

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE BIOLOGIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOSSANIDADE**  
**E BIOTECNOLOGIA APLICADA**

**DISSERTAÇÃO**

**Eficiência de Barreiras Físicas no Controle de**  
***Acromyrmex* Mayr, 1865 (Hymenoptera:**  
**Formicidae)**

**Josie Tatiane Santos de Almeida**

**2011**





**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE BIOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENTOMOLOGIA E FITOPATOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOSSANIDADE E**  
**BIOTECNOLOGIA APLICADA**

**EFICIÊNCIA DE BARREIRAS FÍSICAS NO CONTROLE DE**  
***Acromyrmex* MAYR, 1865 (HYMENOPTERA: FORMICIDAE)**

**JOSIE TATIANE SANTOS DE ALMEIDA**

*Sob a Orientação do Professor*  
**Dr. Leonardo Oliveira Medici**  
*e Co-orientação da Professora*  
**Dr<sup>a</sup>. Elen de Lima Aguiar Menezes**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada, Área de Concentração em Entomologia Aplicada.

Seropédica, RJ  
Julho de 2011

595.796

A447e

T

Almeida, Josie Tatiane Santos de,  
1979-

Eficiência de barreiras físicas  
no controle de *Acromyrmex* Mayr, 1865  
(Hymenoptera: Formicidae) / Josie  
Tatiane Santos de Almeida - 2011.

49 f. : il.

Orientador: Leonardo Oliveira  
Medici.

Dissertação (mestrado) -  
Universidade Federal Rural do Rio  
de Janeiro, Curso de Pós-Graduação  
em Fitossanidade e Biotecnologia  
Aplicada.

Bibliografia: f. 30-36.

1. Formiga - Teses. 2. Formiga -  
Controle - Teses. 3. Formiga -  
Comportamento - Teses. I. Medici,  
Leonardo Oliveira, 1967-. II.  
Universidade Federal Rural do Rio  
de Janeiro. Curso de Pós-Graduação  
em Fitossanidade e Biotecnologia  
Aplicada . III. Título.

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – A autora”.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE BIOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENTOMOLOGIA E FITOPATOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOSSANIDADE E BIOTECNOLOGIA  
APLICADA**

**EFICIÊNCIA DE BARREIRAS FÍSICAS NO CONTROLE DE *Acromyrmex* MAYR,  
1865 (HYMENOPTERA: FORMICIDAE)**

**JOSIE TATIANE SANTOS DE ALMEIDA**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada, Área de Concentração em Entomologia Aplicada.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 26/07/2011.

BANCA EXAMINADORA:

---

Leonardo Oliveira Medici. Dr. UFRRJ  
(Orientador)

---

Omar Eduardo Bailez. Dr. UENF

---

Acácio Geraldo de Carvalho. Dr. UFRRJ

## DEDICATÓRIA

*Dedicado a Deus, que sabe o tempo de todas as coisas.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus a quem sempre recorri nos momentos difíceis.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), particularmente ao Departamento de Entomologia e Fitopatologia, pela oportunidade oferecida para a realização do Curso de Pós-Graduação em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior) pela concessão da bolsa de mestrado, durante parte da realização do curso.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada (PPGFBA) pelos conhecimentos compartilhados.

A minha Co-orientadora e Coordenadora do PPGFBA, Dr<sup>a</sup>. Elen de Lima Aguiar Menezes, pela paciência e apoio.

Ao Prof. Dr. Antônio José Mayhé Nunes (Depto. Biologia Animal/IB/UFRRJ) pela identificação das espécies das formigas cortadeiras.

Ao Viveiro Florestal do Instituto de Floresta (IF) da UFRRJ por ceder as mudas de eucalipto para o experimento.

Ao Professor Carlos Domingos da Silva (Depto. Ciências Ambientais/IF/UFRRJ), por disponibilizar a área do jardim do departamento para o início da condução dos experimentos.

Ao Zootecnista Afrânio Augusto Guimarães, inventor da barreira física Plantetor, pela autorização da reprodução das fotos da referida barreira.

A José Eduardo Oliveira de Lima, inventor do dispositivo protetor de troncos de plantas em geral, pela autorização da reprodução da foto da referida barreira.

Aos meus amigos Alexandre Moura e Débora Candeias pelo incentivo e força nessa caminhada.

A minha mãe Maria das Neves que sempre se dedicou aos filhos.

Ao meu irmão Jarbas Thounahy, por sempre acreditar no meu potencial.

As minhas tias e a minha avó que sempre estiveram presentes na minha educação, mesmo morando em outro Estado.

Ao meu namorado Marcos Monteiro pelo incentivo e por estar sempre ao meu lado em todos os momentos.

Ao meu Orientador Dr. Leonardo Oliveira Medici pela orientação, pela confiança, pela oportunidade, pelos ensinamentos, pela paciência, pela dedicação, pela amizade, pelo apoio e incentivo depositados a minha pessoa.

**Muito Obrigada!**

## RESUMO

ALMEIDA, Josie Tatiame Santos de. **Eficiência de barreiras físicas no controle de *Acromyrmex* Mayr, 1865 (Hymenoptera: Formicidae)**. 2011. 49p. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada). Instituto de Biologia, Departamento de Entomologia e Fitopatologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

As quenquéns (*Acromyrmex* spp.) são importantes pragas agrícolas e suas populações podem ser controladas por diferentes métodos. Entre eles, o uso de barreiras físicas que impedem o acesso das formigas cortadeiras à planta, principalmente a sua parte aérea. Todavia, embora seja uma técnica antiga, poucos estudos demonstram a eficiência dessas barreiras no controle dessas pragas. O presente trabalho objetivou avaliar a eficiência de barreiras físicas confeccionadas artesanalmente no formato cônico e cilíndrico e de uma barreira física disponível no mercado brasileiro, no controle de *Acromyrmex*, em condições de campo. Além disso, avaliar o comportamento de forrageio das quenquéns na presença dessas barreiras. Seis experimentos foram conduzidos de fevereiro a março de 2011, em quintal residencial no município de Petrópolis, RJ. No primeiro experimento cascas de laranja como iscas atrativas fixadas na extremidade superior de ramos de eucalipto compuseram três tratamentos: iscas protegidas por barreiras cônicas artesanais de 5,4 cm ou 10,8 cm de geratriz e iscas sem proteção de barreiras, que constituíram o controle. O segundo experimento foi conduzido em raiz de uma planta epífita, na qual foram colocados cones similares ao experimento 1. No terceiro, quarto e quinto experimentos, mudas de couve, uma roseira, uma caramboleira foram utilizadas, respectivamente, nas quais foram colocadas barreiras físicas artesanais de formato cônico e cilíndrico e uma barreira comercial cilíndrica. No sexto experimento foram utilizadas sete mudas de citros. Inicialmente, duas mudas de citros foram protegidas com barreiras artesanais cônicas, sendo uma muda com cone grande e a outra com cone pequeno e as demais foram deixadas sem proteção para serem atacadas pelas formigas e posteriormente serem protegidas com as barreiras somente quando começassem a ser atacadas. Duas espécies de quenquém foram identificadas: *Acromyrmex niger* (F. Smith) e *Acromyrmex disciger* (Mayr). A barreira física artesanal cônica foi capaz de impedir o acesso das quenquéns a fonte de alimento, mas a barreira comercial cilíndrica é mais eficiente que os dois modelos de barreiras artesanais, por apresentar parte curva na borda que dificulta a passagem das formigas carregando pedaços de folha. Em plantas altamente atrativas, como a roseira, já atacadas por quenquéns, a eficiência da barreira física pode ser perdida. A barreira artesanal cônica com geratriz de 10,8 cm contém por mais tempo as formigas cortadeiras no ataque às plantas, porém depende do momento de aplicação (antes ou após a infestação pelas formigas) e do tipo de planta (atrativa ou não). Nas plantas mais atrativas como roseira e caramboleira os cones só foram eficientes quando colocados em plantas não infestadas pelas formigas. Contudo, as plantas de citros foram protegidas com os cones mesmo depois de estarem sendo atacadas pelas formigas.

**Palavras-chave:** formigas cortadeiras, Myrmicinae, Attini, barreira anti-formiga, controle físico, comportamento de forrageamento.



## ABSTRACT

ALMEIDA, Josie Tatiame Santos de. **Efficiency of physical barriers in control of *Acromyrmex* Mayr, 1865 (Hymenoptera: Formicidae)**. 2011. 49p. Dissertation (Master Science in Phytosanitary and Applied Biotechnology). Instituto de Biologia, Departamento de Entomologia e Fitopatologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

The leaf-cutting ants (*Acromyrmex* spp.) are important agricultural pests and their populations may be controlled by different methods. Among them, the use of physical barriers that prevent the access of the leaf-cutting ants to plants, mainly to their aerial part. However, although it is an old technique, few studies show the efficiency of these barriers on the control of these pests. The present work aimed to evaluate the efficiency of conical and cylindrical craft physical barrier barriers and a physical barrier available in the Brazilian market on the control of *Acromyrmex* in the field conditions, on the control of *Acromyrmex*, as well to evaluate foraging behavior of these ants in the presence of these barriers. Six experiments were conducted from February to March, 2001 on a home garden located in Petropolis in Rio de Janeiro state. In the first experiment orange peels as attractant baits fixed at the top of the eucalyptus branches constituted three treatments: baits protected by conical craft barriers of 5,4 cm or 10,8 cm of generatrix and baits without protection of barriers, which constituted the control. The second experiment was installed on a root of an epiphyte plant, in which similar cones to experiment 1 were placed. In the third, fourth and fifth experiments cabbage seedlings, a rose plant and a star fruit tree were used, respectively, in which conical and cylindrical craft physical barriers were placed as well as a cylindrical trade barrier. In the sixth experiment seven citrus seedlings were used. Initially, two citrus seedlings were protected by the conical craft barriers, being one seedling with the big cone and another with the small cone, and the others were left without protection in order to be attacked by the ants and after to be protected with the barrier only when they begin to be attacked. Two species of leaf-cutting ant were identified: *Acromyrmex niger* (F. Smith) and *Acromyrmex disciger* (Mayr). The conical craft physical barrier was able to avoid the access of the leaf-cutting ants to the food resource, but the cylindrical barrier is more efficient than the two models of the craft physical barriers due to present the bend at the edge that difficult the passage of ants carrying fragments of leaves. In highly attractive plants such as rose, already attacked by ants, the efficiency of the physical barrier may be lost. The conical craft barrier with generatrix of 10.8 cm contains the ants the attack on plants, but depends on the time of application (before or after the infestation by ants) and the type of plant (attractive or not). In more attractive plants as rose and start fruit, the cones were only effective when placed on plants not infested by the ants. However, the citrus plants were protected with cones even after they were being attacked by the ants.

**Key words:** leaf-cutting ants, Myrmicinae, Attini, anti-ant barrier, physical control, foraging behavior.

## LISTAS DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Plantetor: (A) instalação; (B) já instalado circundando um muda florestal (MINHOBOX, 2011).....	07
<b>Figura 2.</b> Dispositivo protetor de troncos de plantas cujo formato é de um chapéu chinês (LIMA, 2011).....	08
<b>Figura 3.</b> Barreiras físicas artesanais: cilíndrica (A) e cônica (B) avaliadas.....	09
<b>Figura 4.</b> Barreira comercial cilíndrica anti-formigas avaliada: A) Vista da barreira aberta; B) Vista do encaixe das duas bandas; C) Vista das duas metades da barreira comercial encaixadas; e D) Vista superior da barreira física comercial montada para uso.....	10
<b>Figura 5.</b> Bloco experimental: ramos de eucalipto com isca atrativa (pedaço de casca de laranja) na extremidade dos mesmos (A: tratamento com cone grande; B: tratamento com cone pequeno) e ramo de eucalipto sem isca atrativa (C: tratamento controle, sem cone).....	11
<b>Figura 6.</b> Frequências observadas das iscas atrativas com e sem ataque de <i>Acromyrmex</i> spp. nos tratamentos com e sem barreira física contra o acesso dessas formigas.....	18
<b>Figura 7.</b> Formiga tentando cortar o flavedo da isca atrativa fixada no topo do ramo de eucalipto, onde também se vê uma aranha, no tratamento com cone pequeno.....	19
<b>Figura 8.</b> Formiga na superfície superior do cone pequeno próximo a sua borda, tentando passar para a superfície inferior do mesmo, depois de cortar a isca atrativa e subir e descer pelo ramo de eucalipto por algumas vezes.....	20
<b>Figura 9.</b> Formiga saindo do ramo de eucalipto do tratamento com cone pequeno após subir e descer por seis tentativas.....	20
<b>Figura 10.</b> Fluxo de formigas em raiz de arácea epífita interrompido com barreira artesanal cônica com vértice para cima.....	22
<b>Figura 11.</b> Barreira artesanal cônica de 10,8 cm de geratriz (cone grande) com o vértice voltado para baixo.....	22
<b>Figura 12.</b> Raiz de arácea com três cones, na seguinte ordem: grande, pequeno e grande.....	23
<b>Figura 13.</b> Ramo preso ao cone de 10,8 cm de geratriz.....	24
<b>Figura 14.</b> Barreira artesanal cilíndrica em muda de couve. Petrópolis, RJ (04/03/2011).....	25
<b>Figura 15.</b> Roseira com barreira comercial cilíndrica anti-formigas.....	26
<b>Figura 16.</b> Muda de citros protegida com barreira artesanal cônica de 10,8 cm de geratriz (cone grande).....	28

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Área removida das iscas atrativas por <i>Acromyrmex</i> spp. nas parcelas forrageadas do tratamento controle e do tratamento com cone pequeno (5,4 cm de geratriz) durante o primeiro período de observação (14 a 24 de fevereiro de 2011). Petrópolis, RJ.....	16
<b>Tabela 2.</b> Área removida das iscas atrativas por <i>Acromyrmex</i> spp. nas parcelas forrageadas do tratamento controle durante o segundo período de observação (24 de fevereiro a 29 de março de 2011). Petrópolis, RJ.....	17

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	3
2.1 Formigas Cortadeiras, com Ênfase no Gênero <i>Acromyrmex</i> .....	3
2.2 Controle de Formigas Cortadeiras.....	4
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	9
3.1 Barreiras Físicas contra Formigas Cortadeiras Avaliadas.....	9
3.2 Experimentos de Avaliação das Barreiras Físicas contra Formigas Cortadeiras.....	10
3.2.1 Barreiras físicas em ramos de eucalipto.....	10
3.2.2 Barreiras físicas em raiz de Araceae.....	13
3.2.3 Barreiras físicas em couve.....	13
3.2.4 Barreiras físicas em roseira.....	14
3.2.5 Barreiras físicas em caramboleira.....	14
3.2.6 Barreiras físicas em citros.....	14
3.3 Identificação das Espécies de Formigas.....	15
<b>4 RESULTADO E DISCUSSÃO</b> .....	16
4.1. Espécies de Formigas Cortadeiras Forrageadoras.....	16
4.2 Avaliação das Barreiras Físicas em Ramos de Eucalipto.....	16
4.2.1 Observações etológicas das formigas cortadeiras.....	19
4.3 Avaliação das Barreiras Físicas em Raiz de Araceae.....	21
4.4 Avaliação das Barreiras Físicas em Couve.....	25
4.5 Avaliação das Barreiras Físicas em Roseira.....	25
4.6 Avaliação das Barreiras Físicas em Caramboleira.....	27
4.7 Avaliação das Barreiras Físicas em Citros.....	27
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	29
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	30
<b>7 ANEXO</b> .....	37
7.1 Análise dos Dados Obtidos pela Prova Exata de Fisher.....	37

## 1 INTRODUÇÃO

As formigas (Hymenoptera: Formicidae) são um componente importante da biodiversidade, especialmente na região Neotropical, pois estão entre os organismos mais abundantes, chegando a representar 1/3 da biomassa animal total na floresta tropical úmida de terra firme da Amazônia, correspondendo mais de 8 milhões de indivíduos por hectare de solo (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990), sendo que só no Brasil já foram descritas 2.500 espécies de formigas (LEWINSOHN et al., 2005).

