formigas de tamanho médio e retiradas ao acaso de colônias que não participavam de ensaios anteriores. Cada formiga sofreu uma aplicação no dorso de 0,5µl do respectivo tratamento com o uso de pipeta graduada.

As avaliações foram realizadas 2 horas após implantação do experimento, 8 horas, 24 horas e então diariamente até a mortalidade de todas as repetições.

#### 4.4.3 Bioensaio de aplicação de iscas confeccionadas com extratos vegetais

Esse bioensaio teve por objetivo avaliar o efeito de iscas produzidas com extratos vegetais sobre as colônias de *Atta sexdens rubropilosa*.

Foram utilizadas 40 colônias, divididas em 4 tratamentos com 10 repetições cada. Cada colônia recebeu a letra correspondente ao tratamento e o número de sua repetição. Os tratamentos foram os seguintes: Iscas a base extratos etanólico de *A. curassavica* (4%), extrato etanólico de *R. officinalis* (4%), extrato etanólico de *Equisetum spp.* (4%) e etanol.

No início do experimento, todas as colônias tiveram seu lixo descartado, e uma abstinência de oferta de folhas de 48 horas. Também foi estimado o volume inicial do jardim de fungo de cada repetição de acordo com a proporção do volume de fungo em relação ao volume total do pote.

Cada repetição recebeu, durante 7 dias seguidos, a quantia de 1 grama de isca ofertada em sua câmara de forrageamento.

As iscas foram oferecidas no período da manhã. Passadas 24 horas, as iscas eram contadas e avaliadas como carregadas pelas operárias, incorporadas ao jardim de fungo e devolvidas na câmara de lixo. Também avaliou-se diariamente a presença de fungo descartado no lixo e a quantidade de formigas mortas.

Para não interferir no efeito dos tratamentos sobre as colônias, as mesmas também receberam diariamente a oferta de folhas de *Acalypha wilkesiana* como substrato para forrageamento.

A avaliação de volume do fungo foi realizada no 3º e 7º dia após aplicação dos tratamentos. Com os dados obtidos foram verificados o comportamento do fungo: se perdeu volume, permaneceu com o mesmo volume ou

manteve-se em constante desenvolvimento em função da aplicação dos tratamentos.

A mortalidade de formigas foi classificada com notas 0, 25, 50 e 100%. Nota 0 representava a mortalidade normal de formigas, presenciada diariamente com números mínimos causada pelo ciclo normal de vida das formigas. A nota 25 representava a mortalidade de aproximadamente 25% das formigas presentes na colônia, a nota 50 a mortalidade de aproximadamente 50% das formigas da colônia e a nota 100 representa a mortalidade total da colônia.

#### 4.4.4 Análise estatística

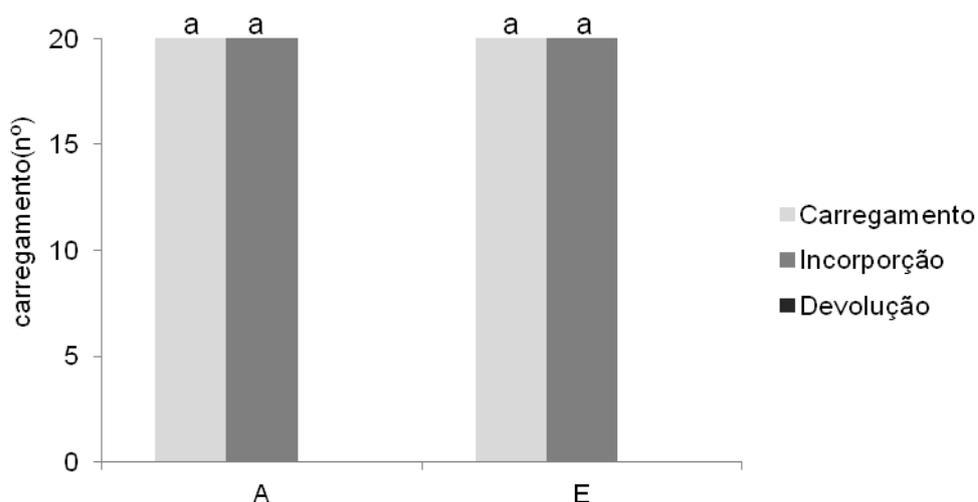
Os dados foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk; em seguida, foi realizado o teste não paramétrico de comparação de médias de Kruskal-Wallis através do programa Action 2.9 (Estatcamp).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Aceitação dos reagentes

Com base nos resultados obtidos (Figura 2), verificou-se que o não houve diferença entre discos com etanol e água, visto que os discos de papel filtro foram igualmente carregados pelas operárias e incorporados ao jardim de fungo em todos os tratamentos. Com esses resultados podemos considerar a hipótese da polpa cítrica apresentar odor superior ao do etanol ou do etanol evaporar completamente não deixando resíduos. Essa característica confirma a positividade do etanol na formulação de extratos vegetais para posterior uso em iscas tóxicas, sem interferir no resultado do produto final. Dentre alguns fatores avaliados para a produção de iscas, a textura, tamanho do grânulo, sinergismo com os adjuvantes de fabricação, resistência à umidade e cheiro, são os principais quesitos no sucesso da isca (DELABIE; DELLA-LÚCIA; PASTRE, 2000).

FIGURA 2 – Carregamento de discos de papel filtro banhados em etanol e empanados em polpa cítrica por operárias de *Atta sexdens rubropilosa*, em laboratório.



Legenda: Letras iguais entre os tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ao nível de 95% de significância. A (água destilada), E (etanol). p-valor < 0,05.

