



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE GURUPI  
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**JUNIOR CESAR RODRIGUES DA SILVA**

**FORÍDEO PARASITOIDE DA FORMIGA-CORTADEIRA *Acromyrmex  
balzani* (Emery, 1890)**

**GURUPI-TO  
2015**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
*CAMPUS* UNIVERSITÁRIO DE GURUPI  
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL

JUNIOR CESAR RODRIGUES DA SILVA

**FORÍDEO PARASITOIDE DA FORMIGA-CORTADEIRA *Acromyrmex*  
*balzani* (Emery, 1890)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Tocantins como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Danival José de Souza

**GURUPI-TO  
2015**



**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

S586f Silva, Junior Cesar Rodrigues da.  
FORÍDEO PARASITOIDE DA FORMIGA-CORTADEIRA *Acromyrmex*  
*balzani* (Emery, 1890) . / Junior Cesar Rodrigues da Silva. – Gurupi, TO, 2015.  
40 f.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins  
– Câmpus Universitário de Gurupi - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em  
Produção Vegetal, 2015.

Orientador: Danival José De Souza

1. Formiga-cortadeira. 2. Pastagem. 3. Phoridae. 4. Parasitoides. I. Título

**CDD 635**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer  
forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte.  
A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184  
do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os  
dados fornecidos pelo(a) autor(a).**



Universidade Federal do Tocantins

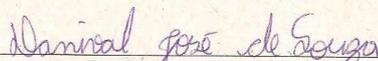
Campus de Gurupi

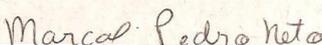
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal

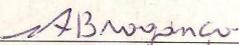
ATA nº 19/2015

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE JUNIOR CESAR RODRIGUES DA SILVA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS

Aos 17 dias do mês de dezembro do ano de 2015, às 13:20 horas, na Sala 15 do Bala II, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Orientador Dr. Danival José de Souza do *Campus* Universitário de Gurupi/ Universidade Federal do Tocantins, Dr. Marçal Pedro Neto do *Campus* Universitário de Gurupi/ Universidade Federal do Tocantins, Prof. Dr. Marcos Antonio Lima Bragança do *Campus* Universitário de Porto Nacional / Universidade Federal do Tocantins, Prof. Dra. Priscila Bezerra de Souza do *Campus* Universitário de Gurupi/ Universidade Federal do Tocantins sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de Junior Cesar Rodrigues da Silva, intitulada "FORÍDEO PARASITOIDE DA FORMIGA-CORTADEIRA *Acromyrmexbalzani* (Emery, 1890)."Após a exposição, a discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo parecer FAVORÁVEL à aprovação, habilitando-o ao título de Mestre em Produção Vegetal. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

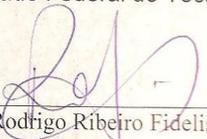
  
Dr. Danival José de Souza  
Universidade Federal do Tocantins  
Orientador e presidente da banca examinadora

  
Dr. Marçal Pedro Neto  
Universidade Federal do Tocantins

  
Dr. Marcos Antonio Lima Bragança  
Universidade Federal do Tocantins

  
Dra. Priscila Bezerra de Souza  
Universidade Federal do Tocantins

Gurupi, 17 de dezembro de 2015.

  
Dr. Rodrigo Ribeiro Fidelis  
Coordenador do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal

A **Deus**, pela vida.

Aos meus pais **José Marcos** e **Orlandina Rodrigues**, e meu grande irmão **Adriel Rodrigues**.

Meus **amigos** e **namorada** pelo apoio.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para essa conquista.

**DEDICO.**

“A diferença entre o *possível* e o *impossível* está na vontade humana.”

(Louis Pasteur)

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, amor e proteção.

Ao Programa de pós-graduação em Produção Vegetal da UFT-Gurupi e a seus docentes, pela oportunidade e ensinamentos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela bolsa de mestrado concedida.

Ao Prof. Dr. Danival José de Souza, pela confiança depositada, orientação, paciência, e ensinamentos passado durante toda jornada.

Ao Prof. Dr. Marcos Bragança, pelo apoio durante a execução desse trabalho.

Aos integrantes da banca examinadora que avaliou referido trabalho.

À minha família, em especial minha mãe Orlandina Rodrigues e irmão Adriel Rodrigues, pela confiança, apoio, incentivo e acreditar que era possível.

Aos colegas do Laboratório de Controle Microbiano de insetos: Aldemir Júnior, Cléia Almeida, Mariela Otoni, Daniela Gonçalves, Rodrigo Domingos, Rodrigo, pelo companheirismo durante essa jornada.

Aos colegas da turma 2014/I de mestrado. E a todos funcionários envolvidos no programa de pós-graduação em Produção Vegetal.

Aos amigos da Casa Amarela (Silvio Maciel e Leandro Alencar), Gustavo Colombo, Mateus Dalcin, Wembles, Raphael Rufone, Rômulo, Guilherme, André, Edmar, Raphael Campestrini, aos ex-integrantes, Renato Jales, Rogel Prates, Paulo Henrique, Daniel Bandeira, agradeço pelo companheirismo, incentivo e apoio.

Aos amigos(a) Rosângela Sousa, Mariana Becher, Marciane Dotto, Kassio Sousa, Marcos Mendes.

À minha amada namorada (Silvana Ribeiro), pelo amor, carinho, apoio e compreensão nessa jornada.

Aos amigos e professores da UFRRJ, que de alguma maneira fizeram parte da minha formação profissional.

A todos esquecidos e lembrados, que direta ou indiretamente contribuíram para a minha formação.

A todos,  
Meus **SINCEROS AGRADECIMENTOS.**

## **Forídeo Parasitoide da formiga-cortadeira *Acromyrmex balzani* (Emery, 1890)**

### **RESUMO**

Colônias de insetos sociais representam um recurso estável no tempo e no espaço. Esta característica contribuem para que um grande número de parasitas sejam encontrados associados a esses insetos. Soma-se a isso o fato de um grande número de indivíduos aparentados geneticamente viverem muito próximo uns dos outros, o que favorece a transmissão de patógenos. Inúmeros inimigos naturais são encontrados entre as formigas-cortadeiras, destacando-se dentre estes forídeos parasitoides (Diptera: Phoridae). Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a ocorrência desses parasitoides em *A. balzani* em duas áreas distintas: pastagem e borda de mata, na cidade de Gurupi, estado do Tocantins. As coletas de operárias forrageadoras ocorreram entre os meses de janeiro a agosto de 2015, em intervalos aproximados de 20 dias, totalizando oito coletas ao final. Foram determinadas três colônias na área de pastagem e três na borda de mata, com uma média de coleta por colônia de  $46 \pm 0,53$  e  $45 \pm 8,4$  (média  $\pm$  desvio padrão) operárias forrageadoras, respectivamente. Ao final dos experimentos, coletaram-se 1.093 operárias na área de pastagem e 1.211 na borda de mata. As operárias coletadas de uma mesma colônia foram mantidas em *container* plástico durante 15 dias sob dieta controlada, temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 h. A fim de verificar se havia relação entre o tamanho das operárias com a taxa de parasitismo, procedeu-se a medição da largura máxima da cápsula cefálica (distância entre os olhos) das operárias. As maiores taxas de parasitismo observadas neste estudo foram registradas nos meses com maior índice pluviométrico e temperatura média, coincidindo com alta umidade relativa, que foram os meses de fevereiro, março e abril. Não houve diferença significativa na média do tamanho das operárias parasitadas comparando com as não parasitadas e as que sobreviveram, e nem entre as duas áreas de estudo. Uma única morfoespécie de forídeo pode ser identificada a partir dos adultos que emergiram. Pelas características morfológicas e comportamentais trata-se de uma espécie do gênero *Apocephalus*.

**Palavras - chave: Formiga-cortadeira, pastagem, Phoridae, parasitoides, sazonalidade.**

## **Phoridae parasitoid of leafcutter ant *acromyrmex balzani* (Emery, 1890)**

### **ABSTRACT**

Social insect colonies represent a stable resource in time and space. These features contribute to a large number of parasites found associated with these insects. Added to this is the fact that a large number of genetically related individuals live very close to each other, which favors the transmission of pathogens. Numerous natural enemies are found between the leaf-cutting ants, standing out among these phorid parasitoids (Diptera: Phoridae). In this sense, this study aimed to evaluate the occurrence of parasitoids in *A. Balzani* in two distinct areas: grassland and edge of forest in the city of Gurupi, state of Tocantins. The collections of foraging workers occurred between the months January to August 2015, approximately once every 20 days, totaling eight sessions to end. They were determined three colonies in the pasture area and three in the forest edge, with an average collection per colony of  $46 \pm 0.53$  and  $45 \pm 8.4$  (mean  $\pm$  standard deviation) forage workers, respectively. At the end of the experiments, collected up 1,093 workers in the pasture area and 1,211 in the forest edge. Workers gathered from a single colony were kept in plastic containers during 15 days under controlled diet, temperature 25 ° C and 12 hour photoperiod. In order to verify the relationship between size of the worker and parasitism rate, it was measured the maximum width of the head capsule (distance between the eyes) of the workers. The higher parasitism rates were recorded in the months with the highest rainfall and average temperature index, coinciding with high relative humidity, i. e., February, March and April. There was no significant difference in the average size of parasitized workers compared to non-parasitized and those that survived, nor between the two areas of study. A single morphospecies of Phoridae was identified from the emerged adults. Its morphological and behavioral characteristics indicate a species of *Apocephalus* genus.