A importância da formiga nos diferentes ecossistemas terrestres naturais ou artificiais, como os agrícolas e ambientes urbanos, não se reveste apenas por sua abundância, mas também por suas atuações em diversos processos ecológicos quanto por suas relações que afetam mais diretamente ao homem (QUEIROZ et al., 2006). Nesse último caso, destacam-se aquelas pertencentes aos gêneros *Acromyrmex* Mayr e *Atta* Fabricius por constituírem pragas-chave de diversas culturas agrícolas e florestais (ZANETTI, 1998; JACCOUD, 2000).

Esses gêneros compõem um grupo de formigas conhecidas vulgarmente como formigas cortadeiras porque cortam folhas e outras partes das plantas, como flores, brotos e ramos finos da vegetação, os quais são carregados para dentro do formigueiro para servir de substrato no cultivo do fungo mutualista, o qual lhes serve de alimento, portanto, as formigas cortadeiras, na realidade, são fungívoras. Essas formigas atacam as culturas agrícolas e florestais e causam desfolha parcial ou total, constituindo uma das mais importantes pragas dessas culturas, sendo o ataque normalmente intenso e constante, ocorrendo em qualquer fase do desenvolvimento da cultura (BOARETTO & FORTI, 1997; ZANETTI et al., 2002; SOUSA, 2008).

Os trabalhos direcionados às espécies do gênero *Acromyrmex*, chamadas popularmente de quenquês, são escassos em comparação às do gênero *Atta*, também conhecidas como saúvas. Todavia, as quenquês vêm ocupando cada vez mais lugar de destaque em áreas de reflorestamentos, visto que por vezes sua abundância supera as das saúvas, causando, por vezes, danos significativos (DELLA LUCIA & ANTUNES, 1999; LINK et al., 2000; NICKELE et al., 2009). Em plantios de eucalipto, por exemplo, as quenquês são capazes de causar até 30% de perdas quando seu nível de infestação chega a 200 formigueiros/ha (MENDES FILHO, 1981), enquanto que em áreas recém-plantadas de *Pinus taeda*, *Acromyrmex crassispinus* (Forel) pode causar de 50% a 100% de desfolha, incluindo o corte do meristema apical (NICKELE, 2008).

Dada à importância econômica das formigas cortadeiras, diferentes métodos de controle já foram desenvolvidos (BOARETTO & FORTI, 1997; JACCOUD, 2000). Apesar das extensas pesquisas realizadas no sentido de se buscar novas formas de controle, as formigas-cortadeiras têm sido controladas quase que exclusivamente por meio do uso de inseticidas convencionais, que podem provocar impactos negativos ao ambiente e ao homem (SOUZA-SILVA et al., 2005).

Todavia, o método químico tem sido a forma sistemática e tradicional de controle destas formigas. Sendo geralmente por meio do uso de inseticidas orgânicos sintéticos convencionais, que normalmente são aplicados na forma de iscas granuladas, pós secos e/ou termonebulização. O tipo de aplicação varia com o desenvolvimento da cultura e do nível de infestação (JACCOUD, 2000; LARANJEIRO & LOUZADA, 2000; SOUSA, 2008). Embora esse método seja considerado prático e eficiente, tem alto custo operacional e é inconveniente devido à falta de especificidade, contaminação do meio ambiente e toxicidade para o aplicador (BOARETTO & FORTI, 1997; JACCOUD, 2000; SOUZA-SILVA et al., 2005). Retratando a dimensão do problema, Boaretto & Forti (1997) mencionaram que o Brasil consome em torno de 12.000 t ano de iscas granuladas tóxicas, que é forma mais comumente utilizada para minimizar os efeitos negativos das formigas cortadeiras.

Ademais, algumas espécies de quenquéns têm o hábito de forragear a noite e não deixam trilha como as saúvas. Nessa situação seus ninhos são difíceis de localizar se não estão acompanhados por montículos de terra o que dificulta a aplicação de formicidas de forma localizada (SOUSA, 2008).

Dessa forma, seja por razões econômicas ou ambientais, tem crescido a demanda de tecnologias alternativas para o controle das formigas cortadeiras e que contribuam para uma agricultura sustentável. Como resposta, a pesquisa científica precisa continuar avançando no desenvolvimento de soluções tecnológicas alternativas ao controle químico das formigas cortadeiras (BOARETTO & FORTI, 1997; ARAÚJO et al., 2003).

O controle mecânico é uma das alternativas ao uso de inseticidas químicos. Uma das técnicas desse controle é o uso de barreiras físicas que impedem o acesso das formigas cortadeiras à parte aérea da planta, também conhecidas como dispositivos anti-formigas (JUSTI JÚNIOR et al., 1996; JACCOUD, 2000; SOUZA et al., 2001; ZANETTI et al., 2002; ARAÚJO et al., 2003).

Diferentes tipos e modelos de barreiras físicas, como tiras plásticas cobertas com vaselina ou graxa, cones invertidos de plástico firme e liso ou géis adesivos, já foram desenvolvidos e muitos foram patenteados (MAGRANI, 1992; JACCOUD, 2000; ZANETTI et al., 2002; DAMASCENO, 2005; 2011; GALLI et al., 2009; CAL, 2011; KRUPP, 2011; LIMA, 2011). Todavia, embora seja uma técnica antiga poucos estudos demonstram a eficiência dessas barreiras no controle das formigas cortadeiras (SOUZA et al., 2001; ARAÚJO et al., 2003; MORESSI et al., 2007).

Nesse sentido, a utilização de barreiras físicas no controle desses insetos-praga surge como uma alternativa simples que aumenta a facilidade na implantação e eficaz reduzindo os custos do produtor rural, os prejuízos causados ao ambiente e a ocorrência de intoxicações em trabalhadores.

No Brasil, no entanto, estudos visando ao controle de insetos-praga de essências florestais com barreiras físicas ainda são raros. Nesse sentido, faz-se necessária a realização de pesquisas que avaliem a eficiência dessas barreiras sobre esses importantes grupos de insetos-praga, objetivando seu controle e a redução no uso de agrotóxicos.

Neste contexto, o presente trabalho foi conduzido em condições de campo com o objetivo de avaliar a eficiência de barreiras físicas no controle de formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex*, bem como avaliar seu comportamento de forrageio dessas formigas frente à essas barreiras.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Formigas Cortadeiras, com Ênfase no Gênero *Acromyrmex*

As formigas, as quais podem apresentar os mais variados hábitos alimentares, estão dentro do reino Animal, na Classe Insecta do Filo Arthropoda. Nessa classe, As formigas cortadeiras pertencem à ordem Hymenoptera. As formigas constituem uma única família de insetos: Formicidae da ordem Hymenoptera, correspondendo a um grupo de animais mais abundantes e diversos existem na face da Terra, principalmente na região Neotropical, onde estão registradas ao redor de 3.100 espécies de formigas, distribuídas em várias subfamílias, sendo que só no Brasil já foram descritas 2.500 espécies (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990; DELLA LUCIA, 2003; 2003a; LEWINSOHN et al., 2005).

A maioria das espécies parece ser forrageiras oportunistas, alimentando-se de uma combinação de recursos alimentares, como exsudatos de plantas, sementes e animais vivos ou mortos (KASPARI, 2003). No entanto, as formigas cortadeiras são mais especializadas em seus hábitos alimentares, sendo caracterizadas como fungívoras, alimentando-se de fungos que são cultivados em geral sobre partes vegetais. Dessa forma, essas formigas cortam folhas e outras partes das plantas e as levam para o formigueiro para servirem de substrato no cultivo do fungo mutualista do qual se alimentam, daí advindo o nome vulgar de formigas “cortadeiras”. Elas pertencem à tribo Attini da subfamília Myrmicinae (WEBER, 1966; 1972; 1982; MUELLER et al., 1998; DELLA LUCIA, 2003; FERNANDEZ, 2003b; KASPARI, 2003).

As formigas cortadeiras pertencem aos gêneros *Acromyrmex* Mayr, 1865 e *Atta* Fabricius, 1804, e são conhecidas vulgarmente como quenquéns e saúvas, respectivamente (ZANETTI et al., 2002).

Devido ao seu hábito alimentar, as formigas cortadeiras atacam também com voracidade uma variedade de espécies vegetais de importância agrícola e florestal, causando danos caracterizados como desfolha parcial ou total da planta, que se reflete em perda de rendimentos econômico da exploração agrícola constituindo, portanto, numa das principais pragas de culturas agrícolas florestas plantadas e pastagens (AMANTE, 1967; VILELA, 1986; BOARETTO & FORTI, 1997; ZANETTI, 1998; DELLA LUCIA, 2003).

Apesar de atacar uma grande variedade de espécies, as formigas cortadeiras selecionam a espécie vegetal, cultivar e indivíduo que irão forragear (BRENER & PROTOMASTRO, 1992; DIEHL-FLEIG & SILVA, 1994). O comportamento de forrageamento seletivo dessas formigas está relacionado com uma série de fatores, como conteúdo de água, nutrientes e metabólitos secundários (atrativos ou repelentes), estes últimos limitantes da preferência trófica das formigas Attini (HOWARD, 1987; 1988; 1990; HUBBELL et al., 1984). Estas características das plantas não são apenas espécie-específicas ou cultivar específicas, mas apresentam variações sazonais e regionais de acordo com o estágio do desenvolvimento da planta (DIEHL-FLEIG & SILVA, 1994).

O gênero *Acromyrmex* é próprio das Américas e sua distribuição vai da Califórnia até a Patagônia na Argentina (latitude 51° S) exceto o Chile (WEBER, 1970; FOWLER, 1983; MAYHÉ-NUNES, 1991; FARJI-BRENER & RUGGIERO, 1994). Esse gênero grupa 66 espécies nominais, sendo que a maior diversidade de espécies é encontrada no Brasil, onde ocorrem 20 espécies e nove subespécies (MAYHÉ-NUNES, 1991; AUGUSTIN et al., 1999; DELLA LUCIA et al., 1993; ZANETTI et al., 2002; FERNANDEZ, 2003a).

Os trabalhos com espécies de *Acromyrmex* são escassos em comparação com os do gênero *Atta*. Segundo Gonçalves (1961), Weber (1966) e Pacheco & Berti Filho (1987) as quenquéns são formigas cortadeiras em importância econômica, porém, as mesmas vêm ocupando cada vez mais lugar de destaque em determinados cultivos, principalmente em áreas

de reflorestamentos, visto que por vezes sua abundância supera as das saúvas, podendo causar danos significativos (DELLA LUCIA & ANTUNES, 1999; NICKELE et al., 2009).

Na cultura do eucalipto, as quenquéns são capazes de causar até 30% de perdas, quando sua densidade chega a 200 formigueiros/ha (MENDES FILHO, 1981). Link et al. (2001) verificaram que, nos plantio de *Pinus* com cerca de três meses de idade, o dano médio causado por *Acromyrmex crassispinus* (Forel) foi de oito mudas por intervalo de três dias de inspeção em áreas onde foi realizado um controle pré-plantio em Vargem Bonita, SC. Na Argentina, Cantarelli (2005) verificou que *Acromyrmex heyeri* Forel e *Acromyrmex lobicornis* Emery atacaram 20,8% do total de mudas recém-plantadas de *Pinus taeda* L. após 65 dias do plantio, embora houve redução na taxa de herbivoria com o passar do tempo. Em áreas recém-plantadas de *P. taeda*, Nickele (2008) observou que *Acromyrmex crassispinus* (Forel) pode causar de 50% a 100% de desfolha, incluindo o corte do meristema apical em Três Barras, SC.

De acordo de Boaretto & Forti (1997), em florestas implantadas de *Pinus* e de *Eucalyptus*, as formigas cortadeiras, principalmente as espécies *Atta laevigata* (F. Smith), *Atta sexdens rubropilosa* Forel, *Acromyrmex disciger* (Mayr), *Acromyrmex niger* (F. Smith) e *A. crassispinus*, destacam-se como as principais pragas, especialmente nas fases de pré-corte (áreas de reforma ou condução da floresta) e imediatamente após o plantio ou no início da condução de brotação.

Segundo Loeck et al. (2001), os prejuízos causados pelas formigas cortadeiras estão correlacionados ao tamanho do formigueiro. Ninhos grandes que demandam um correspondente volume de folhas necessário para o desenvolvimento do fungo. A grande maioria dos fungos cultivados pelas formigas da tribo Attini pertencem a dois gêneros: *Leucocoprinus* Pat. e *Leucoagaricus* Locq. ex Singer da tribo Leucocoprini (Basidiomycotina: Agaricales: Lepiotaceae) (MUELLER et al., 1998; GODOY, 2003). Pagnocca et al. (2001) descreveram a ocorrência natural da fase sexuada do fungo simbiote em um ninho de *Acromyrmex hispidus fallax* Santschi, comprovando por meio de técnicas moleculares Random Amplification of Polymorphic DNA (RAPD), tratar-se do *Leucoagaricus gongylophorus* (Singer) Möller.

A associação mutualística entre as formigas cortadeiras e o fungo simbiote é muito forte. Nessa interação, as operárias usam vegetais frescos para desenvolver o fungo para sua própria alimentação (LITTLEDYKE & CHERRET, 1976), pois o fungo é a única fonte de alimento para as larvas (WEBER, 1966), e fornece cerca de 9% da energia necessária às operárias (FERNANDES et al., 2002).

Uma avaliação mais detalhada revela que elas selecionam as espécies, cultivares e indivíduos nos quais irão forragear (DIEHL-FLEIG & SILVA, 1994).

Em alguns locais as formigas são utilizadas como agentes de controle biológico de pragas, mas esses organismos podem também ser vistos como pragas e sua presença indesejável para o homem (QUEIROZ et al., 2006).

A erradicação definitiva da formiga cortadeira não é possível e nem desejável, pois a cada ano há revoadas ocasionando reinfestações. Além disso, sendo insetos sociais de polimórficos e pela complexa interação tritífica, planta x formiga x fungo simbiote as metodologias de intervenção devem ter caráter sistêmico para que seu efeito resulte na redução da atividade de forrageamento, sem afetar o ambiente (GIESEL, 2007).

## 2.2 Controle de Formigas Cortadeiras

Os insetos parasitóides, os microrganismos patogênicos como os fungos, e os predadores desde vertebrados (tamanduás, lagartos, sapos e pássaros, por exemplo) a invertebrados (como insetos a exemplo da formiga-leão) são os reguladores naturais das



populações de formigas cortadeiras (WILKEN & BERTI FILHO, 1994; KASPARI, 2003). Todavia, apesar do número de pesquisas para o uso aplicado desses agentes de mortalidade biótica esteja aumentando particularmente de parasitóides e entomopatógenos o uso prático do controle biológico das formigas cortadeiras ainda não é uma realidade.

De acordo com Boaretto & Forti (1997) os levantamentos e a identificação de espécies de parasitóides associados às formigas cortadeiras são raros bem como estudos sobre os reais efeitos dos mesmos sobre as populações de formigas. Atualmente, as pesquisas com parasitóide têm se voltado para descoberta do potencial das moscas Phoridae (Diptera) como agentes de controle biológico de formigas cortadeiras. Forídeos dos gêneros *Apocephalus* Coquillett, 1901, *Neodohrniphora* Malloch, 1914 e *Myrmosicarius* Borgmeier, 1928 têm sido registrados como parasitóides de formigas cortadeiras, tanto de saúvas como quenquéns (SILVA et al., 1968; KASPARI, 2003; WILKEN & BERTI FILHO, 1994).