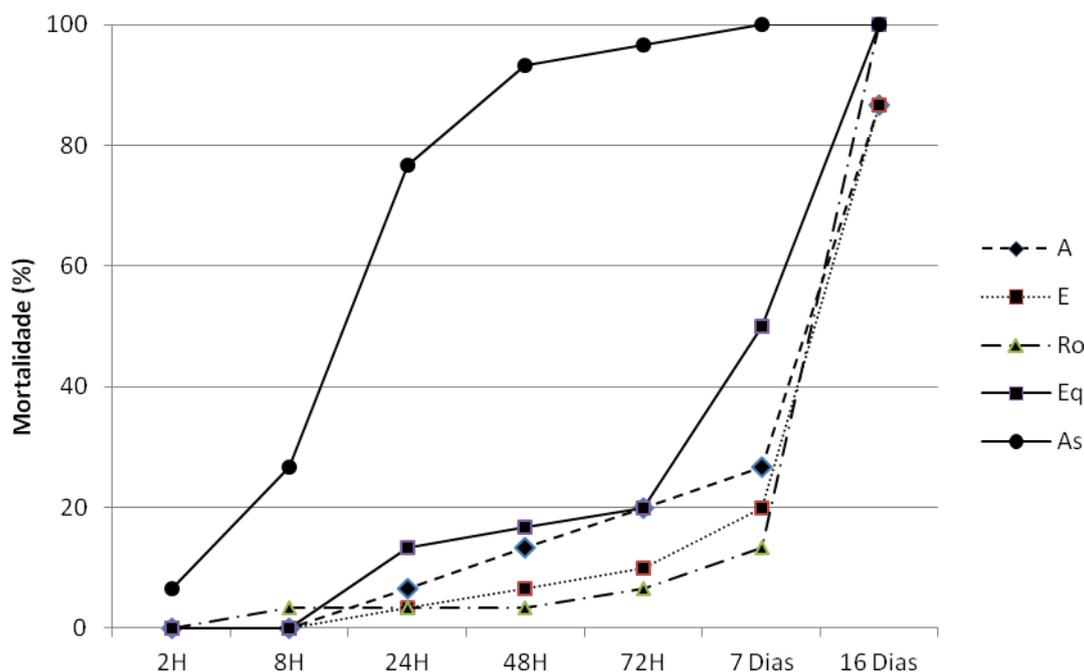
O carregamento de discos de papel filtro banhados em reagentes, também foi anteriormente avaliado por outros autores (RIBEIRO, 2011; CAFFARINI; CARRIZO; PELICANO, 2006), concordando com a ideia de que a inexistência de compostos repelentes pode ser mais importante que a presença de alguns estimulantes nos substratos.

Através desses resultados, pode-se concluir que o etanol não provocou repelência ou rejeição nas formigas, podendo ser usado na formulação de iscas.

## **5.2 Ação tópica de extratos vegetais**

Observando a Figura 3, nota-se que os extratos vegetais apresentaram resultados similares às testemunhas com exceção apenas do extrato de *A. curassavica*. No momento da aplicação, o tratamento com *A. curassavica* apresentou mortes instantâneas logo que aplicada a gota no dorso das formigas; em menos de um minuto, as formigas apresentavam um comportamento diferente das demais, onde se encolhiam cessando os movimentos e logo após vinham a óbito. Este resultado demonstrou que o extrato de *A. curassavica* na concentração de 4%, diferindo dos demais, exerceu forte ação de contato sob as demais operárias matando 77% dos indivíduos nas primeiras 24 horas, o que não é desejável em um ingrediente ativo para a confecção de iscas tóxicas, já que morte imediata de vários indivíduos pode ocasionar o cessamento do transporte e da incorporação do produto.

FIGURA 3 - Mortalidade de formigas em função do tempo após a aplicação tópica de diferentes extratos vegetais em operárias de *Atta sexdens rubropilosa*.



Legenda: A (água destilada), E (etanol), Ro (extrato de *Rosmarinus officinalis*), Eq (extrato de *Equisitum spp.*), As (extrato de *Asclepias curassavica*). p-valor < 0,05.

Diferentes concentrações de extrato Metanólico de folhas de mandioca foram utilizadas por Santos et al. (2013), a fim de descobrir a sua ação sobre formigas cortadeiras. Os autores verificaram que todas as concentrações experimentadas do extrato apresentaram ação de contato sobre as formigas.

Avaliando-se ainda a aplicação tópica, Oliveira (2006) utilizando óleo bruto da casca da castanha de *Anacardium occidentale*, verificou que após 48 horas da aplicação, o Tempo Letal (TL50) já tinha sido atingido nas concentrações de 0,1 e 0,2  $\mu\text{L}/\mu\text{L}$ .

Neste ensaio, na avaliação de 24 horas após o experimento ser iniciado, pode-se verificar que 77% dos indivíduos já se encontravam mortos no tratamento com *A. curassavica*, ao passo que nos demais tratamentos esse número não chegou a 7%. De forma similar, Bigi et al. (2004), utilizando extrato de mamona, também verificou uma elevada intoxicação de formigas após 24 horas do início do experimento.

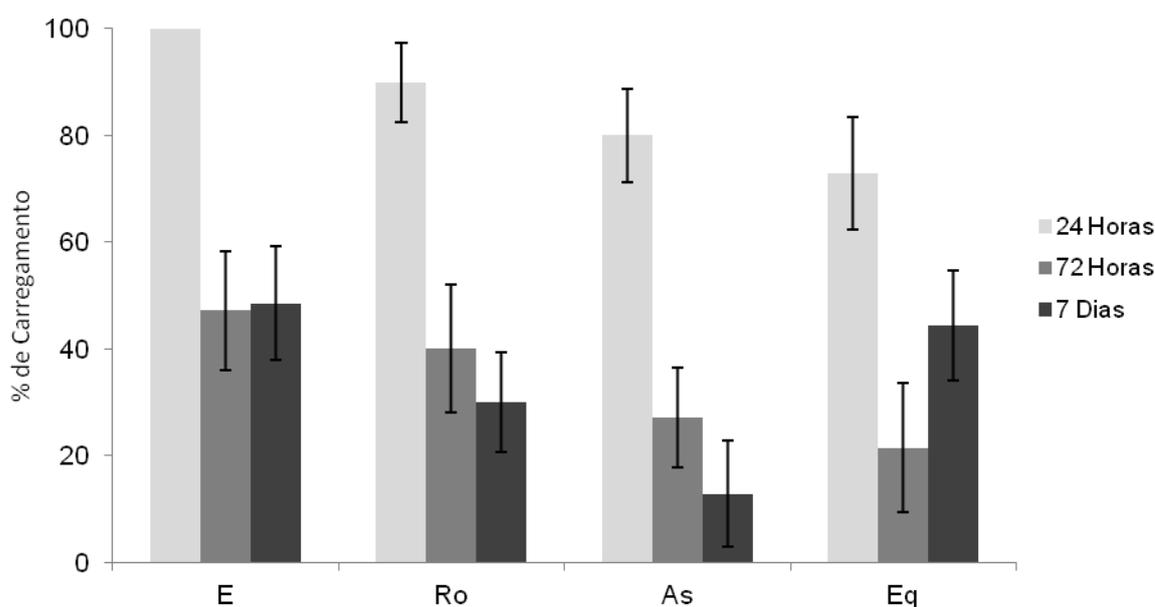
De forma geral, os resultados demonstraram que os extratos de *R. officinalis* e *Equisetum spp.* não apresentaram ação de contato sobre as formigas, e que, de forma contrária, o extrato de *A. curassavica* apresenta forte ação tóxica e age rapidamente.