**Keywords:** leaf-cutting ants, pasture, Phoridae, parasitoids, seasonality.

## SUMÁRIO

1-	LISTA DE FIGURAS .....	12
2-	LISTA DE TABELAS .....	13
3-	INTRODUÇÃO .....	14
4-	REVISÃO DE LITERATURA .....	16
4.1-	as formigas cultivadoras de fungo e as formigas-cortadeiras .....	16
4.2	<i>Acromyrmex balzani</i> (Emery, 1890) (Hymenoptera: Formicidae) .....	18
4.3	Inimigos naturais de formigas-cortadeiras .....	20
4.4	Forídeos parasitoides de formigas-cortadeiras .....	21
5-	MATERIAL E MÉTODOS .....	23
5.1	Caracterização da área de estudo .....	23
5.2	Coleta das operárias de <i>Acromyrmex balzani</i> e obtenção de forídeos .....	24
5.3	Medição da largura da cápsula cefálica .....	25
5.4	Procura de estágios de forídeos no interior dos ninhos .....	26
6-	ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	27
7-	RESULTADOS .....	27
7.1	Proporção de operárias forrageadoras parasitadas, pupas e forídeos .....	27
7.2	Medição da largura máxima da cápsula cefálica .....	30
8-	Dados Climáticos .....	32
9-	DISCUSSÃO.....	32
9.1	Proporção e frequência de operárias parasitadas, de pupas e emergência de forídeos...32	
9.2	Largura máxima da cápsula cefálica .....	34
10-	GÊNERO <i>Apocephalus</i> Coquillett .....	36
11-	DADOS COMPLEMENTARES.....	36
12-	CONCLUSÕES .....	38

## 1- LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1-</b> Detalhes da cápsula cefálica e dos espinhos mesonotais de <i>Acromyrmex balzani</i> e <i>Acromyrmex landolti</i> , respectivamente.....	14
<b>Figura 2-</b> Área Borda de Mata.....	19
<b>Figura 3-</b> Área de Pastagem.....	19
<b>Figura 4-</b> Ninho escavado, câmaras no sentido vertical e dimensões de 10 cm.....	21
<b>Figura 5-</b> Detalhe do local onde ocorre a saída da larva em uma operária forrageadora A. <i>balzani</i> .....	24
<b>Figura 6-</b> Detalhes das pupas.....	24
<b>Figura 7-</b> Detalhe dos forídeos adultos.....	24
<b>Figura 8-</b> Taxa de parasitismo de operárias forrageadoras, pupas e forídeos nos meses de coletas, pastagem (A) e borda de mata (B) .....	25
<b>Figura 9 -</b> Médias da largura máxima da cápsula cefálica das operárias parasitadas, não parasitadas e as que sobreviveram, ambos das duas áreas de estudo (pastagem e borda de mata). Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si ao nível de 5 % de probabilidade (Teste-t: duas amostras presumindo variâncias equivalentes, $P < 0,05$ ) .....	26
<b>Figura 10-</b> Gráfico referente a (média $\pm$ desvio padrão) das medidas da Cápsula Cefálica das áreas (pastagem e borda de mata) e de uma amostra coletada de um ninho na área do experimento.....	27

**Figura 11-** Dados climáticos observados durante o período de janeiro a Agosto de 2015.....28

**Figura 12-** Detalhe das duas armadilhas contendo cola entomologica, e vasilhame cobrindo uma das armadilhas.....33

## **2- LISTA DE TABELAS**

**Tabela 01:** Dados de parasitismo de operárias forrageadoras, pupas e emergência de forídeos e percentagem do total de operárias coletadas durante todo experimento.....23

### 3- INTRODUÇÃO

Os gêneros *Atta* e *Acromyrmex*, pertencem à Família Formicidae, popularmente conhecidas como formigas-cortadeiras, cortam partes frescas de vegetais, principalmente folhas, para o cultivo de um fungo *Leucoagaricus gongylophorus*. *Acromyrmex balzani* é uma espécie que tem como característica principal o hábito de cortar monocotiledôneas, em especial espécies da família Poaceae. A distribuição geográfica, a frequência e a densidade de formigas Attini estão ligadas a fatores como as condições ambientais, o tipo de vegetação, tipo de solo e a precipitação média anual (Pereira et al., 1997).

Apesar da população de seus ninhos não ser muito numerosa, eles podem ocorrer em alta densidade em algumas áreas, causando danos severos, pois cortam as gramíneas muito rentes ao solo. Há registros na literatura de 120 ninhos ha<sup>-1</sup> (Gonçalves, 1961), de 1.058 ninhos ha<sup>-1</sup> em pastagens de *Panicum laxum* e de 2.441 ninhos ha<sup>-1</sup> em áreas com predominância de *Cynodon dactylon* e *Paspalum notatum* (Mendes et al., 1992). Para o Estado da Bahia, há registros da ocorrência de *A. balzani* em densidades de ninhos variáveis de 800 a 900 ha<sup>-1</sup> (Lewis, 1975) e de 25 a 1.900 ha<sup>-1</sup>, com maiores valores em pastagens com predominância de *Panicum maximum* e de *Paspalum* sp. e reduzidas densidades em pastos de *Brachiaria decumbens* (Silva et al., 2003). Seus ninhos apresentam câmaras superpostas verticalmente com uma torre de palha no orifício (Della Lucia, 1993). Segundo Caldato (2010), as dimensões das câmaras foram variáveis quanto à altura (2 a 13 cm), largura (3 a 15 cm) e comprimento (4,5 a 14 cm), e a profundidade das câmaras em relação ao solo também era variável, sendo que a primeira câmara variou de 4 a 26 cm e a última de 30 a 160 cm, e o número de câmaras variou de 2 a 5 por ninho, sendo a ligação entre elas por meio de um canal vertical. A rainha dessa espécie geralmente é encontrada na última câmara de fungo, a qual pode ter 10 cm de diâmetro e 6 cm de altura.

As formigas-cortadeiras estão frequentemente associados com parasitoide, esse pertencente à família Phoridae. Os forídeos que parasitam essas formigas usam o corpo do hospedeiro para completar seu ciclo de vida. Os ataques de forídeos podem ocasionar impacto no comportamento de forrageamento das saúvas, diminuindo o transporte de vegetais (Bragança et al. 1998, Tonhasca & Bragança 2000).

As taxas de parasitismo de forídeos sobre as operárias forrageadoras podem variar de acordo com o ambiente, local de estudo e dados climáticos. Bessa et al. (2009) avaliou nas espécies de saúvas *Atta laevigata* e *Atta sexdens*, coletadas em trilhas de forrageamento e conduzidas no laboratório, uma taxa de parasitismo no reflorestamento de *Eucalyptus* sp. (4,4%) sendo significativamente menor que no cerrado (12,9%). Em reflorestamento de *Eucalyptus* sp. sem sub-bosque, Tonhasca Jr. (1996) encontrou uma taxa de parasitismo de 2,2% em operárias de *Atta sexdens* retiradas de trilhas. Em ambiente de cerrado, Bragança & Medeiros (2006) encontraram 2,8% de parasitismo total de *Atta laevigata* por *Apocephalus vicosae* Disney, *Neodohniphora erthali* e *Apocephalus attophilus*.

O ambiente tem relação com os ataques do parasitoides. Alguns autores relatam uma redução das taxas de abundância e de ataque de forídeos em ninhos que estavam localizados na extremidade do fragmento, comparado com aqueles ninhos que ficavam mais de 200 m da borda. Este efeito negativo foi explicado por condições climáticas desfavoráveis na borda da floresta, como a maior temperatura, umidade mais baixa e maior variação destas variáveis (Almeida et al., 2008; Gomes et al., 2013).

Outro dado de extrema importância a ser avaliado é o tamanho médio das forrageadoras atacadas pelos parasitoides, determinado pela largura da cápsula cefálica. Sendo que dentre as forrageadoras que possuem cápsulas cefálicas maiores representam uma fonte de alimento potencialmente maior, uma vez que o desenvolvimento da larva depende desse alimento. Assim, alguns trabalhos foram realizados a fim de comparar o tamanho médio de uma amostra ao acaso das forrageadoras para fazer comparações do tamanho médio entre as operárias parasitadas sem formação de pupa do parasitoide, com pupa mas sem emergência do parasitoide e com emergência da mosca. (Feener, 1987; Tonhasca et al., 2001; Bragança et al., 2009).

O conhecimento da relação do parasitoide com o hospedeiro é de extrema importância para estabelecer um método de manejo no controle dessa espécie de formigas-cortadeiras, uma vez que, encontramos poucas informações sobre o assunto. Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a ocorrência de forídeos parasitoides em *A. balzani* em duas áreas distintas: pastagem e borda de mata. E verificar se a vegetação teve alguma interferência na taxa de parasitismo, referente as duas áreas.

## 4- REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1- As formigas cultivadoras de fungo e as formigas-cortadeiras

As formigas cultivadoras de fungo constituem um grupo especializado no cultivo de um fungo simbiote, usado na sua alimentação, todas pertencem à tribo Attini, um clado que atualmente engloba gêneros que são cultivadores de fungos e outros que não o são (Ward, Brady et al., 2015). Atualmente, existem 16 gêneros cultivadores de fungos, sendo eles: *Acromyrmex*, *Apterostigma*, *Atta*, *Cyatta*, *Cyphomyrmex*, *Kalathomyrmex*, *Mycetagroicus*, *Mycetarotes*, *Mycetophylax*, *Mycetosoritis*, *Mycocepurus*, *Myrmicocrypta*, *Paramycetophylax*, *Pseudoatta*, *Sericomyrmex* e *Trachymyrmex* (Bolton, 2006). Os gêneros de formigas que são consideradas como formigas-cortadeiras são *Acromyrmex* (quenquéns) e *Atta* (saúvas), pois elas possuem o hábito de recortar e transportar material vegetal fresco como folhas e flores para o interior de seus ninhos<sup>1</sup> onde será usado como substrato para o crescimento e desenvolvimento do fungo simbiótico que elas cultivam para sua alimentação (De Fine Licht & Boomsma, 2013).

As colônias de formigas-cortadeiras apresentam uma das mais complexas organizações sociais mesmo comparando-a com outros insetos eussociais. Isso graças, sobretudo, ao polimorfismo acentuado entre as operárias, visivelmente no gênero *Atta*, uma característica que permite a realização de diversas tarefas como a manutenção e reprodução das colônia (Della Lucia et al., 2011). Seus ninhos são compostos de câmaras (painéis) e túneis ou galerias (canais) escavados no solo pelas operárias, sendo o solo retirado pelas operárias para construção das câmaras e canais é depositado na superfície, formando o monte de terra solta ou murundu.

A diferença na construção de ninhos entre as espécies de formigas-cortadeiras, bem como a complexidade da arquitetura pode ser uma estratégia da espécie para sua perpetuação, pois oferece proteção contra inimigos naturais e condições adversas do clima (Moreira et al., 2007).