Dentre os agentes microbianos que naturalmente controlam o tamanho das populações de *Acromyrmex* e que poderiam ser empregados em programas de controle microbiológico estão os fungos entomopatogênicos, particularmente *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (DIEHL-FLEIG & SILVA, 1994; WILKEN & BERTI FILHO, 1994). As formigas cortadeiras também sofrem parasitismo natural por nematóides entomopatogênicos, como *Steinernema carpocapsae* (Weiser) (anteriormente denominado *Neoaplectana carpocapsae* Weiser) que é uma parasita natural de *Acromyrmex octospinosus* (Reich) e cujo potencial como agentes de controle biológico dessas formigas também tem sido investigado (WILKEN & BERTI FILHO, 1994). No entanto, o controle biológico microbiano de formigas cortadeiras tem sido questionado devido ao fato destes insetos sociais reconhecerem os agentes patogênicos e emitirem reações comportamentais de defesa (KERMARREC et al., 1986; BOARETTO & FORTI, 1997).

O potencial de plantas com propriedades inseticidas também tem sido pesquisado no controle de formigas cortadeiras com destaque para o gergelim (*Sesamum indicum*) que tem sido indicado como planta com propriedades formicidas e trabalhos mais recentes têm tentado comprovar cientificamente os efeitos tóxicos desta planta (BOARETTO & FORTI, 1997). A ação fungistática do gergelim já foi comprovada sobre *Leucoagaricus gongylophorus* (RIBEIRO et al., 1998), o qual é um fungo simbiote de *Acromyrmex hispidus fallax* (PAGNOCCA et al., 2001).

O uso de sementes de gergelim em porta-isca no controle biológico de formigueiros de *Acromyrmex*, localizados em áreas degradadas em diferentes estágios de recuperação mostrou-ser viável a longo prazo (CORRÊA et al., 1996). Souza et al. (1997), ao avaliar o uso de sementes de gergelim no controle de formigueiros de *Acromyrmex*, observaram que 40g sementes/formigueiro foi capaz de causar 100% de mortalidade após 45 dias da aplicação. Link & Link (2001) observaram que o gergelim causou perturbação nas atividades de forrageamento de *Acromyrmex crassispinus* Forel, *Acromyrmex heyeri* Forel e *Acromyrmex striatus* (Roger), mas após algum tempo as formigas retornaram às atividades. Segundo Della Lucia & Vilela (1993), o uso do gergelim como cultura armadilha não tem sido promissora.

Na prática, o uso de inseticidas orgânicos sintéticos convencionais é o meio quase exclusivo de controle de formigas cortadeiras e considerado o método mais eficiente para controlar grandes populações desses insetos. Esses produtos químicos dependendo do estágio de desenvolvimento da cultura e da densidade são normalmente aplicados na forma de iscas granuladas, pós secos e/ou termonebulização (JACCOUD, 2000; LARANJEIRO & LOUZADA, 2000; SOUSA, 2008).

No Brasil, iscas granuladas à base de sulfluramida apresentaram excelentes resultados pela alta eficiência no controle de *Acromyrmex octospinosus* (Reich) (CRUZ et al., 2000) e (ZANUNCIO et al., 1996) *Acromyrmex subterraneus molestans* Santschi, com eficiência de 100% após 30 dias da aplicação. No entanto, isca granulada com sulfluramida (0,3%) apenas

69,2%, em termos de colônias mortas, para *A. subterraneus molestans* com a isca aplicada a granel (5 g a cada 6 m<sup>2</sup>) e 62,5% com microporta-iscas (10 g a cada 12 m<sup>2</sup>), após 30 dias após a aplicação da isca (ZANETTI et al., 2003).

Link et al. (2000) avaliaram várias formulações de formicidas em pós e concluíram que produtos contendo fentiona, imidacloprido, clorpirifós, acefato, diazinom e deltametrina como princípio ativo foram eficientes no controle da formiga-preta-pastadeira, *A. crassispinus*. Todavia, embora prático e eficiente, o uso de inseticidas convencionais pode envolver altos custos operacionais e têm demonstrado inconveniências devido à falta de especificidade, contaminação do meio ambiente e toxicidade para o aplicador (BOARETTO & FORTI, 1997; JACCOUD, 2000; LOUREIRO & MONTEIRO, 2004; SOUZA-SILVA et al., 2005).

Outro método possível de ser empregado na prática no controle de dano de formigas cortadeiras é o mecânico, no entanto, mesmo fazendo parte do conhecimento tradicional, é um método pouco utilizado (MORESSI et al., 2007). O controle de dano mecânico das formigas cortadeiras pode ser obtido pela destruição de ninhos ou pelo uso de barreiras físicas que impeçam o acesso das formigas às plantas, principalmente as suas folhas (ZANETTI et al. 2002).

A destruição dos ninhos por meio de escavações usando enxada, enxada e uma cavadeira do tipo “boca de lobo”. É uma prática pouco utilizada no controle das formigas cortadeiras, mas é considerado um método eficiente para controle de *Acromyrmex* porque seus ninhos são poucos profundos localizando-se com mais facilidade a rainha principalmente quando comprado com os das saúvas visto que para que o método seja eficiente deve-se escavar até que se encontre a rainha para exterminá-la. A dificuldade da técnica está na localização de todas as colônias pequenas em cada passada, pois isso é uma alternativa viável em áreas pequenas (JUSTI JUNIOR et al., 1996; JACCOUD, 2000; ZANETTI et al. 2002).

As operações de revolvimento, por meio de gradagem e aração no preparo do solo para plantio são eficientes no controle de formigas cortadeiras quando feitas nos primeiros meses após a época das revoadas. O revolvimento do solo a morte direta dos indivíduos os expõe a ação de inimigos naturais, como os pássaros. Mais do que 50% de eficiência de controle de quenquéns pode ser alcançada em áreas de implantação de pastagens infestadas (BOARETTO & FORTI, 1997; JACCOUD, 2000).

As barreiras físicas são artefatos que visam proteger as plantas contra a ação das formigas cortadeiras, impedindo o acesso das operárias forrageadoras da parte aérea planta (JACCOUD, 2000; ZANETTI et al., 2002; ARAÚJO et al., 2003).

Os objetos usados como barreiras físicas contra as formigas podem ser tiras plásticas cobertas com vaselina ou graxa, cones invertidos de plástico firme e liso conhecido como “saia” ou géis adesivos. Muitos tipos foram patenteados (MAGRANI, 1992; JACCOUD, 2000; ZANETTI et al., 2002; DAMASCENO, 2005; 2011; GALLI et al., 2009; CAL, 2011; KRUPP, 2011; LIMA, 2011).

Garrafas de plástico semi-rígidas de refrigerante de 2 litros podem ser recicladas na construção de dispositivos anti-formiga, formando um cilindro de 15 a 20 cm de altura. A eficiência desse dispositivo artesanal é menor que os dispositivos comerciais, pois o acúmulo de detritos na superfície da garrafa permite que algumas formigas caiam dentro da proteção, da qual escapam com frequência por pequenos buracos cavados por debaixo da garrafa e por onde pode ser iniciado o ataque às plantas (JACCOUD, 2000).

Magrani (1992) confeccionou um protetor regulável contra formiga, utilizando plástico como matéria prima. Mattei & Rosentha (2002) utilizaram copos de plástico e copos de papel sem fundo e laminado de madeira em seu trabalho de semeadura direta com o objetivo de proteger as sementes contra adversidades ambientais e biológicas. Os autores

observaram que após a emergência as plântulas são muito pequenas e facilmente eliminadas pelas formigas antes de tomar medidas de controle.

Coroa de palha seca, cone plástico e cilindro de garrafa pet foram utilizados por Moressi et al. (2007) contra as formigas cortadeiras em mudas de espécies nativas e observaram que barreiras físicas possibilitam a redução do uso de químicos fitossanitários sem eliminar as saúvas.

Galli et al. (2009) utilizaram barreiras confeccionadas com material Tetrapak<sup>®</sup> e grampeadas ao redor do porta-enxerto para o controle de formigas para a proteção física de troncos de árvores, associadas com isca granulada natural Macex<sup>®</sup> (composta de extratos naturais de plantas da flora nativa brasileira e polpa de maçã e cítrica, ácidos palmítico, esteárico, oleico, linoleico e cafeína).

Maciel (2009), para proteger as mudas da herbivoria por formigas cortadeiras, utilizou garrafas PET cortadas ao meio com uma fenda longitudinal como barreira física, assim como o espalhamento do lixo de formigueiro ao redor das mudas e o plantio de gergelim nas coroas das covas, porém essa combinação de métodos de controle das formigas foi parcialmente eficiente.

Afrânio Augusto Guimarães é o inventor do “Plantetor”, um protetor contra as formigas cortadeiras (Figura 1), que é um artifício de plástico de isolamento que bloqueia definitivamente o acesso dos insetos-pragas às mudas florestais, frutíferas e ornamentais. Ele tem o formato de um triedro de 20 cm de altura por 15 cm de largura e que é instalado circulando, sem frestas, a base da planta e tem uma aba inclinada munida internamente de uma camada de graxa intransponível. Instalado com muita simplicidade e rapidez, o antipredador de encaixe se adapta perfeitamente em plantas menores e até arvoredos de copas maiores. O protetor plástico resiste à insolação, perfuração e compressão (MINHOBOX, 2011). Essa invenção está disponível para venda no portal da Minhobox: <http://www.minhobox.com.br/loja/produtos/loja-plantetor.php>



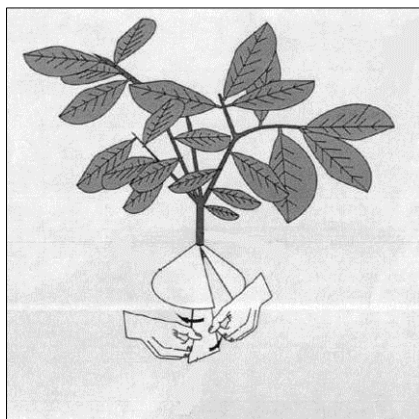
**Figura 1.** Plantetor: (A) instalação; (B) já instalado circundando um muda florestal (MINHOBOX, 2011).

Cal (2011) colocou sob patente um modelo de barreira física com aba anti-formiga, correspondendo um cilindro e aba protetora com elemento de fixação por pressão em seu lado interior, o referido elemento constituído por dentes dispostos a intervalos de 7,5° na circunferência interna da aba protetora, que compreende ainda uma aba inclinada disposta na circunferência externa da aba protetora. A aba inclinada possui uma inclinação de cerca de 130° em relação a lateral do cilindro.

Damasceno (2011) patenteou um protetor de plantas contra a ação da formiga saúva. O modelo patentado consistiu em uma pequena caixa plástica que é colocada no tronco da planta protegendo-a, desta forma, da ação devastadora desses insetos.

O modelo de protetor patentado por Krupp (2011) foi chamado de cinta cônica para ser colocado em árvores e arbustos, para a proteção contra o ataque de formigas-cortadeiras, outros insetos e demais pragas. O protetor é uma peça cônica, envolvente, dotado de sistema simples de fivela com estágios de engate e regulagem ou sistema de orifícios com pinos para ajuste, com duas abas internas, delimitando uma região de contenção da graxa aplicada e outra região próxima ao tronco da árvore que fica livre de graxa.

Lima (2011) inventou um modelo de barreira física que foi patentado como dispositivo protetor de troncos de plantas em geral (Figura 2), cuja conformação é de um chapéu chinês inicialmente seccionado para permitir vários ajustes de diâmetros do tronco da planta, e de cuja porção mais central deriva uma proteção vertical triangular, a qual se destina a envolver o caule para impedir a ação de roedores, pequenos mamíferos e ação química; ao passo que o chapéu chinês impede que formigas subam pelo caule em direção às folhas da planta.



**Figura 2.** Dispositivo protetor de troncos de plantas cujo formato é de um chapéu chinês (LIMA, 2011).

Há estudos da aplicação de gel à base de poliisobutileno como barreira física contra formigas cortadeiras para a proteção de plantas jovens, mas segundo SOUZA et al. (2001) há restrições ao uso deste tipo de produto, pois pode ocorrer a formação de caminhos alternativos.

A aplicação de barreiras físicas contra as formigas é uma técnica muito antiga; todavia, poucos estudos demonstram eficiência no controle das formigas cortadeiras (SOUZA et al., 2001; ARAÚJO et al., 2003; MORESSI et al., 2007).

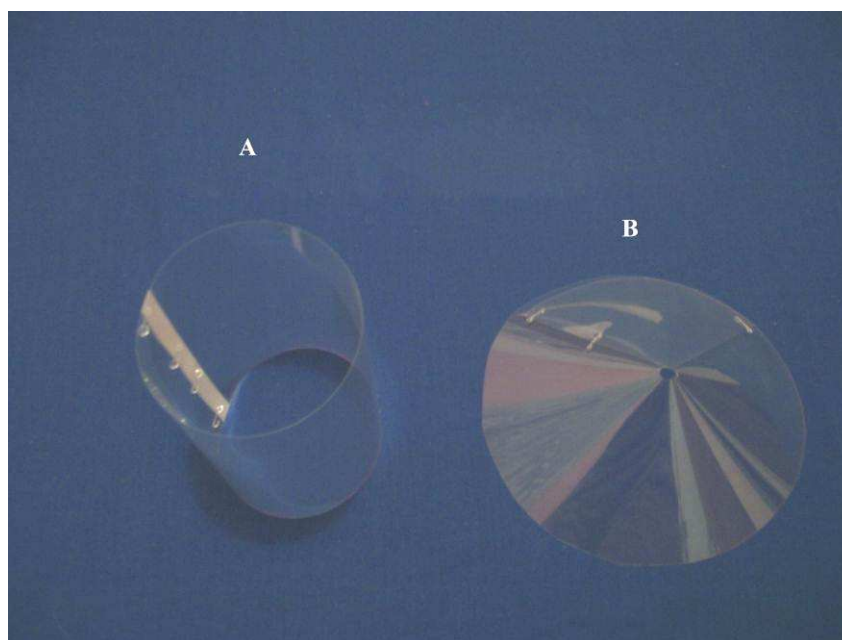
### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no período de fevereiro a março de 2011, em quintal residencial naturalmente infestado por formigas cortadeiras e localizado no município de Petrópolis (22° 33' 45"S de latitude e 43° 11' 15"W de longitude e 838 m de altitude), na região Serrana do estado do Rio de Janeiro. O clima é caracterizado como tropical de altitude, com verões úmidos e invernos secos, com temperaturas geralmente amenas (média anual de aproximadamente 19°C, com temperatura média de 23°C no mês mais quente e de 15°C no mês mais frio). O índice pluviométrico é de aproximadamente 2.400 mm anuais.

#### 3.1 Barreiras Físicas contra Formigas Cortadeiras Avaliadas

Dois tipos de barreiras físicas contra formigas cortadeiras foram avaliados, sendo um confeccionado artesanalmente e outro comercial disponível no mercado:

a) **Barreiras Físicas Artesanais:** Foram confeccionadas com lâminas de acetato (transparências de impressora jato de tinta de tamanho A4), sendo elaborados dois modelos: um cilíndrico (Figura 3A) e outro cônico (Figura 3B).



**Figura 3.** Barreiras físicas artesanais: cilíndrica (A) e cônica (B) avaliadas.

O modelo cilindro foi confeccionado com 15 cm de altura e 10 cm de diâmetro basal, apresentando as bordas retas e com fundo vazado.