Deve-se lembrar que o ingrediente ativo ideal para a formulação de iscas tóxicas às formigas cortadeiras deve ser letal em baixa concentração, ter ação retardada e agir por ingestão (DELABIE; DELLA-LÚCIA; PASTRE, 2000).

### 5.3 Efeito de iscas confeccionadas com extratos vegetais

Um dos parâmetros de maior relevância na produção de iscas é a atratividade que o material utilizado pode oferecer. De posse dessa informação, avaliou-se o carregamento das iscas pelas operárias da formiga *Atta sexdens rubropilosa* no período de sete dias seguintes, cujos resultados estão expressos na Figura 4.

FIGURA 4 - Carregamento de iscas de polpa cítrica com adição de extratos vegetais por colônias de *Atta sexdens rubropilosa*, em laboratório.



Legenda: E (etanol), Ro (extrato de *Rosmarinus officinalis*), Eq (extrato de *Equisetum spp.*), As (extrato de *Asclepias curassavica*). p-valor < 0,05 pelo teste de Kruskal-Wallis. Desvio padrão da análise 24 Horas: 25,880; 72 Horas: 35,539 e 7 Dias: 33,727.

Comparando-se os tratamentos, nota-se que inicialmente todas as iscas foram altamente carregadas pelas operárias, porém, já ao 7º dia da oferta sequencial das iscas, os tratamentos contendo *R. officinalis* e *Asclepias curassavica* foram preteridos em relação aos demais, ficando evidente inclusive uma rejeição das formigas pelas iscas (Figura 4).

Considerando-se todos os tratamentos de forma geral, nota-se uma diminuição do carregamento com o passar do tempo, demonstrando que as colônias estavam saturadas desse substrato. A maior taxa de carregamento ocorreu nas primeiras 24 horas onde todos os tratamentos tiveram suas iscas carregadas nas proporções de 100% para o tratamento testemunha, 90% no tratamento com *Rosmarinus officinalis*, 80% no tratamento com *Asclepias curassavica* e 72,8% no tratamento com *Equisetum spp.*. A partir daí houve um decréscimo em todos os tratamentos. Comparando a testemunha com os demais tratamentos fica notório que a rejeição ao longo do tempo foi proporcionada pela insistência na oferta de iscas e não em função dos extratos vegetais utilizados para a produção das iscas.

A rejeição e devolução de iscas podem ocorrer quando elas são ofertadas em grandes quantidades em dias subsequentes, isso provoca uma alteração no comportamento alimentar das formigas, forçando-as a cessar essa coleta (DELABIE; DELLA-LÚCIA; PASTRE, 2000).

O fato do carregamento inicial ter sido equivalente entre os tratamentos é um fator positivo, pois demonstra que as formigas não percebem a presença de nenhum dos extratos vegetais nas iscas, o que, caso contrário, inviabilizaria o tratamento.

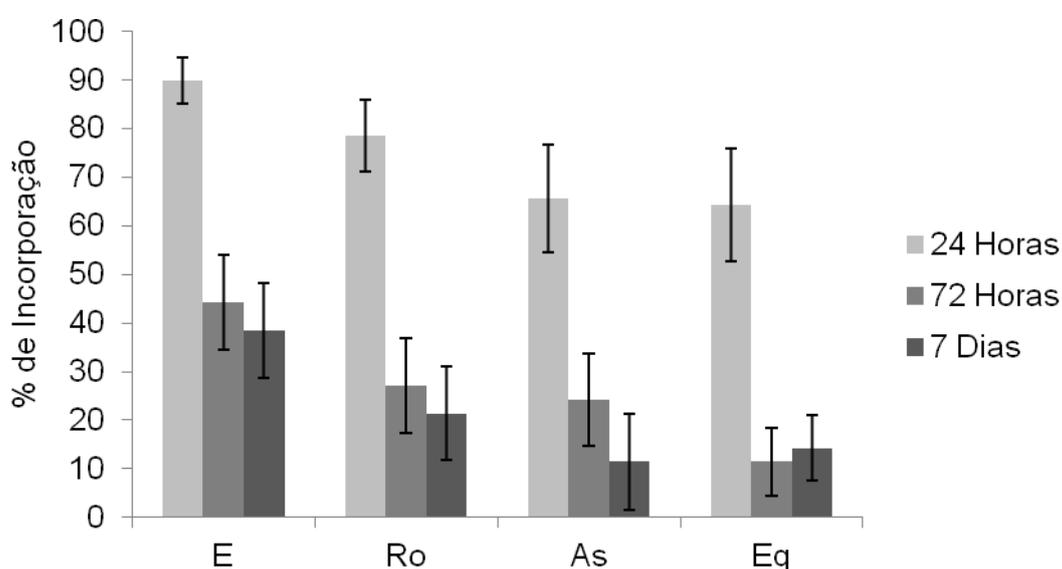
Sabemos que a capacidade de percepção das formigas em notar compostos químicos é muito aguçada, uma vez que prematuramente percebido e rejeitado os ingredientes ativos nas iscas, esse cenário pode comprometer a eficiência do produto (RAMOS et al., 2013).

Já a rejeição posterior às iscas com *A. curassavica* evidencia que, ao longo do processo, as operárias perceberam alguma ação deletéria do extrato vegetal às formigas e/ou ao fungo, e, por essa razão, cessaram o transporte dos pellets, na tentativa de evitar um feito danoso a colônia. Dependendo do tempo que se leva para perceber esse efeito e da extensão dos danos, pode não ser mais possível evitar a morte da colônia.

A devolução foi analisada e notou-se que apenas alguns fragmentos foram devolvidos na câmara de lixo, de forma aleatória entre as repetições, mas isso não indica que toda a isca transportada foi efetivamente incorporada ao jardim de fungo das colônias.

De todas as iscas que foram carregadas para a câmara de fungo, algumas permaneciam apenas depositadas na câmara ou inteiras sobre o fungo sem sofrer incorporação (Figura 5).

FIGURA 5 - Incorporação de iscas de polpa cítrica com adição de extratos vegetais por colônias de *Atta sexdens rubropilosa*.



Legenda: E (etanol), Ro (extrato de *Rosmarinus officinalis*), Eq (extrato de *Equisetum spp.*), As (extrato de *Asclepias curassavica*). p-valor < 0,05 pelo teste de Kruskal-Wallis. Desvio padrão da análise 24 Horas: 29,735; 72 Horas: 29,649 e 7 Dias: 30,207.