Em espécies do gênero *Acromyrmex*, os ninhos possuem uma estrutura mais simples quando comparados aos de *Atta*, a área externa do ninho pode ser formada por terra solta,

---

<sup>1</sup> Ninho e colônia definem coisas diferentes, embora sejam intercambiáveis em muitas situações. Ninho refere-se à estrutura física onde vivem os insetos sociais. Ele pode ser confeccionado a partir de uma diversidade de material (madeira, solo, plantas vivas, por exemplo). O ninho é uma característica marcante dos insetos eussociais. Colônia é composta pelos vários indivíduos da mesma espécie e é dividida, no caso dos insetos eussociais, em pelo menos duas castas: uma casta reprodutiva e uma casta operária. Uma colônia pode estar localizada em um ou em vários ninhos.

terra solta e palha ou fragmentos vegetais (Della Lucia, 1993). Os ninhos desse gênero de formiga geralmente são inconspícuos, dificultando sua localização e controle, pouco profundos e apresentam, na sua maioria, um pequeno número de câmaras quando comparados aos ninhos de *Atta* (Moreira et al., 2007).

As formigas-cortadeiras possuem ampla distribuição geográfica, ocorrem do sul dos Estados Unidos, seguindo pela América Central (com menos frequência em algumas ilhas das Antilhas), e continuando por todos os países da América do Sul (exceto o Chile) até o centro da Argentina (Gonçalves, 1961; Farji-Brener, 1995). No Brasil, elas ocorrem em todo território nacional, abrangendo todos os biomas. No caso de *Acromyrmex*, destacam-se quatro regiões principais (do norte ao sul): Amazônia, Caatinga e ao norte do cerrado, na região central do bioma Mata Atlântica e nos campos sulinos e o pampa. Do gênero *Atta*, identificam-se cinco regiões: a parte sul da América Central, a Bacia Amazônia e entorno, a caatinga, parte norte da Mata Atlântica e no sul do Cerrado e os pampas (Solomon et al., 2008; Della Lucia, 2011).

As formigas-cortadeiras são consideradas pragas de grande importância econômica em virtude dos danos que ocasionam em áreas agrícolas, silviculturas, pastoris e áreas urbanas. A sua complexa organização social, a qual inclui um elaborado comportamento que livra o interior da colônia de muitos parasitas, torna difícil a implementação de métodos de controle biológico (Della Lucia, 2011).

Algumas espécies de formigas cortam preferencialmente plantas monocotiledôneas, a exemplo de *Atta capiguara*, *Atta bisphaerica* e *Acromyrmex balzani*, causando, portanto, prejuízos às pastagens. Estes prejuízos incluem a redução da capacidade dos pastos em função da sua redução pelo corte *per se*, isto é, elas podem causar danos severos em razão do corte da pastagem rente ao solo, e pelo fato de carregarem as sementes das gramíneas, dificultando a formação do pasto (Della Lucia, 1993). Como consequência do corte, ocorre a infestação da pastagem por ervas daninhas, empobrecimento do solo, desvalorização da terra e competição com os bovinos (Amante, 1967; Fowler & Robinson, 1977).

A preocupação com o controle de formigas-cortadeiras é constante em muitos agroecossistemas, dentre os métodos de controle mais utilizados está o controle químico, sendo o produto químico aplicado diretamente nos ninhos, nas formulações em pó, líquida ou nebulizáveis e na forma de iscas granuladas, aplicadas nas proximidades das colônias. O controle biológico certamente é uma área promissora de pesquisa, a necessidade de conhecimentos biológicos básicos para que estratégias de controle, principalmente de formigas-cortadeiras, possam de fato ser aplicadas (Boaretto & Forti, 1997).

#### 4.2 *Acromyrmex balzani* (Emery, 1890) (Hymenoptera: Formicidae)

Existe uma semelhança entre as espécie *Acromyrmex balzani* e *Acromyrmex landolti*, porém, dentre as características de ambas, algumas podem ser primordiais para distingui-las. A primeira apresenta uma forma típica da cápsula cefálica, sendo um pouco mais estreita e os espinhos mesonotais anteriores possuem cerca de metade ou pouco menos do seu comprimento na forma típica (Fig. 1), e pelos olhos menores. Os tubérculos dos ângulos occipitais são muito variáveis e não servem para distingui-las, outros caracteres da cabeça não são seguros (Gonçalves, 1961).

- (A) *Acromyrmex balzani*



(FOTO: April Nobile/ antweb.org)

- (B) *Acromyrmex landolti*



(FOTO: Jeffrey Sosa-Calvo / antweb.org)

**Figura 1-** Detalhes da cápsula cefálica e dos espinhos mesonotais de *Acromyrmex balzani* (A) e *Acromyrmex landolti* (B), respectivamente.

No Brasil, existem 26 espécies e 11 sub-espécies aceitas do gênero *Acromyrmex*, podendo ser encontrado ninhos em todo território nacional, e a distribuição geográfica juntamente com a frequência e a densidade dessa espécie estão diretamente ligados a fatores como as condições ambientais, o tipo de solo, o tipo de vegetação e precipitação média anual (Della Lucia, 1993).

Além de apresentar ampla distribuição, *A. balzani* é especializada em cortar apenas monocotiledôneas e em razão disso tem importância econômica em áreas de pastagem e arroz sequeiro (Gonçalves, 1961). Além de apresentar grande densidade de ninhos causando grandes prejuízos à agricultura (Della Lucia & Oliveira, 1993).

A densidade de ninhos por área é variável, há registros na literatura de 120 ninhos ha<sup>-1</sup> (Gonçalves, 1967), de 1.058 ninhos ha<sup>-1</sup> em pastagens de *Panicum laxum* e de 2.441 ninhos ha<sup>-1</sup> em áreas com predominância de *Cynodon dactylon* e *Paspalum notatum* (Mendes et al., 1992). Para o Estado da Bahia, há registros da ocorrência de *A. balzani* em densidades de ninhos variáveis de 800 a 900 ha<sup>-1</sup> (Lewis, 1975) e de 25 a 1.900 ha<sup>-1</sup>, com maiores valores em pastagens com predominância de *Panicum maximum* e de *Paspalum* sp. e reduzidas densidades em pastos de *Brachiaria decumbens* (Silva et al., 2008). Segundo Sousa-Souto et al. (2013), em estudos recentes sobre distribuição espacial, estabeleceu que agregação de colônias *A. balzani* pode ser devido à heterogeneidade de habitats ou referem-se a estratégia de fundação colônia e a alta densidade de forma agregada distribuído montes de formigas encontradas neste estudo indicam que *A. balzani* fazer não mostrar um comportamento agressivo para defesa de seus sites de forrageamento.

Seus ninhos são construídos em locais abertos, ensolarados e em solos de pouca umidade e apresentam como característica peculiar uma torre construída de fragmentos de palhas e outros resíduos vegetais que os protegem. Nas proximidades das torres encontram-se montículos de terra de forma semicircular e ao lado, o lixo trazido do interior dos ninhos.

Na caracterização de ninhos de *A. balzani* feita por Mendes et al. (1992) em Minas Gerais, foram encontradas de três a seis câmaras por ninhos, com profundidade total de 53 a 124 cm e Pimenta et al. (2007), estudando a mesma espécie de formiga em Goiás, observaram ninhos com quatro e cinco câmaras e profundidade de 72 a 95 cm. Para as condições do Estado de Sergipe, Poderoso et al. (2009) constataram ninhos contendo de uma a cinco câmaras, com profundidade máxima de 150 cm. Na região de Botucatu-SP, segundo Caldato

(2010), as dimensões das câmaras foram variáveis quanto à altura (2 a 13 cm), largura (3 a 15 cm) e comprimento (4,5 a 14 cm), e a profundidade das câmaras em relação ao solo também era variável, sendo que a primeira câmara variou de 4 a 26 cm e a última de 30 a 160 cm, e o número de câmaras variou de 2 a 5 por ninho, sendo a ligação entre elas por meio de um canal vertical. A rainha dessa espécie geralmente é encontrada na última câmara de fungo, a qual pode ter 10 cm de diâmetro e 6 cm de altura.

Em um ninho já estabelecido, a população varia de 337 a 2.832 indivíduos vivendo em ninhos onde a cultura do fungo se desenvolve sobre pedaços de gramíneas não muito recortadas, que medem de 2 a 5 mm de comprimento, abrangendo um volume que varia de 35,07 a 147,8 mL em cada câmara (Caldato, 2010).

### **4.3 Inimigos naturais de formigas-cortadeiras**

Quanto ao ataque de inimigos naturais, a fase de formação de novas colônias pode ser considerada a mais crítica, uma vez que as fêmeas virgens aparecem na superfície do ninho materno para saírem em revoada, neste momento, elas ficam vulneráveis à captura por aves. Em outro momento, durante a escavação do ninho, elas continuam sendo presas relativamente fáceis de aves, sapos, lagartos e artrópodes (Anjos et al., 1998; Araújo et al., 2015).

Várias espécies de coleópteros são inimigos naturais das cortadeiras, dentre essas, duas espécies de Scarabaeidae, *Canthon virens* e *Canthon dives*, podendo ser considerados predadores exclusivos de içás. Alguns autores descreveram o comportamento de predação *C. virens*, desde a aproximação da presa, a típica maneira de “monta” na região notal do tórax, a preparação para decaptação e a decaptação da presa, o transporte “rolamento” da presa abatida até o ninho e, o enterrio da mesma no ninho (Forti et al., 2012; Araújo et al., 2015). Relatos descritos por D’Araújo e Silva et al. (1968), descrevem outro coleóptero como predador de içás em formigueiros iniciais, a espécie *Taeniolobus sulcipes* (Carabidae). Porém, sua importância é mínima como agente controlador dessa praga. Outro coleóptero da família Lycidae foi encontrado em ninhos de *Atta texana*, podendo ser um predador em função do hábito carnívoro das larvas, as quais podem consumir larvas e adultos de formigas (Waller & Moser, 1990). Outros artrópodes predadores relatados são as aranhas, ácaros e percevejos (*Vespa angrensis*, Reduviidae) que desempenham papel de inimigos naturais das formigas-cortadeiras, e salienta as primeiras como principais predadoras das içás na época da revoada (Mariconi, 1970).

Fungos entomopatogênicos são inimigos naturais de muitas espécies de insetos, inclusive de formigas-cortadeiras, agindo como importantes reguladores das suas populações. Assim, os jardins de fungos de formigas da tribo Attini são continuamente ameaçados por

diferentes tipos de microrganismos: fungos antagonistas aos jardins de fungo, como *Cunninghamella elegans*, *Syncephalastrum racemosum* e *Trichoderma harzianum*, que são levados pelas formigas com o material vegetal que elas recolhem ou são adquiridos a partir do solo (Rodrigues et al., 2008).