O modelo cônico foi elaborado em três tamanhos: 10,8; 21,6 e 40 cm de diâmetro. O diâmetro de 21,6 cm foi escolhido por ser o maior possível que se pode fazer na transparência disponível no mercado. Dessa forma, a barreira de 40 cm de diâmetro foi feita com duas transparências. Um corte foi feito na lâmina de acetato já cortada em forma de círculo, com o auxílio de uma tesoura, no sentido do raio da circunferência. No centro do círculo, foi feito um corte circular, com cerca de 1 cm de diâmetro, visando facilitar a colocação dos mesmos nos ramos ou caules das espécies vegetais estudadas.

As transparências cortadas em círculo nos tamanhos supracitados foram colocadas nos ramos ou caules, envolvendo-os e ajustando conforme a espessura dos mesmos. Uma vez colocados nos ramo ou caules, as laterais dos círculos foram presos com grampos

galvanizados 26/6, e obtendo, no final, o formato de cone com 5,4; 10,8 e 20 cm de geratriz (cone pequeno, cone grande e cone gigante, respectivamente).

b) **Barreira Comercial Cilíndrica:** Marca Verdeal<sup>®</sup>, confeccionada de plástico, na cor preta e no formato cilíndrico, com 15 cm de altura e aproximadamente 15 cm de diâmetro com a borda superior encurvada para baixo na direção externa do cilindro e com fundo vazado (Figura 4).

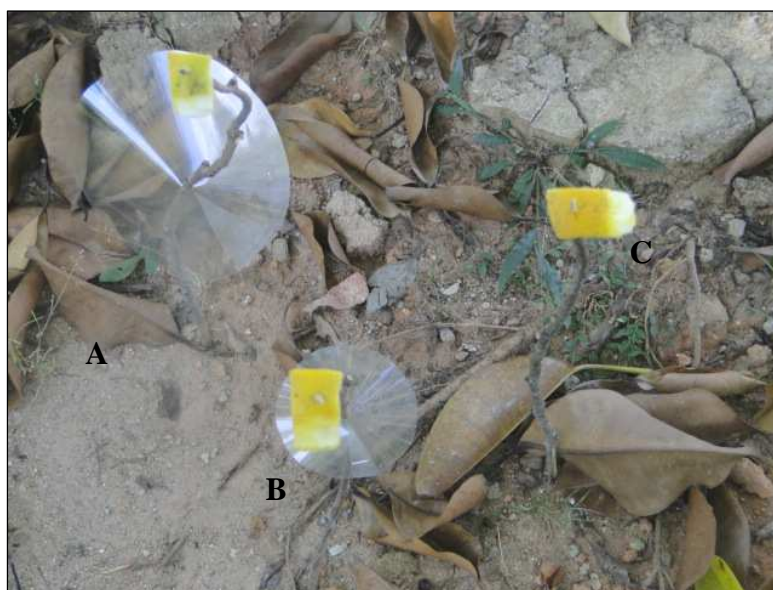


**Figura 4.** Barreira comercial cilíndrica anti-formigas avaliada: A) Vista da barreira aberta; B) Vista do encaixe das duas bandas; C) Vista das duas metades da barreira comercial encaixadas; e D) Vista superior da barreira física comercial montada para uso.

### 3.2 Experimentos de Avaliação das Barreiras Físicas Contra Formigas Cortadeiras

#### 3.2.1 Barreiras Físicas em Ramos de Eucalipto

O experimento consistiu de três tratamentos: 1) pedaço de casca de laranja em ramo de eucalipto protegido com barreira artesanal cônica de 5,4 cm de geratriz (cone pequeno), 2) pedaço de casca de laranja em ramo de eucalipto protegido com barreira artesanal cônica de 10,8 cm de geratriz (cone grande), 3) pedaço de casca de laranja em ramo de eucalipto sem barreira física (controle), com dez repetições/tratamento. Para uniformizar a distribuição dos tratamentos na área e permitir a livre escolha dos mesmos pelas formigas cortadeiras, uma repetição de cada tratamento foi agrupada em bloco (Figura 5).



**Figura 5.** Bloco experimental: ramos de eucalipto com isca atrativa (pedaço de casca de laranja) na extremidade dos mesmos (A: tratamento com cone grande; B: tratamento com cone pequeno) e ramo de eucalipto sem isca atrativa (C: tratamento controle, sem cone).

Os pedaços de casca de laranja doce (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck, variedade Pera) apresentavam uma área de  $6,0 \text{ cm}^2$  ( $2,0 \times 3,0 \text{ cm}$ ) e foram colocados na extremidade superior de um ramo de eucalipto, constituindo assim a parcela experimental. A casca de laranja foi usada como isca atrativa, devido exercer grande atratividade às formigas cortadeiras e, por isso, faz parte da composição das iscas tóxicas granuladas usadas no controle dessas pragas (BOARETTO & FORTI, 1997; VERZA et al., 2006).

A casca da laranja era constituída pelo flavedo (parte amarela) e albedo (parte branca), o qual se constitui na parte mais atrativa às formigas cortadeiras, tanto as do gênero *Atta* como as do gênero *Acromyrmex* (CHERRETT & SEAFORTH, 1970; VERZA et al., 2006), e é facilmente cortado pelas operárias forrageadoras, permitindo assim melhor observação dos cortes efetuados pelas mesmas. O flavedo foi mantido para proporcionar melhor fixação das iscas nos ramos de eucalipto, os quais apresentavam 70 cm de comprimento e foram fixados no solo em posição vertical. As barreiras físicas foram colocadas a cerca de 30 cm do solo com o vértice voltado para cima e presas com grampos para papel e fita adesiva para reforçar a fixação das mesmas nos ramos.

O experimento foi conduzido no período de 14 de fevereiro a 29 de março de 2011 (42 dias), quando se procedeu às observações diárias das iscas para verificar a visitação de formigas cortadeiras e a suas possíveis tentativas de ataque às iscas. Essas observações foram realizadas em dois períodos (14 a 24/02/2011 e 24/02 a 29/03/2011), que findaram quando as iscas do tratamento controle tiveram 100% sua área removida pelas formigas cortadeiras. Findo o primeiro período, os cones foram retirados e novamente colocados numa nova casualização. No experimento, um total de 15 ramos de eucalipto foi usado, sendo cinco ramos de eucalipto por tratamento, correspondendo às parcelas 1 a 5 no primeiro período de observação e às parcelas 6 a 10, no segundo período de observação. Como foram dois períodos de observação, houve, portanto, um total 10 repetições por tratamento, o que resultou num total de 30 observações.

A porcentagem de área removida das iscas pelas formigas cortadeiras foi determinada diariamente a partir do segundo dia após a instalação do experimento. A área das iscas foi imaginariamente dividida em quatro quadrantes para a determinação da porcentagem da área

cortada, sendo assim 1/4, 2/4, 3/4 e 4/4 de isca cortada representaram o equivalente a 25%, 50%, 75% e 100% de área removida pelas formigas, respectivamente. Quando as iscas apresentavam mofo, eram trocadas, tomando o cuidado de substituir isca do mesmo tamanho, ou seja, por exemplo, uma isca mofada com 50% de corte era trocada por uma isca nova com o tamanho dos 50% da isca não cortadas.

Para avaliar a significância da diferença entre os tratamentos, as frequências observadas de iscas atacadas e não-atacadas pelas formigas cortadeiras nas dez repetições de cada tratamento foram analisadas pela Prova Exata de Fisher, um teste estatístico não-paramétrico por ser particularmente adequado para análise de dados discretos de duas amostras independentes de tamanho pequeno (com 30 dados ou menos) e com dados zerados, caso em que o teste do Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) não é recomendado (SIEGEL, 1975; CONTI, 2011).

Esse teste determina se dois grupos independentes (isto é, no presente estudo, comparou-se o cone pequeno com o controle; o cone grande com o controle e, depois, os dois cones entre si) diferem significativamente ou não na proporção em que eles se enquadram em duas classificações (isto é, no presente estudo, iscas atacadas e não-atacadas) por meio da determinação da probabilidade da ocorrência dos valores observados. Portanto, testa-se a hipótese de nulidade ( $H_0$ ) de que os dois grupos independentes acusam proporções iguais nas duas classificações.

A probabilidade da ocorrência de um conjunto observado de valores é calculada a partir das frequências observadas desses valores e que são representadas em uma tabela de contingência 2 x 2 (SIEGEL, 1975; CONTI, 2011), conforme descrito abaixo:

Tabela de contingência 2 x 2

	Classificação 1	Classificação 2	Totais marginais
Grupo I	A	B	G
Grupo II	C	D	H
Totais marginais	E	F	I

Onde:

A, B, C e D = Frequências observadas;

E, F, G e H = Totais marginais (A+C, B+D, A+B e C+D, respectivamente);

I = Número total de casos independentes observados.

A probabilidade da ocorrência (P) de um conjunto observado de valores em uma tabela de contingência 2 x 2 refere-se a razão do produto dos fatoriais dos quatro totais marginais pelo fatorial do total de observações independentes e dos fatoriais das frequências observadas dispostas nas células da tabela. Quando houver célula da tabela com valor zero (0), a probabilidade é calculada conforme equação abaixo (SIEGEL, 1975):

$$P = (G!H!E!F!) / (I!A!B!C!D!)$$

Se não houver célula com o valor zero, deve-se calcular a probabilidade identicamente ao escrito acima, depois construir outra tabela 2 x 2, subtraindo-se uma unidade dos valores da diagonal que contiver o menor número de casos e adicionando essa unidade aos valores das células da outra diagonal. Calcular novamente a probabilidade e esse processo continuará até que se atinja o valor zero. Por fim, somar todas as probabilidades calculadas (CONTI, 2011).

Foi usado o nível de 5% ( $\alpha = 0,05$ ) para determinar a significância da diferença entre dois grupos independentes (isto é, no presente estudo, cone pequeno com o controle, cone grande com o controle e os dois cones entre si).  $H_0$  foi rejeitada quando os valores observados



foram de magnitude tal que a probabilidade associada a sua ocorrência, sob  $H_0$ , não foi superior a  $\alpha = 0,05$ .

### 3.2.2 Barreiras Físicas em Raiz de Araceae

Em 22 de fevereiro de 2011, uma barreira artesanal cônica de 10,8 cm de geratriz (cone grande) foi instalada, com vértice voltado para cima, na parte superior de uma raiz de arácea epífita que apresentava um fluxo naturalmente intenso de formigas cortadeiras nos dois sentidos, ou seja, subindo e descendo pela raiz. Observou-se o comportamento das formigas frente à presença da barreira por um período de uma hora, quando então se removeu a barreira.

Dois dias após o teste, com a intenção de testar a hipótese de que isto poderia influenciar o comportamento diferencial das formigas cortadeiras, descendo ou subindo, uma barreira física do mesmo tipo foi novamente instalada numa raiz da mesma arácea, numa posição contrária à primeira, ou seja, com o vértice voltado para baixo. Observou-se o comportamento das formigas frente à presença da barreira por um período de trinta minutos. Findo esse período de observação, a barreira foi virada com o vértice para cima por alguns minutos e, em seguida, retirada.

Neste mesmo dia, após a observação com o cone grande, este foi substituído por uma barreira artesanal cônica de 5,4 cm de geratriz (cone pequeno) com o vértice voltado para cima. O comportamento das formigas frente à presença da barreira foi observado por um período de uma hora, quando então se removeu a barreira.

No dia seguinte (25/02/2011), foi realizada uma abordagem diferente do que foi feito nos dias anteriores. Inicialmente, um cone com 10,8 cm (cone grande) e um cone com 5,4 cm (cone pequeno) foram instalados na mesma raiz, ficando o cone grande acima do pequeno para bloquear a descida das formigas e assim observar apenas o efeito do cone pequeno nas formigas que estavam subindo. Observou-se o comportamento das formigas por 10 minutos e, em seguida, foi colocado um segundo cone grande abaixo do cone pequeno. Todos os cones foram instalados com o vértice voltado para cima e com distância de aproximadamente 40 cm um do outro. Desta forma, foi possível observar o efeito do cone grande nas formigas subindo a raiz sem a influência das que desciam. O comportamento das formigas frente à presença do segundo cone grande foi observado por um período de três horas, quando então se removeu a barreira. Esse experimento foi feito a 200 m de distância do primeiro experimento.

### 3.2.3 Barreiras Físicas em Couve

Em primeiro de março de 2011, foi plantadas duas mudas de couve (*Brassica oleracea* var. *acephala* DC., Brassicaceae) diretamente no solo e iniciou-se a observação do comportamento de formigas cortadeiras presentes na área nessa ocasião. Uma das mudas foi previamente protegida com uma barreira artesanal cônica de 10,8 cm de geratriz (cone grande) e a outra não foi protegida da ação das formigas (sem cone). O comportamento das formigas foi observado por um período de 1 hora, quando o cone foi retirado e substituído pela barreira comercial cilíndrica anti-formigas, permanecendo por dois dias consecutivos. Findo esse período, essa barreira foi substituída pela barreira artesanal cilíndrica, que também permaneceu por dois dias consecutivos. Durante os quatro dias, fez-se observações visuais diárias de 10 minutos do comportamento das formigas frente à presença da muda com e sem proteção com barreiras físicas.

### 3.2.4 Barreiras Físicas em Roseira

Em primeiro de março de 2011, foi instalado um experimento usando uma roseira (*Rosa* sp., Rosaceae) protegida com uma barreira comercial cilíndrica anti-formiga fixada ao solo e que não estava sofrendo infestação por formigas cortadeiras presentes na área de estudo. Essa barreira foi removida da roseira e, no dia seguinte, foi substituída por uma barreira artesanal cônica de 10,8 cm de geratriz (cone grande).

A partir daí, adotou-se o mesmo procedimento da muda de couve protegida, ou seja, o comportamento das formigas foi observado por um período de 1 hora, quando então o cone grande foi retirado e substituído pela barreira comercial cilíndrica anti-formiga, que permaneceu por dois dias consecutivos. Findo esse período, essa barreira foi substituída pela barreira artesanal cilíndrica, que também permaneceu por dois dias consecutivos. Durante os quatro dias de duração do experimento, diariamente foram feitas observações visuais e por filmagem por um período de 10 minutos do comportamento das formigas.

Nove dias após o término das primeiras observações, instalou-se nos ramos bifurcados do caule da roseira uma barreira artesanal cônica de 20 cm de geratriz (cone gigante), sendo uma barreira por ramo e instalada a 50 cm de altura a partir da superfície do solo.

### 3.2.5 Barreiras Físicas em Caramboleira

Esse experimento foi instalado usando uma caramboleira (*Averrhoa carambola* L., Oxalidaceae) com aproximadamente 1,50 m de altura que não vinha sofrendo infestação por formigas cortadeiras havia cerca de um ano, pelo uso de barreira artesanal cônica de 10,8 cm de geratriz (cone grande). Em março de 2011, essa barreira foi removida da caramboleira para permitir o ataque das formigas presentes na área de estudo.

Quando começou a ser infestada, as formigas foram retiradas das folhas da caramboleira e, em seguida, foi instalada uma barreira do mesmo tipo a que estava sendo anteriormente usada, isto é, um cone grande. Após dois dias de ataque foi instalada na carambola uma barreira comercial cilíndrica, que permaneceu por três semanas consecutivas. Findo esse período, essa barreira foi substituída pelo cone grande.