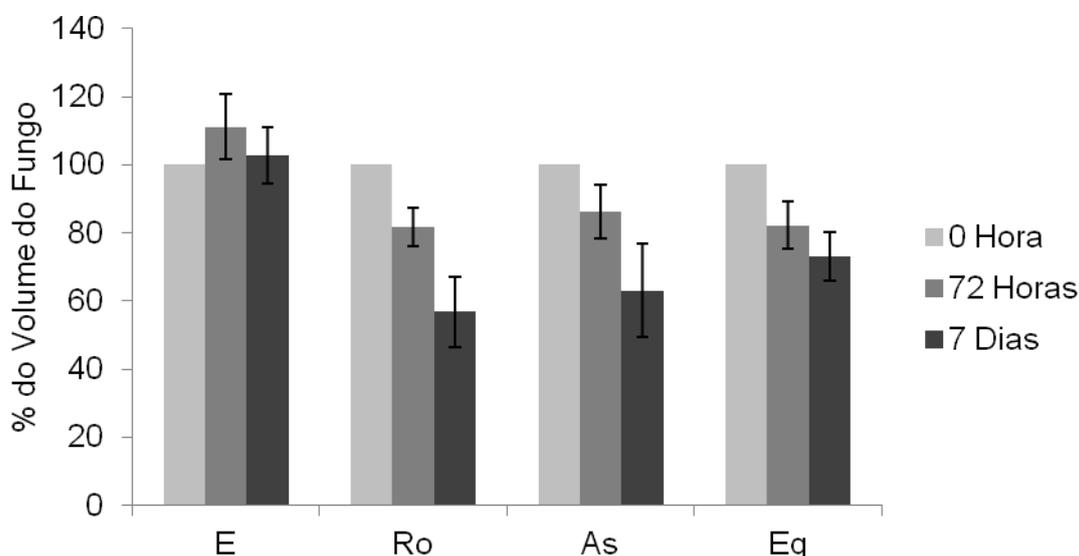
Ao sétimo dia de avaliação, as quantidades de isca incorporada foram muito inferiores quando comparados com as primeiras 24 horas em todos os tratamentos, especialmente com *A. curassavica* e *Equisetum spp.* que apresentaram 66 e 64 % nas primeiras 24 horas e 11 e 14 % ao sétimo dia respectivamente.

A incorporação é uma tarefa especial realizada pelas menores formigas da colônia, que são as jardineiras. No experimento em questão, os referidos tratamentos podem ter causado a diminuição da população de jardineiras, o que explicaria a não conclusão da tarefa de incorporação de iscas.

Marin (2014), avaliando a ação de iscas a base de sulfluramida e hidrametilnona, verificou que as menores formigas eram as primeiras a sentirem os fenômenos de intoxicação por manusearem numa maior intensidade as iscas, já que são responsáveis pela incorporação do alimento no jardim de fungo. Sendo essas formigas contaminadas, a incorporação dos alimentos fica restrita e conseqüentemente o volume do fungo diminui, pois são as únicas responsáveis por essa tarefa.

Na Figura 6, podemos observar o volume médio do jardim de fungo das colônias de acordo com os tratamentos ao longo do tempo. Analisando o desenvolvimento do fungo nos tratamentos, pode-se verificar que o tratamento testemunha não apresentou decréscimo no volume do jardim de fungo das repetições no decorrer do experimento, ao contrário dos tratamentos com extrato vegetal, onde muitas repetições sofreram diminuição no volume do jardim de fungo.

FIGURA 6 - Volume médio do jardim de fungo de colônias de *Atta sexdens rubropilosa*, de acordo com os diferentes tratamentos no decorrer do período experimental.



Legenda: E (etanol), Ro (extrato de *Rosmarinus officinalis*), Eq (extrato de *Equisetum spp.*), As (extrato de *Asclepias curassavica*). p-valor < 0,05 pelo teste de Kruskal-Wallis. Desvio padrão da análise 24 Horas: 0; 72 Horas: 26,230 e 7 Dias: 35,722.

Analisando os resultados verifica-se que no 7º dia após o início do experimento, os tratamentos com os extratos vegetais influenciaram negativamente

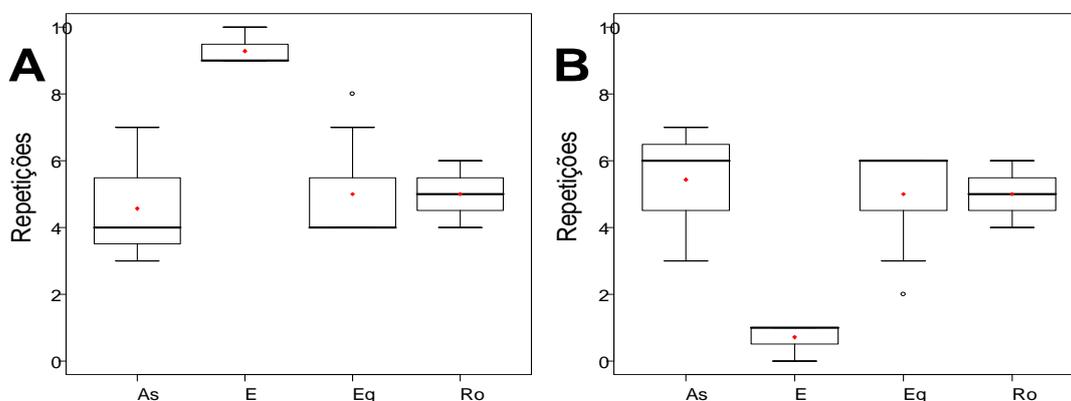
o desenvolvimento do jardim de fungo das colônias, destacando-se o tratamento com *R. officinalis* que apresentou uma redução média no volume inicial do fungo de 43%. Este fato demonstra uma ação inseticida e/ou fungicida dos produtos botânicos utilizados na confecção de iscas.

Marin (2014) verificou que colônias tratadas com iscas tóxicas tiveram seus volumes de fungo reduzidos após o primeiro dia de experimento. Todo o fungo simbiote que estava contaminado com a isca à base de sulfluramida ou hidrametilona foi cortado pelas formigas, que o levaram até a câmara de lixo. O autor constatou que as operárias cessaram as atividades de manipulação dos grânulos de iscas e passaram a cortar pedaços de fungo, encaminhando-os ao lixo. Esta característica considera-se positiva pois as formigas estão teoricamente jogando seu alimento fora, quando menor o volume do fungo, menos alimento para a população do formigueiro.