Os fungos do gênero *Escovopsis* são encontrados nos jardins de quase todas as formigas Attini. Quando presentes, esses fungos podem ocasionar um decréscimo no acúmulo de biomassa do jardim, diminuição na produção de pupas, larvas e operárias, levando assim a um retardo no crescimento da colônia (Currie, 2001). Espécies de fungos Ascomicetos, como *Metarhizium* e *Beauveria* são entomopatogênicos generalistas, sendo virulentos a diversos insetos sociais, inclusive as formigas-cortadeiras. As espécies *M. anisopliae* e *B. bassiana* são bastante estudadas como agentes de controle biológico de muitos insetos pragas (Hughes et al., 2004).

Os parasitoides são insetos bem pequenos que vivem parte de sua vida dentro de um hospedeiro. Esse hospedeiro é geralmente um outro inseto que acaba morrendo devido ao parasitismo. São conhecidos um pequeno grupo de espécies de Hymenoptera parasitoides, especialmente da família Diapriidae, e outro grupo de moscas da família Phoridae, também parasitoides. Segundo Loiacono (1987), algumas espécies de *Szelenyiopria* atuam como endoparasitoides primários, solitários ou gregários, de larvas de formigas e são conhecidas as seguintes associações entre *S. lucas* e *Acromyrmex ambiguus*, no Uruguai; *S. pampeana* e *A. lobicornis*, na Argentina e *S. talitae* sobre *A. subterraneus subterraneus* no Brasil (Loiacono et al., 2000; Margaría, 2009; Loiacono et al., 2013).

#### **4.4 Forídeos parasitoides de formigas-cortadeiras**

A família Phoridae pertence à ordem Diptera, sendo o nome forídeo originário da palavra grega *phora*, que significa movimento rápido, em referência à velocidade durante o seu deslocamento característico. Eles são de tamanho pequeno, entorno de 0,5 a 5,5 mm de comprimento, e são facilmente reconhecidos pela venação característica, pelos fêmures posteriores longos e pelo aspecto corcundo (McAlpine et al., 1987).

A família apresenta ampla distribuição mundial, tendo a maior diversidade de espécie nos trópicos. Eles também exibem grande diversidade de estilos de vida larval entre os insetos, possuindo assim diferentes hábitos de saprofagia, herbivoria, predadoras ou parasitoides especializadas (Disney, 1994).

Além da ampla distribuição, essa família é bastante diversa, com cerca de 240 gêneros, sendo aproximadamente a metade apresenta associações com insetos sociais, dos quais, 60 gêneros exclusivamente associados às formigas (Feener, 2000). O maior número de casos

registrados de parasitoidismo por forídeos ocorre em formigas (Disney, 1994), sendo que as interações entre as formigas *Solenopsis* spp. e forídeos do gênero *Pseudacteon* têm sido as mais estudadas (Morrison & Porter, 2005; Vazquez et al., 2006).

O parasitismo de saúvas e quenquéns por forídeos foram registrados pela primeira vez por Borgmeier (1928). Desde então, vários trabalhos foram publicados, por esse autor, relacionando estas formigas com forídeos parasitoides. Esse mesmo autor descreveu cerca de 20 espécies de forídeos associados a formigas-cortadeiras. Atualmente, segundo revisão realizada por Bragança (2011) são conhecidas 66 espécies de forídeos parasitoides associados a nove espécies do gênero *Atta* e 19 espécies do gênero *Acromyrmex* pode existir variação no número de espécies devido algumas dúvidas relacionadas à taxonomia, juntamente com alguns casos em que não foi, ainda, comprovado o parasitoidismo (Bragança, 2011).

Os forídeos parasitoides destas formigas pertencem a três gêneros: *Apocephalus*, *Myrmosicarius* e *Eibesfeldtphora*, as taxas de parasitismo são relativamente baixas, entorno de 2 a 4%, dependendo do hospedeiro, forídeo e localidade em estudo. No entanto, a presença de forídeos sob as trilhas de formigas reduz o número de formigas forrageando (Bragança et al. 1998, Tonhasca & Bragança 2000, Tonhasca et al. 2001).

Os casos de parasitoidismo podem ser espécie-específicos, isto é, uma espécie de forídeo ataca apenas uma espécie de cortadeira, ou ocorrem casos em que um forídeo ataca mais de uma espécie de formiga e espécies de cortadeiras que são atacadas por mais de uma espécie de forídeo parasitoides. As estratégias de ataque dos parasitoides contra as forrageadoras e os locais de oviposição no corpo das saúvas não ocorre variação, as espécies *Eibesfeldtphora declinata*, *Eibesfeldtphora tonhascai* e *Myrmosicarius grandicornis* perseguem e atacam as operárias de saúvas ao longo de suas trilhas de forrageamento, realizando a oviposição na cabeça das formigas (Tonhasca, 1996; Bragança et al., 1998; Tonhasca et al., 2001).

Em observações realizados por Elizalde & Folgarait (2012), quatro comportamentos relacionados com o hospedeiro (*Acromyrmex* e *Atta*) sendo *Atta Vollenweider* e sete espécies de *Acromyrmex* (*A. crassispinus*, *A. fracticornis*, *A. heyeri*, *A. hispidus Santschi*, *A. lobicornis*, *A. lundii*, e *A. striatus*) exibida por forídeos foram definidos: (1) que empoleira-se: quando o forídeo estava sentado no lado do forrageamento trilha, ninho, ou se recusar a pilha, com o cabeça voltada para as formigas; (2) de vôo: quando o forídeo estava voando para chegar perto de um formiga, voltou ao local para pousar, passou de poleiro para poleiro, ou movido ao longo do forrageamento trilha; (3) atacando: quando o forídeo tocado uma formiga para pelo menos um segundo, de modo a depositar um ovo; (4) aterragem em uma

folha: quando o forídeos desembarcou na folha transportado por uma formiga, geralmente antes de um ataque.

## 5- MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado no *Campus* de Gurupi da Fundação Universidade Federal do Tocantins, sul do Estado do Tocantins, cujas coordenadas geográficas são (11°44'27,9'' S; 49°03'3,31'' W). Segundo classificação climática de Köppen, o clima é tropical com estação seca, com temperatura média de 26,4 °C e pluviosidade média anual de 1.483 mm. As colônias estudadas estavam localizadas em duas áreas distintas:

a) área composta de grama esmeralda (*Zoysia japonica*), com área de 688 m<sup>2</sup>, localizada na borda de um fragmento de Cerradão, cuja área é de 88.938,73 m<sup>2</sup> (8,89 ha), Área de Preservação Permanente (APP);



Foto: Google Earth

**Figura 2-** Área Borda de Mata localizada no Campus Universitário de Gurupi, Universidade Federal do Tocantins.

b) área constituída por pastagens, composta principalmente por capim *Andropogon* (*Andropogon gayanus* Kunth) e uma pequena parte de *Brachiaria decumbens*, com área total de 32.486,8 m<sup>2</sup> (3,24 ha).



**Figura 3-** Área de Pastagem.

Foto: Google Earth.

Para melhor esclarecimento será denominado um nome para cada área já descrita acima. Área composta de grama esmeralda (*Zoysia japonica*) será chamada de (Borda de mata) e área composta por pastagens será chamado de (Pastagem).

## 5.2 Coleta das operárias de *Acromyrmex balzani* e obtenção de forídeos

As coletas ocorreram nos meses de janeiro a setembro de 2015, em um intervalo de 20 dias, totalizando 8 coletas. Foram determinados três ninhos na área de pastagem e três na borda de mata, com uma média de coleta por ninho de  $46 \pm 0,53$  e  $45 \pm 8,4$  (média  $\pm$  desvio padrão) operárias forrageadoras de *A. balzani*, totalizando em 1.093 e 1.211 operárias, respectivamente. Com auxílio de uma pinça entomológica, as operárias foram coletadas nas trilhas, no momento do forrageamento, no horário de 5h30 às 7h, sendo algumas coletas feitas no período noturno, entre as 20 e 21h.

As operárias coletadas de um mesmo ninho foram mantidas em um mesmo container plástico com dimensões de 45 cm x 25 cm x 12 cm = 13,5 dm<sup>3</sup> (13,5 L) durante 15 dias, acondicionadas em câmara climatizada (B.O.D.) a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $80 \pm 5\%$  UR, no laboratório de Controle Microbiano de Insetos da Universidade Federal do Tocantins, e alimentadas com solução de mel a 10%, diariamente. Essa metodologia foi baseada e adaptada de outros estudos realizados por (Tonhasca, 1996; Erthal & Tonhasca, 2000; Tonhasca et al., 2001; Bragança et al., 2002) na qual, ressaltam que o intervalo de 15 dias é o período de manifestação de parasitismo por forídeos. Assim, era feito diariamente no mesmo horário, uma vistoria no container de plástico, coletando-se as formigas mortas que apresentavam sinais de parasitismo, já descritos (Erthal & Tonhasca, 2000; Bragança et al., 2002) ou desconhecidos até aquele momento, e as individualizando em tubos de Eppendorf 5mL com

algodão e mantidas na câmara até a emergência das moscas. As moscas emergidas foram mantidas em tubos de Eppendorf 5 mL com álcool a 70%, e enviadas para identificação taxonômica.

### **5.3 Medição da largura da cápsula cefálica**

Ao final do período de 15 dias, foi realizado o levantamento da proporção das operárias que exibiam sinais de parasitismo, e as mortas sem sinais, bem como aquelas que sobreviveram. A fim de verificar se havia relação entre o tamanho das operárias com a taxa de parasitismo, procedeu-se a medição da largura máxima da cápsula cefálica (distância entre os olhos) das operárias, obtida com o auxílio de uma ocular micrométrica (0,1 mm de precisão) acoplada a um microscópio estereoscópio (Greenough Leica S8 APO™ com apocromático 8:1). A medição inclui todas as operárias mortas que apresentavam sinais de parasitismo, as mortas sem sinal, e de uma amostra aleatória de 10 formigas que sobreviveram ao final do período de cada avaliação.

A fim de constatar diferenças entre o tamanho das operárias forrageadoras e aquelas que desempenhavam outras funções dentro do ninho, foi feito a escavação de um ninho de *A. balzani*, na mesma área do experimento, que tinha por característica uma profundidade de 1,55 m, contendo 4 câmara com fungo sendo cada uma com dimensão de 10 cm de diâmetro, distanciada de aproximadamente 30 cm uma da outra no sentido vertical (Fig. 4), após a escavação foi realizado a coleta de 452 formigas aleatoriamente e feita a medição da cápsula cefálica.