### 3.2.6 Barreiras Físicas em Citros

Em março de 2011, foi instalado um experimento com sete mudas de laranja doce (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck, variedade Bahia, Família Rutaceae), as quais foram dispostas na área de estudo. Duas mudas foram previamente protegidas contra formigas cortadeiras com barreira física artesanal cônica: uma delas com uma barreira de 10,8 cm de geratriz (cone grande) e a outra com uma barreira de 5,4 cm de geratriz (cone pequeno), portanto, ambas as mudas sem infestação prévia por formigas. As demais mudas ficaram sem barreira física para permitir a infestação por formigas cortadeiras. Assim que as folhas das mudas sem proteção foram infestadas, as formigas foram retiradas dessas mudas para, em seguida, instalar barreiras físicas. Quatro mudas que sofreram infestação por formigas cortadeiras foram protegidas com barreiras artesanais cônicas, sendo um cone pequeno colocado em uma dessas mudas e um cone grande nas três outras mudas. Uma muda de citros ficou sem proteção (isto é, sem barreira). Observou-se o comportamento das formigas na presença das barreiras físicas por um período de trinta minutos. Todas as mudas de citros estavam a cerca de 2 a 3 m da raiz da arácea, na qual se fez as observações do segundo experimento.

### **3.3 Identificação das Espécies de Formigas**

Espécimes das formigas cortadeiras que forragearam as iscas atrativas e as espécies vegetais avaliadas foram coletadas, sendo armazenadas em frascos de vidro com álcool 70% e enviado ao Departamento de Biologia Animal do Instituto de Biologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) para identificação específica por especialista do grupo.

## 4 RESULTADO E DISCUSSÃO

### 4.1. Espécies de Formigas Cortadeiras Forrageadoras

Duas espécies de quenquém foram coletadas na área de estudo e identificadas como *Acromyrmex niger* (F. Smith, 1858) e *Acromyrmex disciger* (Mayr, 1887).

*A. disciger* é conhecida vulgarmente como quenquém-mirim e já está registrada para o estado do Rio de Janeiro, além de Santa Catarina e São Paulo. É considerada uma praga em potencial, pois corta uma variedade de plantas cultivadas, como hortaliças, entre elas, mandioca e couve, diversas árvores frutíferas (laranjeira, pessegueiro, videira, por exemplo) e roseira (GONÇALVES, 1961; SILVA et al., 1968; PIKART et al., 2010).

*A. niger* já foi registrada no estado do Rio de Janeiro, além de Santa Catarina, São Paulo, Ceará, Espírito Santo, Paraná e Minas Gerais. É vulgarmente conhecida pelos nomes de formiga-mineira-de-duas-cores, formiga-mineira-de-petrópolis, quenquém mineira-de-petrópolis, quenquém e quenquém-mineira-de-duas-cores (SILVA et al., 1968). Essa espécie corta folhas de hortaliças (couve e repolho), diversas árvores frutíferas (laranjeira, macieira, pereira e pessegueiro) (SILVA et al., 1968) e essências florestais (ANJOS et al., 2008), como eucalipto (PACHECO & BERTI FILHO, 1987) e pinheiro do Paraná (CARVALHO, 1950).

### 4.2 Avaliação das Barreiras Físicas em Ramos de Eucalipto

Nos três dias após a instalação do experimento (15, 16 e 17/02/2011), não foram observados nenhum corte nas iscas dos três tratamentos ou presença de formigas cortadeiras. Todavia, no quarto dia, quatro parcelas do tratamento controle (sem barreira física) e duas parcelas do tratamento com cone pequeno (barreira artesanal cônica de 5,4 cm de geratriz) estavam com as iscas cortadas por formigas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Área removida das iscas atrativas por *Acromyrmex* spp. nas parcelas forrageadas do tratamento controle e do tratamento com cone pequeno (5,4 cm de geratriz) durante o primeiro período de observação (14 a 24 de fevereiro de 2011). Petrópolis, RJ.

Tratamento	Parcela	Área removida (%) da isca atrativa por dia observado						
		18/fev	19/fev	20/fev	21/fev	22/fev	23/fev	24/fev
Controle	1	0	0	0	0	50	50	100
	2	100	-	-	-	-	-	-
	3	20	50	50	50	90	90	100
	4	100	-	-	-	-	-	-
	5	20	50	50	100	-	-	-
Cone pequeno	3	10	10	10	10	10	10	10
	4	50	100	-	-	-	-	-

No tratamento com cone pequeno, a área removida da isca foi de apenas 10% numa das parcelas e que se manteve inalterada até o final do primeiro período de observação e na outra parcela, 100% da isca foi removida no dia seguinte. No controle, as iscas de apenas duas parcelas tiveram sua área totalmente removida apenas no último dia do primeiro período de observação e a isca da parcela 5 teve 100% de sua área removida no sétimo dia após a instalação do experimento. Contudo, as iscas protegidas com o cone grande em todas as parcelas não sofreram ataque dessas formigas em todo o período de duração do experimento.

No segundo período de observação, apenas as iscas do controle sofreram o ataque de formigas cortadeiras. Logo no dia seguinte após o início desse período, uma isca teve mais do

que 50% de sua área removida por essas formigas, enquanto que o ataque às demais iscas ocorreu somente a partir do quinto dia do início desse período (Tabela 2). Nessa ocasião, ocorreu a remoção total de 60% das iscas e as iscas de três parcelas não foram atacadas pelas formigas. Dessas parcelas, a remoção total das iscas ocorreu aos 31 dias após o início do segundo período de observação, e quatro dias após esse evento, 100% das iscas foram removidas nas outras duas parcelas.

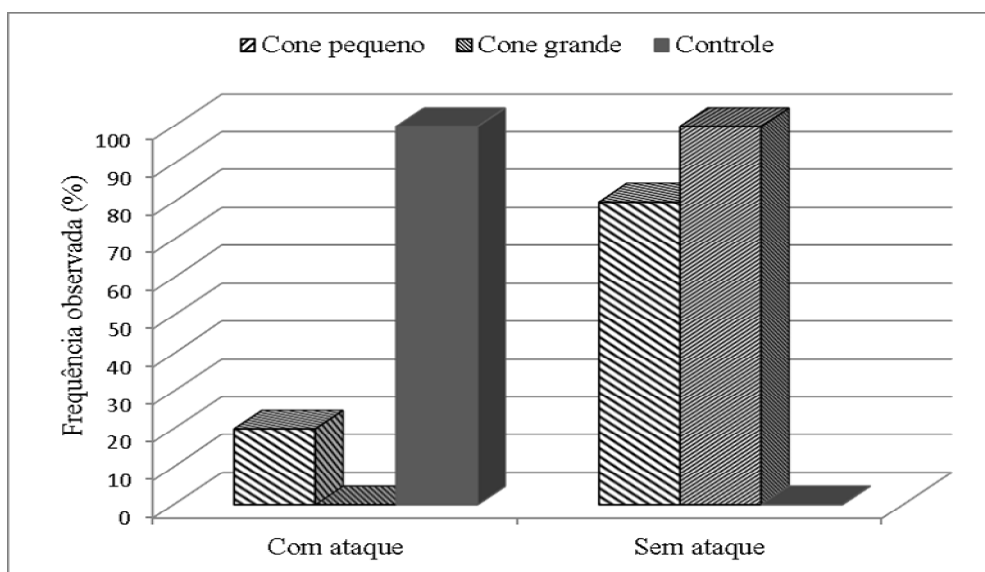
**Tabela 2.** Área removida das iscas atrativas por *Acromyrmex* spp. nas parcelas experimentais forrageadas do tratamento controle durante o segundo período de observação (24 de fevereiro a 29 de março de 2011). Petrópolis, RJ, Brasil.

Dia da observação	Área removida (%) da isca atrativa em cada parcela				
	6	7	8	9	10
25/fev	0	0	0	60	0
01/mar	0	0	50	100	0
22/mar	20	0	80	-	0
23/mar	50	0	100	-	0
24/mar	80	0	-	-	0
25/mar	100	0	-	-	0
26/mar	-	20	-	-	0
27/mar	-	50	-	-	20
28/mar	-	80	-	-	60
29/mar	-	100	-	-	100

A remoção total das iscas pelas quenquéns confirma a atratividade do albedo da casca de laranja, conforme salientado por CHERRETT & SEAFORTH (1970), os quais verificaram que cinco substâncias químicas presentes no albedo da casca de pomelo (*Citrus paradisi* Macf.) são arrestantes para *Acromyrmex octospinosus* (Reich). Todavia, esses autores tiveram evidências da existência de substâncias repelentes no flavedo de pomelo, o que possivelmente não ocorre nessa parte da casca dos frutos da variedade Pera de *C. sinensis*, visto que não só o albedo, como também o flavedo das iscas do controle, incluindo as do tratamento com cone pequeno, foram removidas por *A. disciger* e *A. niger*. É também possível que as substâncias químicas existentes nessa região das laranjas da variedade utilizada não possuem efeito repelente para as duas espécies de quenquéns que forragearam as iscas atrativas no presente estudo.

Observou-se ainda a presença de algumas formigas durante o dia em atividade, cortando as iscas. Essas foram identificadas como *A. niger*, coletadas no início do experimento, e *A. disciger*, que foram coletadas no final do experimento. Provavelmente essa distribuição temporal possa ser resultante do comportamento dessas formigas em evitar a competição interespecífica. De acordo com Gonçalves (1961), *A. disciger* é comum e ativa em locais onde não há presença de outras formigas cortadeiras, tornando-se normalmente prejudicial. De acordo com Traniello (1989), os principais determinantes ecológicos das estratégias de forrageio das formigas são a distribuição dos recursos no tempo e no espaço e sua quantidade, tolerâncias fisiológicas, o risco de predação e a competição. Ambas as espécies já foram constatadas forrageando folhas de laranjeiras, mas não há registro de ataque das mesmas a frutos (casca e/ou polpa) de *Citrus* sp. (SILVA et al., 1968). Todavia, Forti et al. (2006) reportam o corte e/ou transporte de fragmentos de casca seca de frutos de dicotiledônea por *A. disciger*, mas sem identificar a espécie botânica. O padrão de forrageio diurno também foi registrado para outras espécies de *Acromyrmex*: *A. striatus* (Roger) e *A. hispidus* Santschi (BRENER & PROTOMASTRO, 1992).

O resultado do Teste Exato de Fisher mostrou que os tratamentos com cone pequeno (5,4 cm de geratriz) e cone grande (10,8 cm de geratriz) diferem significativamente do controle (sem cone) na proporção de iscas atrativas atacadas e não-atacadas pelas formigas cortadeiras (Anexo I). Os tratamentos com as barreiras físicas cônicas apresentaram significativamente maior proporção de iscas sem ataque dessas formigas do que o controle ( $P = 0,00036$  para cone pequeno e  $P = 0,0000054$  para cone grande, considerando  $\alpha = 0,05$ ) (Figura 6). Não houve diferença significativa entre os dois tamanhos de barreira cônica ( $P = 0,2368$ , seja  $\alpha = 0,05$ ). Os resultados demonstram que o modelo cônico da barreira física artesanal foi capaz de impedir o acesso das quenquéns a fonte de alimento e que o tamanho da geratriz do cone não influencia a eficiência desse modelo de barreira física contra as quenquéns.



**Figura 6.** Frequências observadas das iscas atrativas com e sem ataque de *Acromyrmex* spp. nos tratamentos com e sem barreira física contra o acesso dessas formigas.

Esses resultados corroboram, em parte, as recomendações de Jaccoud (2000), de que as barreiras físicas no formato de cone com vértice para cima, ou seja, do tipo “saia”, são eficiente na proteção de plantas contra formigas cortadeiras e que o cone deve ser cortado no tamanho de 20 cm de diâmetro, uma vez que os cones pequeno e grande avaliados no presente estudo apresentam tamanho de 10,8 e 21,6 cm, respectivamente. Enquanto no presente estudo, o cone grande foi capaz de proteger 100% das iscas atrativas contra o ataque das quenquéns, Moressi et al. (2007) verificaram que cones de plástico grosso de 20 cm de diâmetro apresentaram apenas 50% de eficiência na proteção de mudas de espécies arbóreas nativas contra saúvas [*Atta laevigata* (F. Smith.)], as quais foram capazes de causar mais de 80% de desfolhas das mudas sem qualquer tipo de barreira mecânica.

Pode-se inferir, portanto, que as barreiras físicas em formato de cone foram eficientes contra o ataque das duas espécies de *Acromyrmex*, particularmente o cone grande, pois ele protegeu todas as iscas das parcelas nas quais foi aplicado, do início ao fim do experimento apresentando 100% de eficiência na proteção contra as quenquéns, enquanto que o cone pequeno teve uma eficiência de 80%, uma vez que 20% das iscas protegidas por esse cone sofreram o ataque das quenquéns.

O tipo de bloco experimental usado no presente estudo pode ser comparado com o uso de mudas reais de planta, nas quais existe o problema dos diferentes tipos de folhas que uma muda pode ter ora brotos, ora folhas desenvolvidas ou ainda as folhas senescentes. A muda real também apresenta outro problema que é o seguinte: quando uma muda começa a ser

atacada, ela pode ser atacada até o final das folhas e isto pode reduzir as chances de outra muda ser atacada. Com o sistema usado nesse trabalho, o ataque de uma parcela afeta menos o ataque nas demais, pois o tamanho da isca geralmente acaba em um período de um a três dias de forrageio. O problema dos tipos de folhas também não existe no sistema com ramos e iscas, pois sempre se pode colocar material vegetal equivalente em muitos ramos.

#### 4.2.1 Observações Etológicas das Formigas Cortadeiras

Observou-se o comportamento de uma formiga que estava cortando a isca atrativa do tratamento com cone pequeno, que no final do primeiro período de observação acabou tendo 100% de sua área removida. A visualização da formiga sobre a isca significa que a mesma conseguiu transpor a barreira física, ou seja, o cone. Ela ficou mais de meia hora tentando separar um pedaço da isca, provavelmente pela dificuldade de cortá-la, já que a isca se encontrava sem o albedo. Dessa forma, o corte da isca progredia com muita dificuldade (Figura 7).



**Figura 7.** Formiga tentando cortar o flavedo da isca atrativa fixada no topo do ramo de eucalipto, onde também se vê uma aranha, no tratamento com cone pequeno.

Finalmente a formiga parou de cortar a isca e caminhou no ramo, dirigindo-se para baixo em direção ao cone. Assim que chegou ao cone, andou pela superfície superior próxima ao centro e depois voltou a subir até o meio do ramo. Em seguida retornou ao cone, mas voltou novamente a subir pelo ramo até seu topo, mas não tenta cortar novamente a isca. Depois retorna ao cone, quando então caminha sobre a superfície superior até a borda e tenta passar para a superfície inferior do cone (Figura 8).



**Figura 8.** Formiga na superfície superior do cone pequeno próximo a sua borda, tentando passar para a superfície inferior do mesmo, depois de cortar a isca atrativa e subir e descer pelo ramo de eucalipto por algumas vezes.

Por várias vezes a formiga caminhou pela borda do cone, mas a maioria das vezes ela andou pela superfície superior até atingir a borda e outras vezes, andou pela superfície inferior, mas nesse último caso, sempre bem próxima da borda. Após repetir por seis vezes subidas e descidas, atingindo ao máximo a superfície inferior do cone próxima a sua borda, a formiga finalmente alcança o ramo de eucalipto na parte inferior do cone e, de uma só vez, caminha sobre o ramo em direção ao solo, abandonando-o, não voltando mais para o ramo e, portanto, desistindo de terminar de cortar a isca (Figura 9). Como 100% dessa isca foi removida, provavelmente outras formigas devem ter forrageado a mesma isca.



**Figura 9.** Formiga saindo do ramo de eucalipto do tratamento com cone pequeno após subir e descer por seis tentativas.