A verificação das câmaras de lixo no decorrer deste experimento constatou a presença de resquícios de fungo simbiote em algumas colônias de diferentes tratamentos. Normalmente as formigas depositam restos de fungos que não são mais úteis na câmara de lixo, atividade que ocorre diariamente.

Na Figura 7, observa-se a quantidade de colônias que depositaram fungo exaurido na câmara de lixo em uma determinada escala visual normal (A) e avançada (B).

FIGURA 7 - Deposição de fungo exaurido em câmaras de lixo por operárias de *Atta sexdens rubropilosa*, em intensidade normal (A) e avançada (B).



Legenda: E (etanol), Ro (extrato de *Rosmarinus officinalis*), Eq (extrato de *Equisetum spp.*), As (extrato de *Asclepias curassavica*).

Pode-se perceber que, ao contrário da testemunha, a quantidade de colônias que descartaram partes do fungo consideradas inadequadas ao consumo foi superior nos tratamentos com extratos botânicos, como um todo. Desta maneira, novamente se reforça a hipótese de que, sob condições desfavoráveis ao seu desenvolvimento, as operárias exibem comportamento que visa evitar o colapso das colônias.

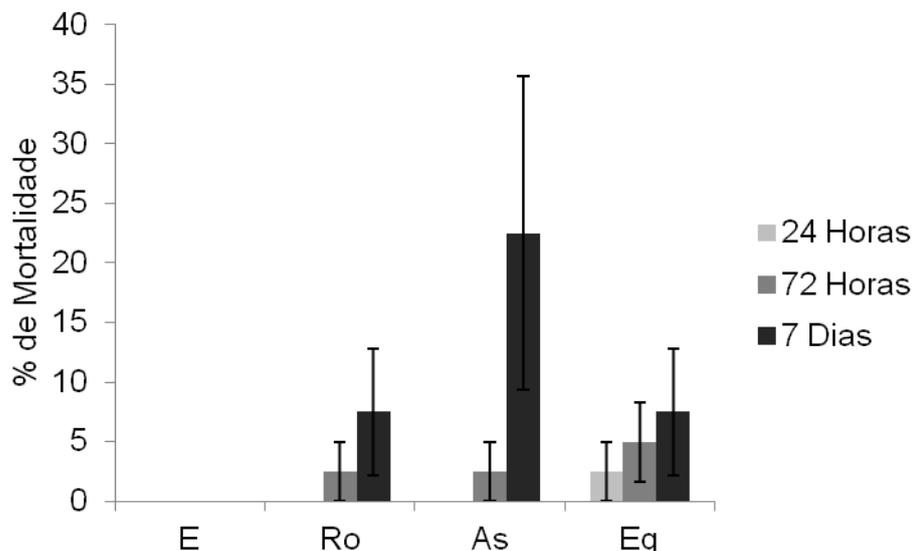
Após a diminuição do volume de fungo, a relação simbiótica entre as formigas e o mesmo fica comprometida. As formigas necessitam de um fungo sadio para lhe servirem de alimentação e o fungo necessita de nutrientes para se desenvolver. A presença de compostos químicos que afetam essa relação é o objetivo principal de iscas comerciais. A homeopatia entrou nesse cenário, mas perdeu força devido à demora a se obter um resultado significativo (KITAMURA et al., 2011).

A morte de uma colônia é determinada quando cessam as atividades devido à morte de operárias, quando o fungo é contaminado ou quando a rainha vem a óbito.

Algumas colônias no experimento ficaram bem debilitadas com o fornecimento das iscas, apresentando um elevado índice de formigas mortas e outras tiveram o fungo deteriorado, acarretando o declínio das colônias (Figura 8).

Analisando os dados, 7 dias após aplicação das iscas, verificamos uma maior mortalidade no tratamento com *Asclepias curassavica* que apresentou mortalidade de 22,5% das colônias utilizadas no experimento, seguido de *Rosmarinus officinalis* e *Equisetum spp.*, ambos com 7,5% de mortalidade das colônias como mostra a figura 8.

FIGURA 8 - Mortalidade média de colônias de *Atta sexdens rubropilosa* em laboratório, tratadas com iscas a base de extratos vegetais.



Legenda: E (etanol), Ro (extrato de *Rosmarinus officinalis*), Eq (extrato de *Equisetum spp.*), As (extrato de *Asclepias curassavica*). p-valor < 0,05 pelo teste de Kruskal-Wallis. Desvio padrão da análise 24 Horas: 3,952; 72 Horas: 7,595 e 7 Dias: 24,473.

Vale destacar que a avaliação da mortalidade se seguiu por um período superior a 7 dias, e observou-se, de forma geral, entre os tratamentos contendo extratos de plantas, que as repetições continuaram a morrer, elevando o índice apresentado. Porém, para considerar apenas o efeito de “knock-down” sobre as colônias, considerado fundamental para o sucesso do controle, optou-se por apresentar os dados de mortalidade obtidos dentro do período de 7 dias.

As plantas selecionadas para a obtenção dos extratos que foram utilizadas neste trabalho têm sido relatadas por alguns pesquisadores com ação inseticida ou fungicida, mas percebemos que os dados existentes são por muitas vezes contraditórios, pois são diversos os fatores interferentes nos resultados, como por exemplo, os solventes usados na obtenção do extrato, a concentração, a dose aplicada, a formulação e a espécie alvo do controle.

Neste trabalho, visando o controle de formigas cortadeiras, ficou evidenciado o potencial dos extratos botânicos experimentados, principalmente o extrato de *Asclepias curassavica*, sendo indicados ainda novos ensaios com

variação de doses e da metodologia de oferta das iscas, a fim de encontrar resultados definitivos que possam ser recomendados a campo.

## 6 CONCLUSÃO

- O extrato etanólico de *Asclepias curassavica* na concentração de 4% tem ação de contato sobre operárias de *Atta sexdens rubropilosa*.

- Iscas de polpa cítrica contendo 4% dos extratos etanólicos de *Asclepias curassavica*, *Rosmarinus officinalis* e *Equisetum spp.* são atrativa para operárias de *Atta sexdens rubropilosa*, e não sofrem rejeições quanto ao carregamento ou incorporação.

- A oferta sequencial de isca de polpa cítrica provoca rejeição no transporte pelas operárias de *Atta sexdens rubropilosa*.

- Os extratos etanólicos de *Asclepias curassavica*, *Rosmarinus officinalis* e *Equisetum spp.* incorporados às iscas de polpa cítrica na concentração de 4% reduziram em 37, 43 e 27% o desenvolvimento do jardim de fungo das colônias.

- As iscas de polpa cítrica contendo 4% de extratos etanólico de *Asclepias curassavica* provocaram mortalidade de 22,5% das colônias de *Atta sexdens rubropilosa* num período de 7 dias.