Foto: Silva, Jr. C.R., (2015).

**Figura 4-** Ninho escavado e detalhes das câmaras no sentido vertical, com dimensões de 10 cm x10 cm.

#### **5.4 Procura de estágios de forídeos no interior dos ninhos**

A fim de verificar presença de pupas e larvas de forídeos, foi realizada uma escavação e a coleta do lixo de um ninho, utilizando ferramentas manuais (pá de escavar, enxada). Antes da escavação foram coletados o lixo contido nas proximidades do ninho (uma vez que essa espécie não existe câmara específico para lixo), e colocados em potes plásticos. Após a escavação, foram coletados todo fungo de cada câmara colocando em potes plásticos individuais. Depois de coletado, todo o material foi transportado para laboratório de Controle Microbiano de insetos da Universidade Federal do Tocantins, onde foi feito uma triagem do material, utilizando microscópio estereoscópio.

Para escavação e coleta dos materiais do ninho de *A. balzani*, foi utilizada a metodologia de Araújo & Della Lucia (1997), com adaptações.

## 6- ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para análise do tamanho da cápsula cefálica das operárias forrageadoras (parasitadas, não parasitadas e as que sobreviveram) foi aplicado o Teste de média: (Teste t; LSD: duas amostras presumindo variâncias equivalentes,  $P < 0,05$ ).

Os dados de tamanho das operárias forrageadoras das duas áreas (pastagem e borda de mata), comparando com as do ninho escavado, foram submetidos à análise de variância e as médias separadas pelo Teste t (Fisher ou LSD) múltiplos.

A diferença na taxa de parasitismo das duas áreas foram apresentadas com médias  $\pm$  erro padrão, sendo o mesmo realizados pelo programa BioEstat (5.0).

## 7- RESULTADOS

### 7.1 Taxa de parasitismo de operárias forrageadoras parasitadas, pupas e forídeos

Na área de pastagem foram coletadas um total de 1.093 operárias forrageadoras de *A. balzani*, desse total, 78 (7,1%) operárias estavam parasitadas por forídeos (Tabela 1), obtendo 126 pupas do parasitoides, com uma média de 1,6 larvas por hospedeiro sendo que apenas 22 forídeos emergiram a partir dessas pupas (17,5% de taxa de emergência). As proporções de operárias parasitadas, pupas e forídeos no decorrer do período de janeiro a agosto, estão representadas na Fig. 8A. Obteve operárias parasitadas e pupas nos meses de janeiro a julho,

e ausência no mês de agosto. A ocorrência de forídeos ocorreu apenas nos meses de fevereiro, março, abril, maio e julho, totalizando 22 forídeos (Fig. 7).

Das 1.211 operárias forrageadoras coletadas na área da borda de mata, apenas cinco (0,4%) estavam parasitadas, tendo cinco larvas, com a emergência de um (0,08%) forídeo (Tabela 01). Durante os meses de coleta demonstrado na Fig. 8B, ocorreu apenas duas operárias parasitadas no mês de janeiro e três em abril, dando origem a cinco larvas, emergindo apenas um forídeo no mês de abril.

**Tabela 01:** Dados de parasitismo de operárias forrageadoras, pupas e emergência de forídeos e porcentagem do total de operárias coletadas durante todo experimento.

Os sinais de parasitismo observados nas operárias forrageadoras oriundas das duas áreas estudadas são predominantemente os mesmos. A larva se desenvolve no tórax e sai através de uma abertura entre o pronoto e a propleura (Fig. 5), fora do hospedeiro, essa larva passa para o estágio de pupa. O número de larvas de forídeos por operária variou de um a cinco. A duração média entre o estágio de larva e a eclosão do adulto foi de 15-18 dias. A larva apresenta coloração esbranquiçada e pupa de cor marrom ficando da mesma cor do hospedeiro (Fig. 6).

	Nº Operárias Coletadas	Operárias Parasitadas		Pupas		Emergência	
		Total	%	Total	%	Total	%
<b>Pastagem</b>	1.093	78	7,1	126	11,5	22	2,0
<b>B. de mata</b>	1.211	5	0,4	5	0,4	1	0,08



Foto: Silva, Jr. C.R., (2015).



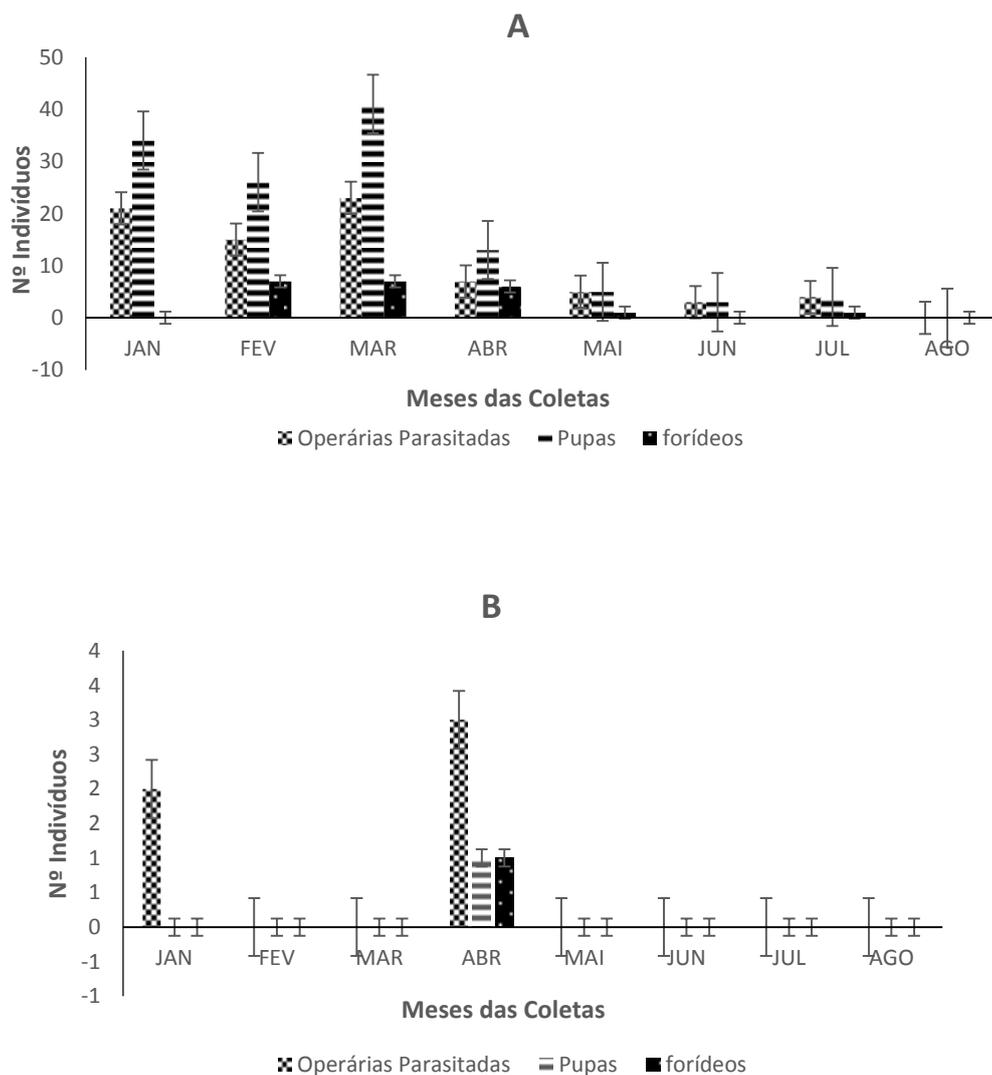
Foto: Silva, Jr. C.R., (2015).

**Figura 6-** Detalhes das pupas.



Foto: Silva, Jr. C.R., (2015).

**Figura 7-** Detalhe dos forídeos adultos.



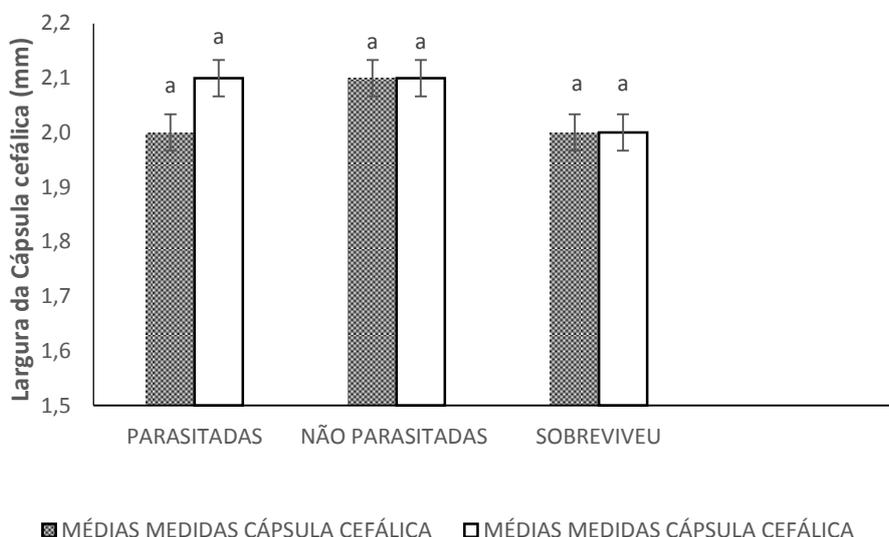
**Figura 8-** Taxa de parasitismo de operárias forrageadoras, pupas e forídeos nos meses de coletas, pastagem (A) e borda de mata (B).

A frequência de parasitismo variou no decorrer dos meses referente as coletas, tendo a maior frequência de operárias parasitadas (18,25%) e de pupas (32,54%) ocorreu no mês de março. Nos meses seguintes, observou-se redução acentuada da frequência de parasitismo na área de pastagem. Logo, os resultados de frequência da área da borda de mata teve de parasitismo (2,19%) e pupas (0,7%), ocorrendo apenas nos meses de janeiro e abril.

Por meio de comparações dos sinais de parasitismo, característica de larva e pupa e o comportamento das larvas nos trabalhos realizados por Bragança & Medeiros (2006), pode-se destacar que o parasitoide referente a esse trabalho é do gênero *Apocephalus*.