No tratamento controle, a desistência de cortar a isca atrativa também foi observada. Neste caso a formiga desceu até o meio do ramo e voltou ao topo por duas vezes e depois seguiu direto até o solo, abandonando de vez o ramo. No tratamento com cone grande, observou-se uma formiga que subiu pelo ramo, mas assim que tocou o mesmo ela voltou para o solo, não retornando a subir.

Jaccoud (2000) salienta algumas das reações comportamentais das formigas cortadeiras quando em contato com as barreiras físicas, tais como, elas tentam cortar e destruir a barreira, empurrar umas às outras para forçar de algum modo a passagem, e, entre outras possibilidades, procuram por pontos vizinhos de acesso àquela planta de sua escolha. Nenhuma dessas reações foi exibida pelas formigas quando observadas em contato com as barreiras cônicas avaliadas no presente estudo.

A partir das observações das reações comportamentais das formigas na presença dos cones, os primeiros questionamentos que poderiam ser feitos são: Por que a formiga explorou tanto a superfície superior do cone como caminhou muitas vezes pela borda? Por que ao encontrar o ramo e retornar ao solo ela não retornou mais para aquele ramo? Uma hipótese que pode sugerir a exploração intensa da borda do cone é a seguinte: na natureza, se uma formiga está em uma folha grande, ela pode percorrer a borda e, assim, logo achará o pecíolo e, na sequência, o caule da planta forrageada e, assim, encontrar a saída para o solo. Talvez o comportamento de seguir pela borda seja mais vantajoso do que percorrer caminhos lineares ou erráticos pelo limbo da folha, uma vez que a borda, na grande maioria das folhas, leva ao pecíolo, enquanto que o caminho pelo limbo pode resultar num gasto maior de tempo até encontrar o pecíolo. Os demais experimentos, discutidos a seguir, não permitem a negação desta hipótese.

### **4.3 Avaliação das Barreiras Físicas em Raiz de Araceae**

No início do experimento com cone grande na raiz de arácea, foi possível observar que existia uma diferença de comportamento na atividade de subida e de descida das operárias forrageadoras das formigas cortadeiras pela raiz da arácea. A maioria das formigas que subia estava sem folhas e logo desciam quando encontravam a barreira artesanal cônica de 10,8 cm de geratriz (cone grande). Contrariamente, as operárias que desciam geralmente portavam pedaços de folhas, exploravam mais a superfície do cone na parte superior e após uma rápida caminhada até mais ou menos a metade do diâmetro, na maioria das vezes, voltava para cima. Algumas formigas das que desciam exploravam também a borda do cone e depois voltavam para cima; umas poucas ainda exploravam poucos centímetros da superfície inferior, próximo da borda e logo voltavam para a parte de cima (Figura 10).

Já com o cone colocado na posição contrária (Figura 11), observou-se que o comportamento das formigas cortadeiras se repetiu, ou seja, as formigas que subiam pela raiz da arácea quando encontravam o cone, logo voltavam ao solo e as que desciam com o intuito de encontrar o solo acabavam explorando mais a superfície do mesmo, que agora estava com o vértice voltado para baixo.

Após a observação do cone grande, foi colocado o cone pequeno com o vértice para cima e foram observadas semelhanças com relação ao cone grande, no que se refere ao comportamento das formigas subindo e descendo na raiz. As que subiam voltavam logo ao solo e as que desciam exploravam mais a superfície do cone. Também foi observado o padrão de predominância de exploração das formigas pela borda do cone. Foi observada a passagem de formigas principalmente de cima para baixo logo nos primeiros minutos de observação, mas, ao contrário do que se observou no cone grande, não se formou a trilha, mesmo após uma hora da colocação do cone, ou seja, as formigas desciam por caminhos variados e não

por uma trilha definida. Uma diferença também foi que no cone pequeno havia muitas formigas disputando o mesmo pedaço de folha e muitas sem folhas na parte de cima do cone.



**Figura 10.** Fluxo de formigas em raiz de arácea epífita interrompido com barreira artesanal cônica com vértice para cima.



**Figura 11.** Barreira artesanal cônica de 10,8 cm de geratriz (cone grande) com o vértice voltado para baixo.

Com a intenção de interromper o fluxo das formigas que estavam descendo foi feita uma abordagem diferente com o objetivo de avaliar apenas as formigas subindo pela raiz e encontrando o cone pequeno, sem a influência das formigas que estavam descendo. Para tentar atingir esta condição, foi colocado um cone grande e um cone pequeno na mesma raiz, com cone grande acima do pequeno. Desta forma foi possível observar que as formigas que estavam subindo apresentaram o comportamento de retornar na maioria das vezes para o solo, poucas vezes exploraram a borda e raras vezes exploraram a superfície superior do cone e muitas vezes voltaram à superfície inferior depois de pequena exploração da superfície superior. Após cerca de 10 minutos, elas acabaram encontrando a raiz na parte de cima e logo que algumas formigas conseguiam, muitas outras também conseguiam, mesmo sem a trilha formada. Depois disto, foi colocado outro cone grande abaixo do pequeno, de forma que a raiz ficou com três cones na seguinte sequência de cima para baixo: um cone grande, um cone pequeno e um cone grande, todos com os vértices voltados para cima (Figura 12).

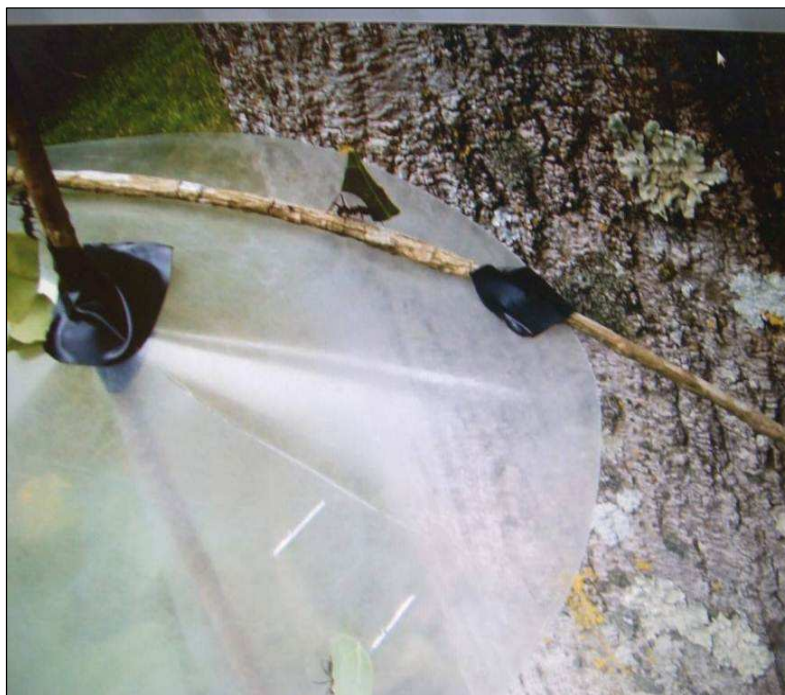


**Figura 12.** Raiz de arácea com três cones, na seguinte ordem: grande, pequeno e grande.

Observou-se então o comportamento das formigas subindo e encontrando o cone grande. Neste caso repetiram-se todos os comportamentos que haviam sido observados no cone pequeno, com exceção de que apenas uma formiga foi capaz de encontrar a raiz na parte de cima; por cerca de 3 horas de observação não foi possível observar nenhuma outra formiga atingindo a parte de cima da raiz. Essas observações corroboram os resultados da diferença entre os cones que foi observada no experimento 1, uma vez que o cone pequeno foi muito menos capaz de impedir a subida das formigas do que o cone grande.

Analisando todas as observações pode-se chegar a uma possível elucidação: as formigas que estão subindo nos ramos logo voltam quando encontram o cone grande ou pequeno. Poucas vezes essas formigas exploram a superfície do cone e quando fazem isto logo retornam ao ramo ou se dedicam muito à borda do cone e raramente exploram a superfície superior. Ao explorarem a superfície superior a probabilidade de encontrar o ramo é maior quando o diâmetro do cone é menor e, desta forma, elas podem continuar subindo até as folhas.

Indaga-se que quando as formigas caminham pela superfície do cone ou pela borda é com a intenção de encontrar o pecíolo e, conseqüentemente, o caule e em seguida, alcançar o solo. Para confirmar essa indagação, foi colocado preso ao cone grande um ramo, e logo que as formigas o encontravam foi possível observar a formiga explorando a caminho de um possível caule (Figura 13). Outra observação que corrobora para esta hipótese foi a seguinte: formigas da área de estudo foram colocadas sobre folhas de algumas plantas, no meio do limbo, e foi novamente observado o comportamento de procurar a borda, seguindo pela mesma até achar o pecíolo e, na seqüência, o caule.



**Figura 13.** Ramo preso ao cone de 10,8 cm de geratriz.

Uma implicação prática das observações é que se uma planta já está sendo muito atacada, mesmo o cone maior não conseguirá deter as formigas. Todavia, é provável que se as formigas forem retiradas da planta antes do cone ser colocado, este tem mais chance de protegê-la contra o ataque das formigas.

Nesse caso poder-se-ia dizer que os dados obtidos nesse experimento indicam que a barreira pode, em determinadas situações, ser eficiente sem necessitar de associar outras medidas de controle, embora Galli et al. (2009) tenham encontrado melhor controle quando usou barreira física associada com isca granulada Macex<sup>®</sup>.

#### 4.4 Avaliação das Barreiras Físicas em Couve

A muda de couve sem proteção por barreira física sofreu desfolha parcial de suas folhas pelas formigas cortadeiras no mesmo dia do plantio (01/03/2011). O corte de folhas de couve por *Acromyrmex*, como a *A. disciger*, já foi registrado por Silva et al. (1968).

A muda de couve protegida com a barreira artesanal cônica de 10,8 cm de geratriz (cone grande) não sofreu ataque dessas formigas durante todo o tempo de observação. Com a substituição da barreira artesanal cônica pela barreira cilíndrica comercial anti-formigas, esta se mostrou também 100% eficiente durante os dois dias de observação, visto a presença de formigas cortadeiras no local e as folhas continuarem intactas, tendo assim impedido completamente o acesso das formigas cortadeiras às folhas da muda de couve.

Durante os dois dias de observação, a barreira artesanal cilíndrica mostrou-se ser igualmente eficiente as outras duas anteriormente testadas, exibindo também 100% de eficiência. Porém, no último dia de observação, algumas formigas estavam cortando as folhas da couve, mas apresentavam dificuldade de subir carregando os pedaços das folhas na parte interna da barreira cilíndrica. Elas conseguiam subir apenas quando deixavam os pedaços de folha para trás. Todavia, essa barreira estava úmida e talvez isto tenha dificultado a subida das operárias carregadeiras com as folhas.

No dia 4 de março, próximo ao meio-dia, observou-se que a barreira cilíndrica foi incapaz de proteger a planta de couve (Figura 14). Nos dias seguintes a chuva ficou mais intensa e o ataque cessou.



**Figura 14.** Barreira artesanal cilíndrica em muda de couve. Petrópolis, RJ (04/03/2011).

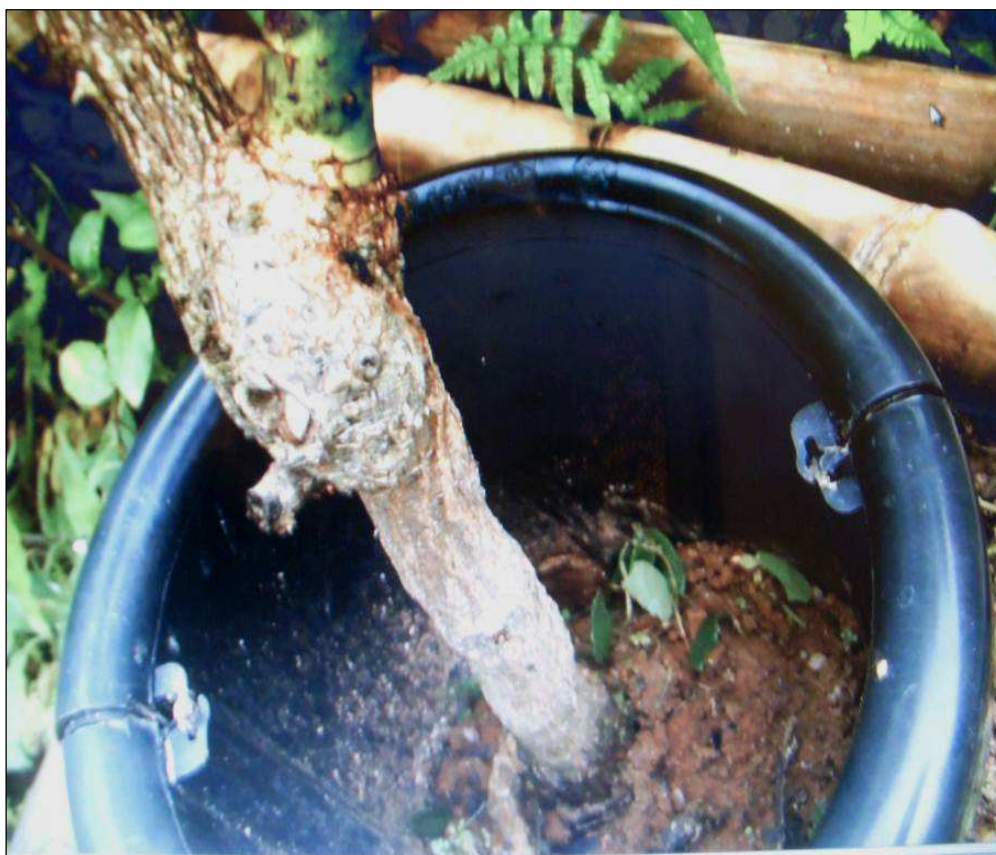
#### 4.5 Avaliação das Barreiras Físicas em Roseira

Durante o tempo de observação, a barreira cônica de 10,8 cm de geratriz (cone grande) não impediu o acesso das formigas às folhas das roseiras, desfolhando-a parcialmente, mesmo quando foram retiradas as formigas da parte de cima do cone, no momento da instalação. O

corte de folhas de roseira por *Acromyrmex*, como a *A. disciger* já foi registrado por Silva et al. (1968), que a cita ocorrendo comumente em hortas e jardins.

No entanto, com a substituição do cone grande pela barreira comercial cilíndrica, esta se mostrou 100% eficiente durante dois dias de observação, visto ter impedido completamente o acesso das formigas cortadeiras às folhas da roseira.

Porém com a intensidade do ataque, observou-se que a barreira comercial foi incapaz de proteger a roseira, visto que suas folhas foram cortadas pelas formigas, as quais, no entanto, tiveram dificuldade de subir carregando os pedaços das folhas. Muitos pedaços de folhas foram observados dentro da barreira comercial, o que indica que elas foram deixadas para trás devido à dificuldade observada em passar na curva da parede dessa barreira (Figura 15).



**Figura 15.** Roseira com barreira comercial cilíndrica anti-formigas.

Por meio de filmagem das reações comportamentais das formigas na presença da barreira comercial, foi possível observar que as formigas apresentaram grande dificuldade para voltar com o pedaço de folha e passar com ele por baixo da beirada curvada da barreira comercial. Contudo, uma formiga conseguiu realizar essa passagem e a roseira voltou a ser atacada intensamente. Nos dias seguintes a chuva ficou mais intensa, o que pode ter ocasionado o interrompimento do ataque.

Com a substituição da barreira comercial cilíndrica anti-formigas pela barreira artesanal cilíndrica, esta se mostrou 100% eficiente durante dois dias, visto ter impedido completamente o acesso das formigas cortadeiras presentes na área às folhas da roseira. Porém, nove dias após o término das primeiras observações, a roseira protegida pela barreira artesanal cilíndrica voltou a ser atacada pelas formigas cortadeiras, quando então foram adicionadas duas barreiras artesanais cônicas com 20 cm de geratriz (cone gigante), uma em cada ramo do caule bifurcado da roseira.