## REFERÊNCIAS

- ABIQUIM. Associação Brasileira da Indústria Química. **Relatório de Estatística de Comércio Exterior**. 2015. Disponível em: <[http://www.abiquim.org.br/comunicacao/noticia/detalhe/1791/deficit-em-produtos-quimicos-recua-2-4-porcento-em-2014-totalizando-us\\$-31-2-bilhoes](http://www.abiquim.org.br/comunicacao/noticia/detalhe/1791/deficit-em-produtos-quimicos-recua-2-4-porcento-em-2014-totalizando-us$-31-2-bilhoes)>. Acesso em: 09 fev. 2015.
- AGRA, M. F. et al. Survey of medicinal plants used in the region Northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.18, n.3, p.472-508, 2008.
- AGUIAR-MENEZES, E. L. **Inseticidas botânicos**: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. Seropédica – RJ: Embrapa Agrobiologia, 2005.
- ARAÚJO, M. S.; DELLA-LÚCIA, T. M. C.; SOUZA, D. J. Estratégias alternativas de controle de formigas cortadeiras. **Bahia Agrícola**, v.6, n.1, 2003.
- AUTUORI, M. Investigações sobre a biologia da saúva. **Ciência e Cultura**, v.1, n.1-2, p.4-12, 1949.
- BARRAGÁN, R. M. et al. ¿ Envenenamiento por consumo de *Asclepias curassavica* o nematodiasis gastrointestinal en ovinos en pastoreo? Hallazgos de un estudio de caso. **Veterinaria México**, v.40, n.3, p.275-281, 2009.
- BERTALOT, M. J. A. et al. Controle alternativo de doenças no morango. **Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica**, v.96, p.24-28, 2009.
- BIGI, M. F. M. A. et al. Activity of *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) and ricinine against the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae) and the symbiotic fungus *Leucoagaricus gongylophorus*. **Pest Management Science**, v.60, p.933-938, 2004.
- BOARETTO, M. A. C.; FORTI, L. C. Perspectivas no controle de formigas cortadeiras. **Série Técnica IPEF**, v.11, n.30, p.31-46, 1997.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agricultura**. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 09 fev. 2015.
- CAETANO, N. et al. Determinação de atividade antimicrobiana de extratos de plantas de uso popular como anti-inflamatório. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.12, supl., p. 132-135, 2002.
- CAFFARINI, P.; CARRIZO, P.; PELICANO, A. Extractos cítricos como atraveses para cebos hormiguicidas con sustancias naturales. **Revista Facultad de Ciencias Agrícolas UNCuyo**, Tomo XXXVIII, v.38, n.1, p.19-26, 2006.

CAMARGO, R. S.; LOPES, J. F. S.; FORTI, L. C. O jardim de fungo atua como um molde para a construção das câmaras em formigas cortadeiras? **Ciência Rural**, v.43, n.3, p.6, 2013.

CAMATTI-SARTORI, V. et al. Avaliação in vitro de extratos vegetais para o controle de fungos patogênicos de flores. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.6, n.2, p.117-122, 2011.

CARVALHO, G. D. et al. Principais plantas tóxicas causadoras de morte súbita em bovinos no estado do espírito santo–brasil. **Archivos de Zootecnia**, v.58, p.87-98, 2009.

CORREA, A. C. L. **Avaliação da atividade antiinflamatória da pomada e do extrato etanólico bruto da *Equisetum pyramidale* Goldn nas lesões cutâneas de ratos normais e diabéticos no processo de reparação tecidual.** 2009. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande – MS.

CORREA, F. R.; SOARES, M. P.; MENDEZ, M. D. C. Intoxicação de eqüinos no Brasil. **Ciência Rural**, v.28, n.4, p.715-722, 1998.

CORRÊA, J. C. R.; SALGADO, H. R. N. Atividade inseticida das plantas e aplicações: revisão. **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**, v.13, n.4, p.500-506, 2011.

COSTA, D. A. T. et al. Efeito do extrato aquoso de asclepias curassavica l. Sobre o desenvolvimento e sobrevivência de lagartas. **Revista Científica da FEPI**, V Congresso de Iniciação Científica da FEPI, 2014.

DANTAS, V. S. et al. Análise das garrafadas indicadas pelos raizeiros na cidade de campina grande PB. **Revista de Biologia e Farmácia**, v.3, n.1. p.07-13, 2008.

DELABIE, J. H. C.; DELLA-LÚCIA, T. M. C.; PASTRE, L. Manejo 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 Brasileira**, v.29, n.4, p.843-848, 2000.

DELLA-LÚCIA, T. M. C. **As formigas cortadeiras.** Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1993.

DINIZ, E. A. **Evolução dos comportamentos de preparação do substrato para o cultivo do fungo simbiote e cuidados com a cria, rainha e alados em formigas da tribo Attini (Hymenoptera: Formicidae).** 2008. 104 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro – SP.

DINIZ, E. A.; BUENO, O. C. Evolution of substrate preparation behaviors for cultivation of symbiotic fungus in Attine Ants (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of Insect Behavior**, v.23, n.3, p.205-214, 2010.

FEIJÓ, A. M. et al. Plantas medicinais utilizadas por idosos com diagnóstico de *Diabetes mellitus* no tratamento dos sintomas da doença. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.14, n.1, p.50-56, 2012.

FERREIRA, F. A. **Insetos Sociais**. 2010. Disponível em: <<http://www.mundoeducacao.com/biologia/insetos-sociais.htm>>. Acesso em: 09 fev. 2015.

FILHO, W. R.; OLIVEIRA, S. **Atividade externa, carregamento de iscas granuladas e controle de *Acromyrmex crassispinus* em florestas de *Pinus taeda***. Colombo – PR: Embrapa, 2002. (Comunicado Técnico, 78)

FORTI, L. C.; BOARETTO, M. A. C. **Formigas cortadeiras: biologia, ecologia, danos e controle**. Botucatu: UNESP, 1997.

FRANCO, A. P. et al. Ação de extratos vegetais sobre o desenvolvimento de fungos simbiontes das formigas cortadeiras. **Engenharia Ambiental**, v.10, n.1, p.103-113, 2013.

FREITAS, T. G. **Toxicidade de extratos de *Rauia* sp. (rutaceae) para operárias de *Atta sexdens rubropilosa* forel (hymeoptera: formicidae)**. 2010. 71f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro – Sp.

GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: Fealq, 2002.