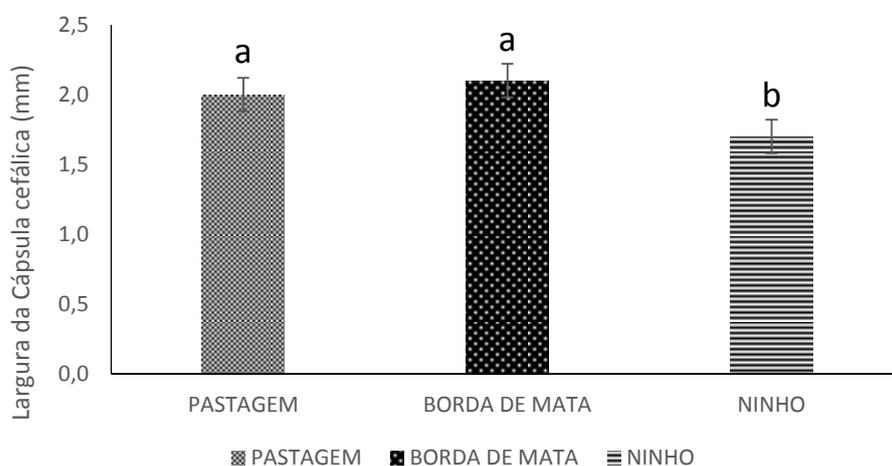
## 7.2 Medição da largura máxima da cápsula cefálica

A fim de verificar se existe diferença significativa entre o tamanho das operárias forrageadoras parasitadas, não parasitadas e as que sobreviveram, no final do período de 15 dias de cada coleta foi realizada medição da largura máxima da cápsula cefálica (c.c) das operárias oriundas das duas áreas (pastagem e borda de mata, Fig. 9).



**Figura 9** - Médis da largura máxma da cápsula cefálica das operárias parasitadas, não parasitadas e as que sobreviveram, ambos das duas áreas de estudo (pastagem e borda de mata). Médis seguidas pela mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si ao nível de 5 % de probabilidade (Teste-t: duas amostras presumindo variâncias equivalentes,  $P < 0,05$ ).

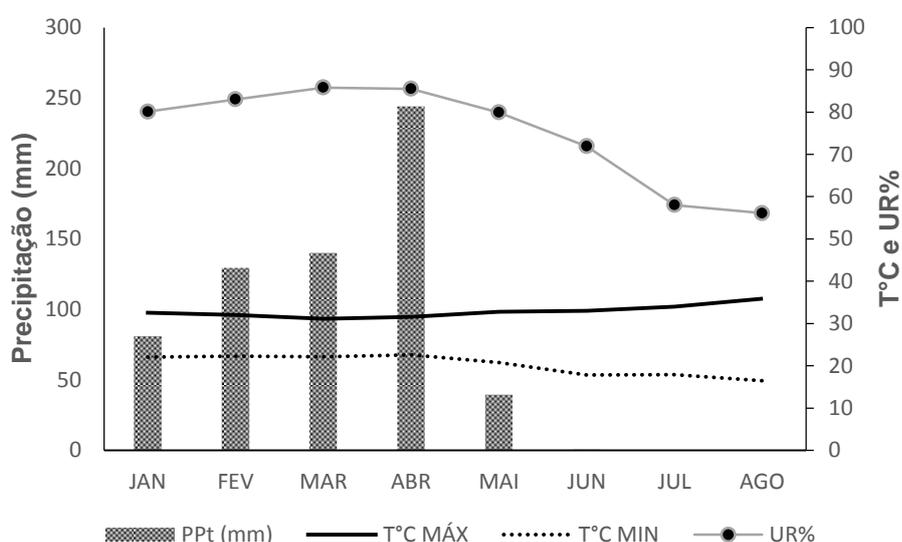
Foi realizado medição da cápsula cefálica das operárias parasitadas da área de pastagem, borda de mata e de uma amostra realizada de um ninho escavado na área do experimento. As médis obtidas foram de 2,0 mm na área de pastagem, 2,1 mm na borda de mata, e 1,7 mm no ninho do experimento (Fig. 10). Logo, houve diferença significativa entre as médis das duas áreas (pastagem e borda de mata) comparada com a do ninho.



**Figura 10-** Gráfico referente à média  $\pm$ desvio padrão das medidas da cápsula cefálica das áreas (pastagem e borda de mata) e de uma amostra coletada de um ninho na área do experimento. Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si ao nível de 5 % de probabilidade (Teste-t: duas amostras presumindo variâncias equivalentes,  $P < 0,05$ ).

## 8- Dados Climáticos

Durante o período em que ocorreram as coletas (jan/2015 a ago/2015) a temperatura variou de máxima de 33 °C e mínima de 20,3°C, com umidade relativa do ar entorno de 80,1% a 56,1%, seguido de uma precipitação média mensal de 79,4 mm. O mês de abril apresentou o maior índice de precipitação, com 244 mm, enquanto os meses de julho e agosto não apresentaram nenhum índice de precipitação (Fig. 11).



**Figura 11-** Dados climáticos observados durante o período de janeiro a Agosto de 2015.

## 9- DISCUSSÃO

### 9.1 Proporção e frequência de operárias parasitadas, de pupas e emergência de forídeos.

Para dados comparáveis, porcentagens de parasitismo natural no gênero *Atta* (*Atta laevigata*, *Atta sexdens*, *Atta cephalotes*) são maiores do que em *Acromyrmex* (*A. crassispinus*; *A. fracticornis*; *A. heyeri*; *A. hispidus*; *A. lobicornis*; *A. lundii* e *A. striatus*) verificado em trabalhos realizados no Brasil e na Argentina. Segundo esses autores, ocorre uma variação de 0,9-2,2% em espécies *Acromyrmex* e de 3,8-20,2% em *Atta* (Tonhasca Jr., 1996; Bragança et al., 2009; Elizalde & Folgarait, 2010).

Bragança & Medeiros (2006) encontraram 2,8% de parasitismo total de *Atta laevigata* em um estudo realizado no cerrado, sendo inferior àquela registrada em trabalho realizado na Região Sudeste com o mesmo hospedeiro (4,0%) (Erthal & Tonhasca, 2000), ambos utilizando a mesma metodologia. Neste estudo, em que, das 78 operárias parasitadas emergiram 22 (2%) forídeos, dos quais 15 (68%) são machos e 7 (32%) fêmeas, uma razão de 2:1 machos por fêmeas. Nesse sentido Bragança *et al.* (2009) em trabalho conduzido no laboratório tendo como hospedeiro *Atta sexdens rubropilosa*, e parasitoide o *E. elongata*, obteve emergência de 218 moscas sendo 114 machos (52,3%) e 104 fêmeas (47,7%), razão sexual de 1:1 machos por fêmea.

As maiores taxas de parasitismo observados neste estudo foram registrados nos meses com maior índice pluviométrico e temperatura média, coincidindo com alta umidade relativa, que foram os meses de fevereiro, março e abril. Também, nesse período obteve-se maior número de larvas e emergência de forídeos. Dados diferentemente opostos encontrados em estudos realizados com *Atta laevigata*, por Bragança & Medeiros (2006), e estudos de Martins (2015) com *Atta bisphaerica*, ambos obtiveram maiores taxas de parasitismo nos meses secos do ano (junho a agosto) e a diminuição desse parasitoide em períodos mais chuvosos.

Uma hipótese que justifica esses resultados, seria que *A. balzani*, nos meses mais secos do ano, muda seus horários de forrageamento passando a ser à noite e encerrando de madrugada, assim observado nesse trabalho. Portanto, atividade de forídeos é usualmente descrita na literatura sendo diurna (Feener & Brown, 1993; Orr, 1992; Tonhasca Jr, 1996).

Outra hipótese que justificaria essa diferença seria a bioecologia da espécie de formiga-cortadeira envolvida no estudo, onde a curta distância de forrageamento, que nesse trabalho foi registrado de 2,5 metros, enquanto que as do gênero *Atta* é de 150 metros. Isto faz com que o comportamento do parasitoide envolvido nessa espécie seja diferente, uma vez que, os ataques se dão no ato do forrageamento. Estudo realizado por Poderoso *et al.* (2009) caracterizando a dinâmica do forrageamento da *A. balzani*, mostrou uma distribuição de indivíduos a partir de 0,60 a 2,50 metros em torno do orifício de entrada do ninho.

Segundo Almeida (2004), em um estudo realizado nos remanescentes da floresta Atlântica nordestina, foi registrado maior número de ataques de forídeos em operárias de *Atta cephalotes* durante a estação chuvosa do que durante a estação seca. Alguns trabalhos relatam que a sazonalidade no parasitismo por forídeos que utilizam diferentes espécies de cortadeira parece variar muito de acordo com o local de realização do estudo. Algumas diferenças encontradas quanto à sazonalidade do parasitismo por forídeos, indica que o parasitismo pode

ser melhor explicado em escala local variando de acordo com o habitat (Bragança & Medeiros, 2006; Elizalde & Folgarait, 2010; Guillade & Folgarait, 2011; Gomes et al., 2013).

Na área da borda de mata, utilizando a mesma metodologia da área da pastagem, foram coletadas 1.211 operárias forrageadoras. Dentre essas, apenas cinco operárias (0,4% do total) estavam parasitadas, dando origem a cinco larvas e com emergência de um forídeo (0,08%), durante todo período do experimento. O mês de abril foi o de maior índice de precipitação, sendo também o único mês em que ocorreram operárias parasitoidizadas e surgimento de larva e emergência do forídeos, nos demais meses, não houve casos de parasitoidismo nessa área.

Dentre as características que diferenciam as duas áreas, está a localização dos ninhos. Na borda de mata os mesmos se encontram na borda do fragmento de cerrado, ambiente distinto da pastagem, apresentando uma vegetação que contém árvores de diversos tamanhos seguido de um sub-bosque. Afim de avaliar diferenças na ação dos parasitoides sobre formigas-cortadeiras devido ao efeito de borda, Almeida (2004) selecionou cinco colônias adultas de *A. cephalotes* no interior e cinco na borda da floresta e verificou maior abundância e frequência de parasitoides no centro da floresta em relação a borda do fragmento, concluindo que o efeito de borda pode ser a principal causa de distúrbios ocasionados na dinâmica populacional dos forídeos, uma vez que o dessecamento do ambiente juntamente com a variação da temperatura, umidade relativa do ar, está relacionado com a redução na atividade desse parasitoide.