Inicialmente as folhas da roseira localizadas abaixo das barreiras cônicas gigantes foram intensamente atacadas. Quando as folhas se esgotaram se iniciou o ataque às folhas da roseira na parte de cima da barreira instalada em um dos ramos. A partir daí, a roseira foi totalmente desfolhada, bem como a sua primeira brotação. Contudo, a segunda brotação, que demorou a surgir, ficou intacta.

Desta forma, pode-se inferir que com a intensidade do ataque e o esgotamento das folhas abaixo da barreira, mesmo a barreira com maior geratriz não foi capaz de controlar o ataque.

O cone gigante até poderia proteger a roseira, desde que não ocorra o ataque das formigas antes da instalação da barreira física. Esse comportamento demonstra a preferência pela roseira, a qual uma vez atacada, dificilmente poderá ser protegida, mesmo com a mais eficiente barreira usada neste estudo, ou seja, a comercial. Após a completa desfolha da roseira, dois cones grandes (10,8 cm de geratriz) foram colocados nos locais dos cones gigantes e as novas brotações ficaram protegidas.

#### **4.6 Avaliação das Barreiras Físicas em Caramboleira**

No mesmo dia da retirada do cone grande da caramboleira, houve o ataque das formigas cortadeiras às folhas da caramboleira. O cone grande foi recolocado no dia seguinte após remover as formigas. Todavia, contrariamente ao que vinha correndo antes da retirada dessa barreira, a mesma não foi capaz de deter o forrageamento das formigas cortadeiras durante os dois dias consecutivos de observação.

A caramboleira foi então protegida com a barreira comercial cilíndrica, a qual mostrou eficiência durante as três semanas de observação, visto ter impedido completamente o acesso das formigas cortadeiras às folhas da caramboleira, pois nesse período não foi observado nenhuma formiga na caramboleira e nem presença de cortes nas folhas. Findo esse período, quando a barreira comercial cilíndrica foi retirada e recolocada o cone grande, que voltou a apresentar 100% de eficiência, impedindo totalmente o acesso das formigas às folhas da caramboleira. Esses resultados evidenciam que os dois modelos de barreiras (cônica e cilíndrica) foram capazes de conter a infestação da caramboleira por formigas cortadeiras desde que a planta não esteja previamente infestada.

#### **4.7 Avaliação das Barreiras Físicas em Citros**

As duas mudas previamente protegidas com barreiras artesanais cônicas, de ambos tamanhos, não sofreram ataque das formigas cortadeiras durante todo o período do experimento, mostrando 100% de eficiência. Essas barreiras mostraram a mesma eficiência até para mudas previamente infestadas, pois depois de removida as formigas e instaladas as barreiras, não foi observado a presença de nenhuma formiga cortadeira na parte aérea das plantas e nenhuma folha apresentou corte (Figura 16), diferindo do observado nos experimentos com couve, roseira e caramboleira, onde a colocação da barreira cônica nessas plantas após o ataque das formigas cortadeiras não foi capaz de conter a infestação das mesmas. Tanto o cone grande (10,8 cm de geratriz) e o pequeno (5,4 cm de geratriz) foram capazes de conter o ataque das formigas cortadeiras às mudas de citros, mesmo depois de infestadas, onde se observou completa paralisação do ataque às mudas.



**Figura 16.** Muda de citros protegida com barreira artesanal cônica de 10,8 cm de geratriz (cone grande).

Observou-se ainda que uma formiga comportou-se como descrito no experimento com a arácea, isto é, ela explorou a borda do cone e apenas 2 a 4 cm da borda da superfície superior, sem atingir o caule na parte de cima, e essa formiga acabou voltando para o solo.

Uma muda de citros não recebeu a colocação de barreira física porque não sofreu ataque de formigas cortadeiras durante todo o período de condução desse experimento. Todavia, o corte de folhas de citros por *Acromyrmex*, como a *A. disciger* e *A. niger*, já foi registrado por Silva et al. (1968).

Moressi et al. (2007) testaram a eficiência de coroa de palha, cone de plástico com 20 cm de diâmetro e cilindro de garrafa pet com 20 cm de altura em 400 espécies nativas recém plantadas em um reflorestamento, no controle da formiga cortadeira *Atta*, e foi observado que o cone de plástico teve uma eficiência de 50%, mas quando os três tipos de barreiras foram usadas simultaneamente a eficiência foi de 90%.

Os experimentos realizados no presente estudo revelaram dados da capacidade de forrageamento de *Acromyrmex*, podendo-se inferir que para as plantas previamente atacadas, a eficiência das barreiras físicas é espécie-específica (espécies mais atrativas quando já atacadas nenhuma barreira é eficiente) e a barreira cilíndrica comercial é mais eficiente. Para citros, a barreira cônica interrompe o ataque, mas para caramboleira não, enquanto que a barreira cilíndrica comercial foi eficiente para interromper o ataque na caramboleira, mas não para a roseira.



## 5 CONCLUSÕES

1. A barreira física artesanal cônica confeccionada com lâmina de acetato é capaz de impedir o acesso das quenquéns a fonte de alimento localizada acima da barreira.
2. A barreira artesanal cônica com geratriz de 10,8 cm contém por mais tempo as formigas cortadeiras no ataque às plantas, protegendo-as com mais eficiências do que a barreira caseira cônica com geratriz de 5,4 cm.
3. As quenquéns caminham preferencialmente pela borda da barreira artesanal cônica, reduzindo as chances das mesmas encontrem o caule da planta acima da barreira.
4. A barreira comercial cilíndrica impõe maior dificuldade à passagem das operárias carregadeiras dessas formigas, protegendo as plantas com mais eficiência do que a barreira artesanal, seja cônica ou cilíndrica.
5. A barreira artesanal cônica é mais eficiente em deter as infestações das plantas por quenquéns quando colocada antes do ataque dessas formigas.
6. A eficiência dos dois modelos de barreiras físicas artesanais (cônica e cilíndrica) e da barreira comercial cilíndrica varia com a espécie botânica a ser protegida, não sendo eficientes em controlar o ataque das quenquéns às plantas mais atrativas, como a roseira, quando colocadas após o início do ataque.
7. A barreira artesanal cônica com geratriz de 10,8 cm só é eficiente em controlar o ataque das quenquéns às mudas de couve, quando colocadas antes do início do ataque.
8. A barreira comercial cilíndrica e a barreira artesanal cônica são eficientes em controlar o ataque das quenquéns às plantas de caramboleira e a barreira artesanal cônica é eficiente em controlar o ataque dessas formigas às mudas de laranjeira, mesmo que essas barreiras sejam instaladas após o início do ataque.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMANTE, E. **A saúva *Atta capiguara*, praga das pastagens**. São Paulo: Secretaria de Agricultura, Departamento Produção Vegetal, 1967. 12p. (Instruções Práticas, 41).
- ANDRADE, M. L. **Bionomia e distribuição do gênero *Acromyrmex* Mayr, 1865 (Hymenoptera: Formicidae) no Estado de São Paulo**. 1991. 120p. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 1991.
- ANJOS, N.; ARNHOLD, A.; CORRÊA, G. V. V.; STUMPF, K. Árvores e formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha, v.2, n.1, p. 11-16, 2008.
- ARAÚJO, M. S.; DELLA LUCIA, T. M. C.; SOUZA, D. J. Estratégias alternativas de controle de formigas cortadeiras. **Bahia Agrícola**, Salvador, v. 6, n. 1, p. 71-74, 2003.
- AUGUSTIN, E.; LOECK, A. E.; STORCH, G.; GRUTZMACHER, D. D.; AFONSO, A. P. S.; GUSMÃO, L. G. Identificação de formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex* (hymenoptera:formicidae) através de isoenzimas. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.5 n. 2, 217-220, 1999.
- BOARETTO, M. A. C.; FORTI, L. C. Perspectiva no controle de formigas cortadeiras. **Série Técnica IPEF**, São Paulo, v. 11, n. 30, p. 31-46, 1997.
- BRENER, A. G. F.; PROTOMASTRO, J. Patronos forrajeros de dos especies simpaticas de hormigas cortadora de hojas (Attini, *Acromyrmex*) en un bosque subtropical seco. **Ecotropicos**, Mérida, v. 5, n. 1, p. 32-43, 1992.
- CAL, F. J. B. Barreira com aba anti-formiga. Disponível em: <<http://www.patentesonline.com.br/barreira-com-aba-anti-formiga-202694.html>> Acesso em: 10 jul. 2011.
- CANTARELLI, E. B. **Silvicultura de precisão no monitoramento e controle de formigas cortadeiras em plantios de *Pinus***. 2005. 108 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, 2005.
- CARVALHO, A. L. Contribuição ao estudo da biologia na estação florestal dos pardos. Seminário Brasileiro De Economia Florestal, v. 3, n. 3. p. 208-222, 1950.
- CHERRETT, J. M.; SEAFORTH, C. E. Phytochemical arrestants for the leaf-cutting ants, *Atta cephalotes* (L.) and *Acromyrmex octospinosus* (Reich), with some notes on the ants' response. **Bulletin of Entomological Research**, v.59, p.615-625, 1970.
- CONTI, F. Biometria, Qui-quadrado (leitura complementar ao capítulo 3). Muitas Dicas. Belém: Laboratório de Informática - ICB – UFPA. Disponível em: <<http://www.cultura.ufpa.br/dicas/biome/bioqui.htm>> Acesso em: 10 jul. 2011.
- CORRÊA, R.M.; MARQUES, E.N.; SOUZA, N.J. et al. Avaliação das sementes de gergelim em porta-isca no controle biológico de formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex* (Hymenoptera, Formicidae) em áreas degradadas. In: **FOREST**, 96, SIMPÓSIO

INTERNACIONAL SOBRE ECOSSISTEMAS FLORESTAIS, 4., 1996, Belo Horizonte, **Anais...** Belo Horizonte. BIOSFERA, 1996. p. 262-263.

CRUZ, A. P.; ZANUNCIO, J. C.; ZANETTI, R. Eficiência de cebos granulados a base de sulfluramida o de clorpirifós en el control de *Acromyrmex octospinosus* (Hymenoptera: Formicidae) en el trópico húmedo. **Revista Colombiana de Entomología**, Bogotá, v. 26, n. 1-3, p. 67-69, 2000.

DAMASCENO, E. N. D. Protetor de plantas contra ação da formiga saúva. **Revista da Propriedade Industrial**, Rio de Janeiro, n. 1806, 2005.

DAMASCENO, E. N. Protetor de plantas contra ação da formiga saúva. Disponível em: <<http://www.patentesonline.com.br/protetor-de-plantas-contracao-da-formiga-sauva108402.html>> Acesso em: 10 jul. 2011.

DELLA LUCIA, T. M. C. Hormigas de importancia económica en la región Neotropical. In: FERNANDEZ, F. (ed.). **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003. Cap. 24, p. 337-349.

DELLA LUCIA, T. M. C.; ANTUNES, E. C. Consumo foliar em *Eucalyptus urophylla* por *Acromyrmex laticeps nigrosetosus* Forel (Hymenoptera: Formicidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 23, n. 1, p. 208-211, 1999.

DELLA LUCIA, T. M. C.; FOWLER, H. G.; MOREIRA, D. D. O. Espécies de formigas cortadeiras no Brasil. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (ed.). **As formigas cortadeiras**. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 1993. p. 26-31.

DELLA LUCIA, T.M.C.; VILELA, E. F. Métodos atuais de controle e perspectivas. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (ed.). **As formigas cortadeiras**. Ed. Folha Nova de Viçosa, 1993. p. 163-190.

DIEHL-FLEIG, E.; SILVA, M.E. DA. *Beauveria bassiana* para controle das formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex*. Piracicaba: PCMIP/IPEF, 1994. p. 6-7. Disponível em: <[http://www.ipef.br/publicacoes/curso\\_formigas\\_cortadeiras/cap02.pdf](http://www.ipef.br/publicacoes/curso_formigas_cortadeiras/cap02.pdf)> Acesso em: 12 jul. 2011.

FARJI-BRENER, A. G., RUGGIERO, A. Leaf-cutting ants (*Atta* and *Acromyrmex*) inhabiting Argentina: patterns in species richness and geographical range sizes. **Journal of Biogeography**, Oxford, v. 21, n.4, p. 391-399, 1994.

FERNANDES, J. B.; DAVID, V.; FACCHINI, P. H.; SILVA, M. F. G. F.; RODRIGUES FILHO, P. C. V. Extrações de óleos de sementes de citros e suas atividades sobre a formiga cortadeira *Atta sexdens* e seu fungo simbiote. **Química Nova**, 25, n. 6B, p. 1091-1095, 2002.

FERNANDEZ, F. Listado de las especies de las hormigas de la región Neotropical. In: FERNANDEZ, F. (ed.). **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003a. Cap. 28, p. 379-411.

FERNANDEZ, F. Subfamilia Myrmicinae. In: FERNANDEZ, F. (ed.). **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003b. Cap. 22, p. 307-330.

FORTI, L.C.; ANDRADE, M. L.; ANDRADE, A. P. P.; LOPES, J. F. S.; RAMOS, V. M. Bionomics and identification of *Acromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) through an illustrated key. **Sociobiology**, Chico, v.48, n.2, p.1-18, 2006.

FOWLER, H. G. Latitudinal gradients and diversity of the leaf-cutting ants (*Atta* and *Acromyrmex*) (Hym., Formicidae). **Revista Biología Tropical**, San Jose, v. 31, p. 213-216, 1983.

GALLI, J. A.; SILVEIRA, L. C. P.; MICHELOTTO, M.D.; MARTINS, A. L. M. Avaliação da incidência de antracnose, do desempenho e estado nutricional de variedades de mangueira, para cultivo orgânico, na região centro-norte do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p. 701-709, 2009.

GIESEL, A.; BOFF, M. I. C.; BOFF, P. Estudo comportamental da formiga cortadeira *Atta* spp. submetida a preparados homeopáticos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4 n. 2, p. 1012-1015, 2007.

GODOY, M. F. P. **Atividade de extratos vegetais e seus derivados sobre o crescimento do fungo simbiote de *Atta sexdens* L. e outros microrganismos**. 2003. 101p. Dissertação (Mestre em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 2003.

GONÇALVES, C. R. O gênero *Acromyrmex* no Brasil (Hym. Formicidae). **Studia Entomologica**, Petrópolis, v. 4, n. 1-4, p. 113-180, 1961.

MINHOBOX. Plantetor: protetor de plantas contra formigas cortadeiras. Disponível em: <<http://www.minhobox.com.br/plantetor/principal.htm>> Acesso em: 17 set. 2011.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E.O. **The Ants**. Cambridge: Harvard University Press, 1990. 732p.

HOWARD, J. J. Leafcutting and diet selection: the role of nutrients, water and secondary chemistry. **Ecology**, v. 68, n. 3, p. 503-505, 1987.

HOWARD, J. J. Leafcutting and diet selection: relative influence of leaf chemistry and physical features. **Ecology**, v. 69, n.1, p. 250-260, 1988.

HOWARD, J. J. Infidelity of leafcutting ants to host plants: resource heterogeneity or defense induction? **Oecologia**, Berlin, v. 82, n 3., p. 344-401, 1990.

HUBBELL, S. P.; HOWARD, J. J.; WIEMER, D. F. Chemical leaf repellency to an attine ant: seasonal distribution among potential host plant species. **Ecology**, v. 65, n. 4, p. 1067-1076, 1984.