HENTZ, S. M.; SANTIN, N. C. Avaliação da atividade antimicrobiana do óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) contra *Salmonella* sp. **Evidência**. Joaçaba, v.7, n.2, p.93–100, 2007.

HERNÁNDEZ, J. V.; JAFFÉ, K. Dano econômico causado por populações de formigas *Atta laevigata* (F. Smith) em plantações de *Pinus caribaea* Mor. e elementos para o manejo da praga. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.24, n.2, p.287-298, 1995.

HERS, H.; HÖLLDOBLER, B.; ROCES, F. Delayed rejection in a leaf-cutting ant after foraging on plants unsuitable for the symbiotic fungus. **Behavioral Ecology**, v.19, n.3, p.575-582, 2008.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The ants**. Cambridge: Harvard University Press, 1990.

IPEF. Manejo de pragas nas florestas de *Pinus* da Duratex. In: SIMPÓSIO DO CONE SUL SOBRE MANEJO DE PRAGAS E DOENÇAS DE PINUS, 1, 2000, Botucatu. **Anais...** IPEF, 2000. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr33/cap14.pdf>>. Acessado em: 24 nov. 2014.

- ISMAN, M. B. Plant essential oils for pest and disease management. **Crop Protection**, v.19, n.18, p.603-608, 2000.
- JACOBSON, M. Botanical pesticides: present, and future. In: ARNASON, J. T.; PHILOGENE, B. J. R.; MORAND, P. (Ed.) **Insecticides of plant origin**. Washington: ACS, 1989. p.1-9.
- KARAHROODI, Z. R.; MOHARRAMIPOUR, S.; RAHBARPOUR, A. Investigated repellency effect of some essential oils of 17 native medicinal plants on adults *Plodia interpunctella*. **American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture**, v.3, n.2, p.181-184, 2009.
- KIM, S. I. et al. Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. **Journal of Stored Products Research**, v.39, n.3, p.293-303, 2003.
- KITAMURA, R. O. S. et al. Inibição do fungo simbionte *Leucoagaricus gongylophorus*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 34, **Anais...** Florianópolis, 2011.
- LARANJEIRO, A. J.; LOUZADA, R. M. Manejo de formigas cortadeiras em florestas. **Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais**, v.13, p.115-124, 2000.
- LINK, D.; LINK, F. M. Biologia e controle da formiga saúva limão sulina, *Atta sexdens piriventris*. **Biológico**, v.69, supl.2, p.195-196, 2007.
- LIRA, E. G.; KER, D. B. S. **Recuperação da coleção viva de plantas ornamentais tóxicas da FAV-UnB**. 2013. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade de Brasília, Brasília – DF.
- MARAFELI, P. P. et al. Avaliação de extrato aquoso de plantas para o controle do ácaro *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (Acari: Tetranychidae) em cafeeiro. In: VI Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 6. **Anais...** 2009.
- MARANGONI, C.; MOURA, N. F.; GARCIA, F. R. M. Utilização de óleos essenciais e extratos de plantas no controle de insetos. **Revista de Ciências Ambientais**, v.6, n.2, p.95-112, 2012.
- MARIN, N. O. **Alterações na dinâmica de colônias de *atta sexdens rubropilosa* forel, 1906 (hymenoptera:Formicidae) submetidas ao tratamento com iscas tóxicas**. 2014. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro – SP.
- MARSARO JÚNIOR, A. L. et al. Preferência de corte de *Eucalyptus* spp. Por *Acromyrmex laticeps nigrosetosus* forel,1908 (hymenoptera: formicidae) em condições de laboratório. **Ciência Florestal**, v.17, n.2, p. 171-174, 2007.
- MARTINEZ, S.S. **O Nim - *Azadirachta indica*** - um Inseticida Natural. 1. ed. Paraná: IAPAR, 2008. Disponível em:

<[http://www.iapar.br/arquivos/File/zip\\_pdf/O%20NimDownloadFev2008PDF.pdf](http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/O%20NimDownloadFev2008PDF.pdf)>. Acesso em: 11 fev. 2015.

MELLO, M.; BUDEL, J. M.. Equisetum l.(equisetaceae): uma revisão. **Cadernos das Escolas de Saúde**, v.1, n.9, p.1-15, 2013.

MELO, B. A. et al. Inseticidas botânicos no controle de pragas de produtos armazenados. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.4, p.01-10, 2011.

MIGLIORINI, P.; LUTINSKI, J. A.; GARCIA, F. R. M. Eficiência de extratos vegetais no controle de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Crysomelidae), em laboratório. **Biotemas**, v.23, n.1, p.83-89, 2010.

MORAIS, W. C. C. **Extratos botânicos e seus efeitos em *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae)**. 2012. 43 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG.

MOREIRA, A. A. et al. Arquitetura dos ninhos das formigas cortadeiras de gramíneas. **Biológico**. São Paulo, v.69, n.2, p.83-85, 2007.

MOREIRA, A. A. **Arquitetura das colônias de *Atta laevigata* (F.Smith, 1858) (Hymenoptera: Formicidae) e distribuição de substrato nas câmaras de fungo**. Botucatu, 1996. 96 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu - SP.

MORENO, M. B. et al. Eficiência de extratos glicólicos de plantas para o controle alternativo de *Myzus persicae* em pimenteira. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n.2, 2009.

NICKELE, M. A. et al. Formigas cultivadoras de fungos: estado da arte e direcionamento para pesquisas futuras. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.33, n.73, p.53-72, 2013.

OLIVEIRA, M. F. S. S. **Controle de formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) com produtos naturais**. 2006. 125 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro – SP.

PACHECO, P.; FILHO, E. B. **Formigas cortadeiras e o seu controle**. Piracicaba: IPEF, 1993.

PEREIRA, L.G.B. **Estratégia de controle de formigas cortadeiras**. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, 2007. (Dossiê Técnico).

PIMENTA, L. B. et al. Dinâmica de forrageamento e caracterização de colônias de *Acromyrmex balzani* (Emery, 1890) (Hymenoptera: Formicidae) em ambiente de cerrado goiano. **Revista científica eletrônica de engenharia florestal**, Garça, n.9, fev. 2007. Disponível em:

<[http://www.faef.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/VF1Eg154KnpnO5n\\_2013-4-26-12-5-16.pdf](http://www.faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/VF1Eg154KnpnO5n_2013-4-26-12-5-16.pdf)>. Acesso em: 15 maio 2014.

POWELL, R. J.; STRADLING, D. J. The selection and detoxification of plant material by fungus-growing ants. **Ant-plant interactions**. Oxford University Press, 1991. p.19-41.