Outro estudo demonstra que a taxa de abundância ou menor frequência de ataque de forídeos ocorreram em ninhos que estavam localizados na extremidade do fragmento de mata comparado com ninhos que estava mais de 200 m da borda. Este efeito negativo foi explicado por condições climáticas desfavoráveis na borda da floresta, como a maior temperatura, umidade mais baixa e maior variação destes variáveis (Almeida et al., 2008; Gomes et al., 2013).

A raridade de forídeos parasitoides na área da borda de mata está ligado a exposição aos inimigos naturais, algo que não ocorre na pastagem, considerando a pastagem um monocultivo. Esta hipótese merece ser melhor investigada, uma vez que muito pouco se conhece sobre os inimigos naturais dos forídeos parasitoides. A quantidade de inimigos naturais concomitante ao aumento de pragas têm sido demonstradas para áreas de cultivos e reflorestamentos comparadas com ambientes de vegetação nativa nas proximidades (Bragança et al., 1998; Silva & Pesquero, 2008).

## **9.2 Largura máxima da cápsula cefálica**

Os valores médios da largura máxima da cápsula cefálica, quando comparamos as médias referente às áreas de pastagem e borda de mata, não houve diferença significativa, portanto, quando se faz a comparação das duas áreas com o ninho terá uma diferença significativa, demonstrando que as operárias que realizam o forrageamento são diferente o seu tamanho em relação as que ficam no interior do ninho.

Dados similares encontrados nesse trabalho foram observados por Andrade (2002), em distribuição de três subcastas, pequena, média e grande, para as subespécies *Acromyrmex subterraneus subterraneus* e *Acromyrmex subterraneus molestans*. Portanto, esse autor relata que as operárias pequenas foram as predominantes dentro da colônia e as médias sendo a porção intermediária, diferentemente do que ocorre em *A. balzani* que as operárias grandes ocupam a porção intermediária da colônia e as médias foram as menos predominantes.

Trabalho desenvolvido por Caldato (2010) obteve as seguintes medidas: operárias pequenas (cápsula cefálica: 0,7 a 1,0 mm), operárias médias (cápsula cefálica: 1,1 a 1,8 mm) e operárias maiores (cápsula cefálica: 1,9 a 3,1 mm), sendo essa última, a classe onde se enquadra os resultados aqui apresentados. Essa informação é relevante uma vez que larvas de forídeos consomem grande parte do conteúdo da cápsula cefálica do hospedeiro, independentemente do local de oviposição, sendo comum por forídeos de diversos gêneros (Tonhasca, 1996; Erthal & Tonhasca, 2000; Bragança et al. 2002).

Não houve diferença significativa na média do tamanho das operária de *A. balzani* parasitadas comparando com as não parasitadas e as que sobreviveram, e nem entre as duas áreas de estudo. Alguns estudos apontam que o tamanho médio de operárias de *A. laevigata* parasitadas por *Eibesfeldtphora erthali* Brown provavelmente está relacionado ao maior tamanho deste parasitoide, que tem cerca de duas vezes o tamanho de *A. vicosae* (Bragança & Medeiros, 2006). Portanto, as espécies de forídeos atacando *Atta* são diferentes daquelas atacando *Acromyrmex* (Elizalde & Folgarait, 2011), de forma que as informações recolhidas para o sistema *Atta*-forídeos não podem ser extrapoladas para o sistema de *Acromyrmex*-forídeos.

Lopes (2004) relata que o tamanho grande de operárias de *A. balzani* é atuante em diversas tarefas dentro e fora da colônia, juntamente com as operárias pequenas e médias, mas, o que não ocorre em outras espécies de *Acromyrmex*, onde as operárias grandes são responsáveis apenas por tarefas externas do ninho. Isso ocorre provavelmente pelo fato da população das colônias de *A. balzani* ser menos numerosa que as outras.

Após a triagem dos materiais coletados à campo, não foram encontrados nenhum vestígios de pupas e forídeos, nem mesmo no fungo e no lixo. Porém, há necessidade de

realizar mais estudos nesse sentido, para confirmação desse parasitoides dessa espécie de formiga-cortadeira, sendo de grande contribuição para trabalhos futuros de manejo.

#### 10- GÊNERO *Apocephalus*

Mais de 300 espécies são conhecidas neste gênero, considerado como o maior grupo de moscas parasitoides de formiga da família Phoridae que é organizado em dois subgêneros: *Apocephalus* e *Mesophora* Borgmeier. Todas espécies de *Apocephalus*, subgênero *Apocephalus*, são parasitoides de formigas adultas, se desenvolvem na cabeça da formiga, que adquiriram o nome comum " moscas decapitando formiga". Espécies de outro subgênero, *Mesophora* Borgmeier, são parasitoides de outros hospedeiros, como abelhas, vespas, besouros (Brown, 2001).

Observações feitas em laboratório por Bragança & Medeiros (2006), demonstraram que a fêmea de *Apocephalus vicosae* introduz o ovo no interior da cápsula cefálica através das partes bucais das operárias de *Atta laevigata*. Após eclodir, a larva migra para o tronco do hospedeiro, onde se alimenta e completa seu desenvolvimento até a fase de pupa. Foi observado também que as operárias mortas parasitadas por *A. vicosae* apresentam uma abertura entre o pronoto e a propleura, por onde é possível observar uma larva ou a pupa do parasitoide, sendo esta da mesma cor da formiga.

Neste estudo, foi observado uma abertura entre o pronoto e a propleura em operárias mortas e parasitadas. Desse local, ocorreu a saída da larva que empupou fora do hospedeiro. A larva possuía dimensões variando de 0,7 a 1,1 mm de largura e 1,8 a 2,0 mm de comprimento, de coloração marrom (Fig. 5). Também foi observado a decapitação em algumas operárias parasitadas, com orifícios entre as mandíbulas por onde ocorria a saída da larva e posterior empupação fora do hospedeiro. Em todos os casos, a pupa permaneceu fixa na parede do tubo de microcentrifugação do tipo Eppendorf. Apresentando um estágio pupal de duração média de 15 a 18 dias. A mosca adulta tem comprimento variando de 2,0 a 3,5 mm.

#### 11- DADOS COMPLEMENTARES

Armadilhas com cola entomológica (Cola entomológica Colly®) foram confeccionadas e instaladas na área da pastagem, na borda do ninho de *A. balzani*, onde permaneceu por 72 horas, nos dias 30 de novembro a 03 de dezembro. O objetivo desse procedimento foi verificar a ocorrência de forídeos nas proximidades do ninho e se estes possuíam atividade noturna ou diurna. A família Phoridae é considerada mega diversa e seus hábitos alimentares são os mais variados. Por isto, os dados de coleta com armadilhas só são válidos com a confirmação do status de parasitoide da espécie coletada. Considerando isso, duas armadilhas foram instaladas, sendo uma coberta durante o dia, das 6h às 18h e a outra coberta durante o período noturno, isto é de 18 h às 6 horas. (Fig. 12). Foram coletados cinco indivíduos na armadilha que permaneceu descoberta durante a noite, enquanto que na armadilha diurna nenhum indivíduo foi coletado. O aparecimento de forídeo somente a noite pode ser considerado um hábito desse parasitoide. Outras coletas são necessárias para se confirmar se o padrão de atividade dessa espécie de forídeo é noturno ou se ele simplesmente acompanha o ritmo de forrageamento das operárias.



Foto: Silva, Jr. C.R., (2015).

**Figura 12-** Detalhe das duas armadilhas contendo cola entomologica e vasilhame cobrindo uma das armadilhas.

## 12- CONCLUSÕES

Podemos concluir com esse trabalho que:

- Foi possível observar ocorrência de parasitismo de forídeo em *Acromyrmex balzani*;
- Na área da pastagem ocorreu a maior taxa de parasitismo em relação à borda de mata;
- Os meses que apresentaram maior taxa de parasitismo foram aqueles com alto índice de precipitação e alta umidade relativa (março e abril);
- As operárias que realizam o forrageamento são de tamanho superior as que ficam dentro do ninho.
- Não houve diferença no tamanho da cápsula cefálica entre as operárias forrageadoras parasitadas e não parasitadas.

### 13- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, W. R., (2004), 'Fragmentação florestal: redução no controle da formiga- cortadeira *Atta cephalotes* por moscas parasitoides'. Dissertação (mestrado) Universidade federal de Pernambuco. Centro de Ciência Biológica. Biologia vegetal, p. 257, 251-257.
- Almeida, WR, Wirth, R., Leal, IR (2008), Redução de parasitismo de forídeos em formigas-cortadeiras em uma floresta Atlântica brasileira mediada Edge. *Entomologia Experimentalis et Applicata* p.129: 251-257.doi: 10.1111/j.1570-7458.2008.00774.x.
- Amante, E. (1967), '*Atta capiguara*, praga das pastagens'. *O Biológico*, (v. 33, n. 6), p. 113-120.
- Andrade, A.P.P. (2002), 'Biologia e taxonomia comparada das subespécies de *Acromyrmex subterraneus* Forel, 1893 (Hymenoptera, Formicidae) e contaminação das operárias por iscas tóxicas. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. p. 168, 160-168.
- Anjos, N.; Della Lucia, T. M. C.; Mayhé-Nunes, A. J. (1998). Guia prático sobre formigas cortadeiras em reflorestamentos. Ponte Nova-MG: Graff Cor Ltda. 97p.
- Araújo, M. S.; Rodrigues, C. A.; Oliveira, M. A.; Jesus, F. G. (2015). Controle biológico de formigas-cortadeiras: o caso da predação de fêmeas de *Atta* spp. por *Canthon virens*. *Revista de Agricultura Neotropical*, Cassilândia-MS, v. 2, n. 3, p. 8–12, jul./set.
- Araújo, M.S., Della Lucia, T.M.C. (1997), 'Caracterização de ninhos de *Acromyrmex laticeps nigrosetosus* Forel, em povoamento de eucalipto em Paraopeba, MG'. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v.26, p. 205-207.doi: 10.1590/S0301-80591997000100029.
- Bessa, L. A.; Silva, H. C. M.; Silva, L. C.; Pesquero, M. A. (1999), 'Taxa de parasitismo de forídeos (Díptera: Phoridae) em saúvas *Atta laevigata* e *A. sexdens* (Hymenoptera: Formicidae)'. *Jornada Ciências Biológicas*. Universidade Estadual de Goiás- Morrinhos.
- Boaretto, M.A.C. Forti, L.C. (1997), 'Perspectivas no controle de formigas cortadeiras'. Departamento de Defesa Fitossanitária da FCA/UNESP. Série Técnica IPEF v. 11, n. 30, p. 31-46.
- Bolton, B.; Alpert, G.; Ward, P.; Naskrecki, P. (2006). Bolton's catalogue of the ants of the world: 1758-2005. Cambridge: Harvard University Press, 504p.
- Borgmeier, T. (1928). Nota prévia sobre alguns phorídeos que parasitam formigas-cortadeiras dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*. *Boletim Biológico*, v. 14, p. 119-126.
- Bragança, M. A. L; Tonhasca Jr, A.; Della Lucia, T. M. C. (2009). Características biológicas e comportamentais de *Neodohrniphora elongata* Brown (Diptera, Phoridae), um parasitóide