JACCOUD, D.B. **Formigas cortadeiras: princípios de manejo integrado de áreas infestadas**. Brasília: IBAMA, 2000. 60 p. (Série Meio Ambiente em debate, 34).

JUSTI JÚNIOR, J.; IMINES, S. DE L.; BREGMANN, E. C.; CAMPOS-FARINHA, A. E. C.; ZORZENON, F. J. **Formigas cortadeiras**. São Paulo: Instituto Biológico, 1996. 31 p. (Boletim Técnico, 4).

KASPARI, M. Introducción a la ecología de las hormigas. In: FERNANDEZ, F. (ed.). **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003. Cap. 6, p. 97-112.

KERMARREC, A.; FEBUAY, G.; DE CHARME, M. Protection of leaf-cutting ants from biohazards: is there future for microbiological control? In: LOFGREN, C. S.; VANDERMEER, R. K. (eds.). **Fire ants and leaf-cutting ants: biology and management**. Boulder: Westview Press, 1986. p. 339-356.

KRUPP, A. Cinta cônica para proteção de árvores e arbustos. Disponível em: <<http://www.patentesonline.com.br/cinta-conica-para-protecao-de-arvores-e-arbustos-84239.html>> Acesso em: 10 jul. 2011.

LARANJEIRO, A.J.; LOUZADA, R.M. Manejo de formigas cortadeiras em florestas. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 13, n. 33, p. 115-124, 2000.

LEWINSOHN, T.M.; FREITAS, A.V.L.; PRADO, P.I. Conservation of terrestrial invertebrates and their habitats in Brazil. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 640-645, 2005.

LIMA, J. E. O. Dispositivo protetor de troncos de plantas em geral. Disponível em: <<http://www.patentesonline.com.br/dispositivo-protetor-de-troncos-de-plantas-em-geral-173346.html>> Acesso em: 10 jul. 2011.

LINK, F. M.; LINK, D. Efeito do gergelim sobre *Acromyrmex* spp. In: ENCONTRO DE MIRMECOLOGIA, 15., 2001, Londrina. **Anais...** Londrina: SETI, Fundo Paraná-Fundação Araucária, 2001. p. 427-428.

LINK, H. M.; LINK, F. M.; LINK, D. Controle da formiga-preta-pastadeira, *Acromyrmex crassispinus*, com formicidas em pó. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.10, n.1, p.45-56, 2000.

LINK, D.; LINK, F. M.; OLIVEIRA, A. A. Potencial de dano da formiga preta, *Acromyrmex crassispinus*, em mudas de eucalipto e de pinus. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 2., 2001, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2001. p.671-676.

LITTLEDYKE, M.; CHERRET, J. M. Direct ingestion of plant sap from cut leaves by the leaf-cutting and *Atta cephalotes* (L.) and *Acromyrmex octospinosus* (Reich) (Formicidae: Atinni). **Bulletin of Entomological Research**, v. 66, p. 205-217, 1976.

LOECK, A. E.; GRUTZMACHER, D. D.; STORCH, G. Distribuição geográfica de *Atta sexdens piriventris* Santschi, 1919, nas principais regiões agropecuárias do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 7, n. 1, p. 54-57, 2001.

LOUREIRO, E. S.; MONTEIRO, A. C. Seleção de isolados de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* e *Paecilomyces farinosos*, patógenos para *Atta sexdens sexdens*

(Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Formicidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 71, n. 1, p. 35-40, 2004.

MACIEL, V. R. Implantação de um sistema agroflorestal como forma de recuperação de uma área degradada. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4 n. 2, p. 2055-2058, 2009.

MATTEI, V. L.; ROSENTHAL, M. D'AVILA. Semeadura direta de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. no enriquecimento de capoeiras. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.26, n.6, p.649-654, 2002.

MAGRANI, S. R. V. Protetor regulável contra formiga. **Revista da Propriedade Industrial**, Rio de Janeiro, n. 1108, 1992.

MAYHÉ-NUNES, A. J. Estudo de *Acromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) com ocorrência constatada no Brasil: subsídios para uma análise filogenética. 122p. 1991. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa.

MENDES FILHO, J. M. A. **Ação danosa de pragas desfolhadoras sobre as florestas de *Eucalyptus***. Piracicaba: ESALQ/USP, 1981. 6 p. (Circular Técnica, 131).

MORESSI, M.; MORAES NETO, A.; CREPALDI, R. A.; CARBONARI, V.; DEMÉTRIO, M. F.; SILVESTRE, R. Eficiência do controle mecânico de formigas cortadeiras (*Atta laevigata*) no reflorestamento com espécies nativas. **O Biológico**, São Paulo, v.69, suplemento 2, p.471-473, 2007.

MUELLER, U. G.; REHNER, A.; SCHULTZ, T. R. The evolution of agriculture in ants. **Science**, Los Angeles, v. 281, p. 2034-2038, 1998.

NICKELE, M. A. **Distribuição especial, danos e planos de amostragem de *Acromyrmex crassispinus* (Forel, 1909) (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae) em plantios de *Pinus taeda* L. (Pinaceae)**. 111 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

NICKELE, M. A.; REIS FILHO, W.; OLIVEIRA, E. B.; IEDE, E. T. Densidade e tamanho de formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* em plantios de *Pinus taeda*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.4, p.347-353, 2009.

PACHECO, P.; BERTI FILHO, E. **Formigas cortadeiras e o seu controle**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais-IPEF/GTFC, 1987. 152 p.

PAGNOCCA, F. C.; BACCI JUNIOR, M.; FUNGAR, M. H.; BUENO, O. C.; HEBLING, M. J.; SANT'ANNA, A.; CAPELARI, M. RAPD analysis of the sexual state and sterile mycelium of the fungus cultivated by the leaf-cutting ant *Acromyrmex hispidus fallax*. **Mycological Research**, Cambridge, v. 105, n. 2, p. 173-176, 2001.

PIKART, T. G.; SOUZA, G. K.; PIKART, F. C.; RIBEIRO, R. C.; ZANUNCIO, J. C. Registro de *Acromyrmex disciger* (Hymenoptera: Formicidae) em *Cinnamomum zeylanicum* (Lauraceae) no município de Braço do Trombudo, Santa Catarina, Brasil. **EntomoBrasilis**, Vassouras, v. 3, n. 1, p. 89-91, 2010.

QUEIROZ, J. M.; ALMEIDA, F. S.; PEREIRA, M. P. S. Conservação da biodiversidade e o papel das formigas (Hymenoptera: Formicidae) em agroecossistemas. **Floresta e Ambiente**, v. 13, n. 2, p. 37-45, 2006.

RIBEIRO, S. B.; PAGNOCA, F. C.; VICTOR, S. R.; BUENO, O. C.; HEBLING, M. J.; BACCI JUNIOR, M.; SILVA, O. A.; FERNANDES, J. B.; VIEIRA, P. C.; SILVA, M. F. G. F. Activity of sesame leaf extracts against the symbiotic fungus of *Atta sexdens* L. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, n. 3, p. 421-426, 1998.

SIEGEL, S. A prova exata de Fisher, p. 107-116. In: SIEGEL, S. **Estatística não-paramétrica (para as ciências do comportamento)**. McGraw-Hill, 1975. 350 p.

SILVA, A. G. D'A.; GONÇALVES, C. R.; GALVÃO, D. M.; GONÇALVES, A. J. L.; GOMES, J.; SILVA, M. N.; SIMINI, L. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil, seus parasitos e predadores**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Departamento de Defesa e Inspeção Agropecuária. Parte 2, Tomo 1, 1968. 622 p.

SOUSA, T. G. **Estudo da viabilidade técnica da implantação de uma empresa de elaboração de projetos na área de preservação ambiental e uso sustentável da madeira de lei em Brasília – DF**. 2008. 87p. Monografia (Graduação em Agronomia) – UPIS - Faculdades Integradas, Planaltina – DF, 2008.

SOUZA, N. J.; CORRÊA, R. M.; MARQUES, E. N. et al. Determinação de doses de sementes de gergelim (*Sesamum* spp.) para o controle de formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical, 1997. p. 110.

SOUZA, D.J.; ANTUNES, E. C.; OLIVEIRA, M. C.; DELLA LUCIA, T. M. C. Gel adesivo: barreira física contra formigas cortadeiras - viável? **Bahia Agrícola**, Salvador, v. 4, n. 2, p. 80-82, 2001.

SOUZA-SILVA, A.; ZANETTI, R.; CARVALHO, G. A.; SANTOS, A.; MATTOS, J. O. S. Preferência de formigas cortadeiras por mudas de eucalipto pulverizadas ou imersas em soluções de extrato pirolenhoso em diferentes concentrações. **Scientia Forestalis**, n. 67, p. 9-13, 2005.

TRANIELLO, J. F. A. Foraging strategies of ants. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.34, p.191-210, 1989.

VERZA, S. S.; FORTI, L. C.; MATOS, C. A. O.; GARCIA, M. G.; NAGAMOTO, N. S. Attractiveness of citrus pulp and orange albedo extracts to *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, v. 47, n. 2, p. 391-400, 2006.

VILELA, E. F. Status of leaf-cutting ant control in forest plantations in Brazil. In: LOFGREN, C. S.; VANDERMEER, R. K. (eds.). **Fire ants and leaf-cutting ants: biology and management**. Boulder: Westview Press, 1986. p. 399-408.

WEBER, N. A. Fungus-growing ants. **Science**, v. 153, n. 3736, p. 587-604, 1966.

WEBER, N. A. Northern extent of Attine ants (Hymenoptera: Formicidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v. 72, p. 414-415, 1970.

WEBER, N. A. The Attines: the fungus culturing ants. **American Scientist**, v. 60, p. 448-456, 1972.

WEBER, N. A. Fungus ants. In: HERMANN, H. R. (ed.). Social insects. New York: Academic Press, v.4, 1982. p. 255-363.

WILKEN, C. F.; BERTI FILHO, E. Controle biológico de formigas cortadeiras. Piracicaba: PCMIP/IPEF, 1994. 5p. Disponível em: <[http://www.ipef.br/publicacoes/curso\\_formigas\\_cortadeiras/cap01.pdf](http://www.ipef.br/publicacoes/curso_formigas_cortadeiras/cap01.pdf)> Acesso em: 12 jul. 2011.

ZANETTI, R. **Estimativa do nível de dano econômico causado por formigas cortadeiras em eucaliptais**. 1998. 98f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

ZANETTI, R.; CARVALHO, G. A.; SANTOS, A.; SOUZA-SILVA, A.; GODOY, M. S. **Manejo integrado de formigas cortadeiras**. Lavras: UFLA, 2002. 16p. Disponível em: <[http://www.den.ufla.br/Professores/Luis/Disciplinas/disciplinaENT\\_109\\_arquivos/Aula6\\_MI\\_P\\_FORMIGAS.pdf](http://www.den.ufla.br/Professores/Luis/Disciplinas/disciplinaENT_109_arquivos/Aula6_MI_P_FORMIGAS.pdf)> Acesso em: 14 jun. 2011.

ZANETTI, R.; ZANUNCIO, J. C.; MAYHÉ-NUNES, A. J.; MEDEIROS, A. G. B.; SOUZA-SILVA, A. Combate sistemático de formigas-cortadeiras com iscas granuladas, em eucaliptais com cultivo mínimo. **Revista Árvore**, v. 27, n. 3, p. 387-392, 2003.

ZANUNCIO, J. C.; LARANJEIRO, A. J.; DeSOUZA, O. Controle de *Acromyrmex subterraneus molestans* Santschi (Hymenoptera: Formicidae) com sulfloramida. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 25, n. 3, p. 383-388, 1996.



## 7 ANEXO

### 7.1 Análise dos Dados Obtidos pela Prova Exata de Fisher

Tabela de contingência 2 x 2				
	classificação 1	classificação 2	Total	
Grupo I	a	b	G	<b>Se houver célula com o valor zero</b>
Grupo II	c	d	H	
	E	F	I	P = ( G! H! E! F! ) / ( I! a! c! b! d! )
				P = probabilidade
				x! = fatorial de x
<b>ATAQUE E NÃO ATAQUE DE FORMIGAS CORTADEIRAS COM E SEM BARREIRAS FISICAS</b>				
(2 TIPOS: CONE PEQUENO E CONE GRANDE)				
H0: Cascas de laranja desprotegidas (em estacas de eucalipto sem barreira) e as cascas de laranja protegidas com cone pequeno acusam proporções iguais no ataque de formigas cortadeiras				
H1: Maior proporção de cascas de laranja desprotegidas (em estacas de eucalipto sem barreira) atacadas do que de cascas de laranja protegidas com barreira (cone pequeno)				
		COM ATAQUE	SEM ATAQUE	
<b>CONE PEQUENO</b>		2	8	10
<b>CONTROLE</b>		10	0	10
		12	8	20
Fatorial				
G! =	3628800		( G! H! E! F! ) =	25432177925400000000000000,00
H! =	3628800		( I! a! c! b! d! ) =	711931434058365000000000000000,00
E! =	479001600			
F! =	40320		P calculado =	0,00036
I! =	2432902008176640000,000			(=0,036%)
a! =	2			α = 0,05 (nível de significância)
b! =	40320			P calculada menor que α, então
c! =	3628800			H0 será REJEITADA
d! =	1			
Essa significância é MENOR que P calculada, então REJEITA Ho,				
concluindo que há diferença na proporção de casca de laranjas atacadas pelas formigas em estacas com e sem cone pequeno				
Aceita H1: Maior proporção de cascas de laranja desprotegidas (em estacas de eucalipto sem barreira				
CONTROLE) atacadas do que de cascas de laranja protegidas com barreira (cone pequeno)				

	<b>CONE GRANDE</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	10
	CONTROLE	<b>10</b>	<b>0</b>	10
		10	10	20
Fatorial				
G! =	3628800		( G! H! E! F! ) =	17340121312772800000000000,00
H! =	3628800		(I! a! c! b! d! ) =	320369145326264000000000000000,00
E! =	3628800			
F! =	3628800		P calculada =	<b>0,00000541</b>
I! =	2,4329E+18		(=0,0005%)	
a! =	1		$\alpha = 0,05$ (nível de significância)	
b! =	3628800		P calculada menor que $\alpha$ , então	
c! =	3628800		H0 será REJEITADA	
d! =	1			
Essa significancia é MENOR que P calculada, então REJEITA Ho,				
concluindo que há diferença na proporção de casca de laranjas atacadas pelas formigas em estacas com e sem cone pequeno				
Aceita H1: Maior proporção de cascas de laranja desprotegidas (em estacas de eucalipto sem barreira - CONTROLE) atacadas do que de cascas de laranja protegidas com barreira (cone grande)				
		COM ATAQUE	SEM ATAQUE	
	<b>CONE PEQUENO</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	10
	<b>CONE GRANDE</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	10
		2	18	20
Fatorial				
G! =	3628800		( G! H! E! F! ) =	1,68615E+29
H! =	3628800		(I! a! c! b! d! ) =	7,11931E+29
E! =	2			
F! =	6402373705728000,00		P calculada =	<b>0,2368421052632</b>
I! =	2432902008176640000,00		(=23,68%)	
a! =	2		$\alpha = 0,05$ (nível de significância)	
b! =	40320		P calculada MAIOR que $\alpha$ , então	
c! =	1		H0 será ACEITA	
d! =	3628800			
Essa significancia é MAIOR que P calculada, então ACEITA Ho,				
concluindo que NÃO há diferença na proporção de cascas de laranja atacadas ou não atacadas pelas formigas em estacas protegidas com cone pequeno e cone grande				
H0: Cascas de laranja protegidas com cone pequeno e cone grande acusam proporções iguais no ataque de formigas cortadeiras				