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

RAMOS, V. M. et al. Alternative control of the leaf-cutting ant *Atta bisphaerica* Forel (Hymenoptera: Formicidae) via homeopathic baits. **Sociobiology**, v.60, n.2, p.145 – 149, 2013.

RAMOS, V. M. **Desenvolvimento de isas atrativas para a formiga cortadeira de gramíneas *Atta capiguara* Gonçalves, 1944 (Hymenoptera, Formicidae)**. 2005. 74 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu –SP.

RANDO, J.S.S. et al. Extratos de *Nicotiana tabacum*, *Ocimum gratissimum* e *Equisetum* sp., no controle do pulgão da couve *Brevicoryne brassicae* (L.). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n.2, p.204-208, 2009.

REIS, P. R. et al. Avaliação de extrato metanólico de plantas no controle do ácaro-vermelho do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 6. **Anais...** 2009.

RIBEIRO, D. S. **Avaliação da atividade antimicrobiana do óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) Frente a bactérias isoladas de alimentos: estudos in vitro e em matriz alimentícia**. 2011. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal da Bahia, Salvador - BA.

RIBEIRO, D. S. et al. Avaliação do óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) como modulador da resistência bacteriana. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v.33, n.2, p.687–696, 2012.

RIBEIRO, F. J. L. A escavação do solo pela fêmea da saúva (*Atta sexdens rubropilosa*). **Psicologia USP**, v.6, n.1, p.75-93, 1995.

ROEL, A. R. Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o desenvolvimento rural sustentável. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, v.1, n.2, p.43-50, 2001.

SANTANA, L. C. L. et al. Avaliação do potencial antioxidante, atividade antimicrobiana e antihelmíntica do extrato etanólico padronizado das folhas de *Mikania glomerata* Sprengel. **Revista Brasileira de Farmácia**, v.94, n.2, p.120-129, 2013.

SANTIAGO, G. P. et al. Efeitos de extratos de plantas na biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) mantida em dieta artificial. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.3, p.792-796, 2008.

SANTOS, C. A. B. et al. Atividade inseticida de extratos vegetais contra o pulgão (*Aphis craccivora* Koch) do feijão caupi (*Vigna unguiculata*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 7. **Anais...** v.6, n.2, 2011, Fortaleza – CE.

SANTOS, J. C. **Toxicidade de extratos vegetais e suas frações para *Atta sexdens* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Formicidae) e seu fungo simbiote *Leucoagaricus gongylophorus* (Moller) Singer (Agaricales: Agaricaceae)**. 2013. 220p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG.

SANTOS, M. A. I. et al. Extrato metanólico de folhas de mandioca como alternativa ao controle da largarta-do-cartucho e de formigas cortadeiras. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.6, supl.1, p.3501-3512, 2013.

SANTOS, M. P. A. Avaliação do formicida Citromax à base fipronil no combate às saúvas (*Atta sexdens*). **Revista Controle Biológico (BE-300) On-Line**, v.2, jan, 2010. Disponível em: <[http://www.ib.unicamp.br/profs/eco\\_aplicada/](http://www.ib.unicamp.br/profs/eco_aplicada/)>. Acesso em: 11 fev. 2015.

SERAGUZI, E. F.; MARUYAMA, W. I. Manejo de formigas cortadeiras no município de Cassilândia. In: SEMINÁRIO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA – SEMEX. **Anais...** v.1, n.4, 2011.

SILVA–JUNIOR, M. R. **Biologia e controle de *Acromyrmex landolti* Forel, 1885 (Hymenoptera: Formicidae)**. 2012. 118 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista – BA.

SOARES, C. S. A. et al. Ação inseticida de óleos essenciais sobre a lagarta desfolhadora *Thyrintea arnobia* (stoll) (Lepidoptera: Geometridae). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.2, p.154–157, 2011.

SOUZA, M. D. **Extratos vegetais – efeitos sobre o desenvolvimento *in vitro* do fungo simbiote e na longevidade de operárias de *Atta sexdens* (Hymenoptera: Formicidae)**. 2012. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá – MT.

SOUZA, M. S.; PERES FILHO, O.; DORVAL, A. Efeito de extratos naturais de folhas vegetais em *Leucoagaricus gongylophorus* (Möller) Singer, (Agaricales: Agaricaceae). **Ambiência**, v.7, n.3, p.461-471, 2011.

SOUZA-SILVA, A.; ZANETTI, R. Forrageamento por *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae) a campo em mudas de eucalipto pulverizadas ou imersas em soluções de extrato pirolenhoso. **Revista Árvore**, v.31, n.4, p.753-759, 2007.

SOUZA-SOUTO, L. et al. Determinação do fator de conversão em colônias de *atta sexdens rubropilosa* (hymenoptera: formicidae) e sua relação com a qualidade do material vegetal cortado. **Revista Árvore**, v.31, n.1, p.163-166, 2007.

TEIXEIRA, S. A.; MELO, J. I. M. Plantas medicinais utilizadas no município de Jupi, Pernambuco, Brasil. **Iheringia Série Botânica**, v.61, n.1-2, p.5-11, 2006.

TOKARNIA, C. H.; BRITO, M. F.; CUNHA, B. R. M. Intoxicação experimental por *Asclepias curassavica* (Asclepiadaceae) em bovinos. Dados complementares1. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.21, n.1, p.1-4, 2001.

TORRES, A. F. et al. Atividade inseticida de extratos de plantas no controle de formiga cortadeira em cafeeiro. **Coffee Science**, v.8, n.3, p.371-378, 2013.

UKAN, D. **Análise dos resíduos produzidos por formigueiros de *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: formicidae) em laboratório e em condições de campo**. 2011. 116 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR.

VENTRUOSO, L. R. et al. Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o desenvolvimento de fitopatógenos. **Summa Phytopathologica**, v.37, n.1, p.18-23, 2011.

WILSON, E. O. Caste and division of labor in leaf-cutter ants (Hymenoptera: Formicidae: *Atta*). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v.7, n.2, p.143-156, 1980.

ZANETTI, R. et al. **Manejo integrado de formigas cortadeiras**. Lavras: Editora UFLA, 2002.

ZANETTI, R. et al. Combate sistemático de formigas-cortadeiras com iscas granuladas, em eucaliptais com cultivo mínimo. **Revista Árvore**, v.27, n. 3, p. 387-392, 2003.

ZENI, A. L. B.; BOSIO, F. O uso de plantas medicinais em uma comunidade rural de Mata Atlântica – Nova Rússia, SC. **Neotropical Biology and Conservation**, v.6, n.1, p.55-63, jan./abr. 2011.