- da saúva *Atta sexdens rubropilosa* Forel (Hymenoptera, Formicidae). *Revista Brasileira de Entomologia* v.53(4): p. 600–606.
- Bragança, M.A.L. & Medeiros, Z.C.S. (2006), ‘Ocorrência e características biológicas de forídeos parasitoides (Díptera: Phoridae) da saúva *Atta laevigata* (Smith) Hymenoptera: Formicidae) em Porto Nacional, TO’. *Neotropical Entomology*, v.35, p. 408-411. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2006000300018>.
- Bragança, M.A.L. et al. (1998), Effects of environmental heterogeneity on Lepidoptera and Hymenoptera populations in Eucalyptus plantations in Brazil. *Forest Ecology and Management*. v. 103, p. 287-292. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(97\)00226-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(97)00226-0).
- Bragança, M.A.L., A. Tonhasca JR. & D.D.O. Moreira. (2002), ‘Parasitism Characteristics of two phorid fly species in relation to their host, the leaf-cutting ant *Atta laevigata* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae)’. *Neotropical Entomology*. v.31: p.241-244. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2002000200010>.
- Bragança, M.A.L., Tonhasca Jr, A., Della Lucia, T.M.C. (1998), ‘Reduction in the foraging activity of the leaf-cutting ant *Atta sexdens* caused by the phorid *Neodohniphora* sp.’ *Entomologia Experimentalis et Applicata*, v.89, p.305-311.doi: 10.1046/j.1570-7458.1998.00413.x.
- Bragança, MAL. (2011), Parasitoides de formigas-cortadeiras. Em: Della Lucia, TMC (ed.) *Formigas-cortadeiras: da bioecologia Ao manejo*. Viçosa, Editora da UFV, p.421, 321-343.
- Brown, B.V. (2001), ‘Taxonomic revision of *Neodohniphora*, subgenus *Eibesfeldtphora* (Díptera: Phoridae)’. *Insect Systematics and Evolution*, v.32, p.393-409.doi: 10.1163/187631201X00272.
- Caldato, N. (2010), ‘Biologia de *Acromyrmex balzani* Emery, 1890 (Hymenoptera, Formicidae)’. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. p.92, 28-35.
- Currie, C. R. (2001), ‘Prevalence and impact of a virulent parasite on a tripartite mutualism’. *Oecologia, Berlin*, v. 128, n. 1, 99-106.doi: 10.1007/s004420100630.
- D’Araújo e Silva, A.G., Gonçalves, C.R., Galvão, D.M.; Golçalves, A. J.L., Gomes, J.; Silva, M.N. e Simone, L. (1968), ‘Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil. Seus parasitos e predadores’. Parte II. Primeiro Tomo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, Serviço de Defesa Sanitária Vegetal, p.622.
- De Fine Lichta, H. H.; Schiøtt, M.; Rogowska-Wrzesinska, A.; Roepstorff, S. N. P.; Boomsma J. J. (2013). Laccase detoxification mediates the nutritional alliance between leaf-cutting ants and fungus-garden symbionts PNAS v. 110, n. 2, p.583–587.
- Della Lucia, T. M. C.(ed.). (1993), ‘As formigas cortadeiras’. Viçosa, p.262, 156-160.

- Della Lucia, T.M.C. & Souza, D.J. (2011). Importância e história de vida das formigas-cortadeiras. In: DELLA LUCIA, T.M.C. Formigas-cortadeiras: da Bioecologia ao manejo. Viçosa, MG, Ed. UFV, 421p.
- Della Lucia, T.M.C.; Moreira, D.D.O. Caracterização dos ninhos. In: Della Lucia, T.M.C. (1993). As formigas-cortadeiras. Viçosa, MG: Sociedade de investigações florestais. Cap 8. p.84-105.
- Disney, R.H.L. (1994), 'Scuttle flies: the Phoridae'. London: Chapman & Hall. doi: 10.1007/978-94-011-1288-8.
- Elizalde L, Folgarait P. J. (2012). Behavioral strategies of phorid parasitoids and responses of their hosts, the leaf-cutting ants. *Journal of Insect Science* v.12: p.135. doi: [10.1673/031.012.13501](https://doi.org/10.1673/031.012.13501)
- Elizalde, L., & Folgarait, P. J. (2010), 'Host diversity and environmental variables as determinants of the species richness of the parasitoids of leaf-cutting ants. *Journal of biogeography*, v. 37: 2305-2316. doi: 10.1111/j.1365-2699.2010.02361.x.
- Erthal, M. J. R. & Tonhasca Jr., A. (2000), 'Biology and oviposition behavior of the phorid *Apocephalus attophilus* and the response of its host, the leaf-cutting ant *Atta laevigata*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. p.95: 71-75. doi: 10.1046/j.1570-7458.2000.00643.x.
- Farji Brener, A. G., (1995). 'Ecology of the leaf-cutting ant *Acromyrmex lobicornis* in Patagonia: Actual distribution, possible expansion routes and effects on the local plant community. In: *International Pest Ant Symposium*, 6. Ilhéus'. Anais. Ilhéus: UESC, p.101, 67-73.
- Feener, D. H. Jr., (1987), Size-selective oviposition in *Pseudacteon crawfordi* (Diptera: Phoridae), a parasite of fire ants. *Annals of the Entomological Society of America* v.80: p.148-151. doi: <http://dx.doi.org/10.1093/aesa/80.2.148>.
- Feener, D.H., Jr. (2000), 'Is the assembly of ant communities mediated by parasitoids?' *Oikos* p.90:79-88. <http://www.jstor.org/stable/3547111> Page Count: 10.
- Feener, DH JR. & Brown Bv. (1993), 'Oviposition behavior of na ant-parasitizing fly. *Neodohrniphora curvinervis* (Diptera: Phoridae), and defense behavior by its leaf-cutting ant host *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Formicidae)'. *Journal of Insect Behavior* v.6: p.675-688. doi: 10.1007/BF01201669.
- Forti, L. C.; Rinaldi, I. M. P.; Camargo, R. S.; Fujihara, R. T. (2012) Predatory behavior of *Canthon virens* (Coleoptera: Scarabaeidae): a predator of leafcutter ants. *Psyche*, New York, p.1-5.

- Fowler, H.G.; Robinson, S.W. (1977), 'Foraging and grass selection by the grass-cutting ant *Acromyrmex landolti fracticornis* (Forel) (Hymenoptera, Formicidae) in habitats of introduced forage grasses in Paraguay.' *Bulletin Entomological Research*, v.67, p.659-666.doi: <http://dx.doi.org/10.1017/S0007485300007021>.
- Gomes, D.; Elizalde, L. & Queiroz, J. M. (2013). Parasitoids of the endangered *Atta robusta* Borgmeier leafcutter ant species in urban and natural áreas. *Revista Brasileira Entomologia*, v. 37: p.335-339. <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262013000300013>.
- Gonçalves CR, 1967. *Acromyrmex multiconodus* (Forel, 1901), sinônimo de *Acromyrmex niger* (F. Smith, 1858) (Hymenoptera: Formicidae). *Revista Brasileira Entomologia*. São Paulo, v.12, p.17-20.
- Gonçalves, C.R. (1961), 'O Gênero *Acromyrmex* no Brasil (Hymenoptera: Formicidae).' *Stud. Entomol. Petrópolis*, v.4, n.114, p.113-180.
- Guillade, A. C., & Folgarait, P. J. (2011), 'Life-history traits and parasitism rates of four phorid species (Diptera: Phoridae), parasitoids of *Atta vollenweideri* (Hymenoptera: Formicidae) in Argentina.' *Journal of economic entomology*, p.104: 32-40.
- Hughes, W. O. H. et al. (2004), 'Diversity of entomopathogenic fungi near leaf-cutting ant nest in a neotropical forest, with particular reference to *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae*.' *Journal of Invertebrate Pathology*, San Diego, v. 85, p. 46-53.doi:10.1016/j.jip.2003.12.005.
- Lewis, T. (1975), 'Colony size, density and distribution of the leaf-cutting ant *Acromyrmex octospinosus* (Reich) in cultivated fields. Transactions of Royal'. *Entomological Society of London*, v. 127, n. 1, p. 51-64. doi: 10.1111/j.1365-2311.1975.tb00552.x.
- Loiácono, M. S. (1987), 'Un nuevo diáprido (Hymenoptera) parasitoides de larvas de *Acromyrmex ambiguus* (Emery) (Hymenoptera: Formicidae) en el Uruguay'. *Revista de la Sociedad Entomológica de Argentina*, Buenos Aires, v. 44, p. 129-136.
- Loiácono, M. S.; Margaría, C. B.; Aquino, D. (2013) '*Diapriinae* wasps (Hymenoptera: Diaprioidea: Diapriidae) associated with ants (Hymenoptera: Formicidae) in Argentina'. *Psyche*, Cambridge, v. 2013, Article ID 320590. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/320590> (acesso no dia 13/09/2015).
- Loiácono, M.; Margaría, C. (2000), 'Systematic and cladistic analysis of the myrmecophilic genus *Gymnopria* Loiácono (Hymenoptera: Diapriidae)'. *Insect, Systematic & Evolution, Germany*, v. 31, n. 2, p.187-200.
- Loiácono, M.; Margaría, C. A. (2009), '*Szelenyopria pampeana* (Loiácono) n. comb., parasitoid wasps (Hymenoptera: Diapriidae) attacking fungus growing ant, *Acromyrmex*

- lobicornis* Emery (Hymenoptera: Formicidae: Attini)' in La Pampa, Argentina. *Zootaxa*, Auckland, v. 2105, p.63-65.
- Lopes, J.F.S. (2004), 'Diferenciação comportamental de espécies de *Acromyrmex* spp. (Mayr, 1865) (Hymenoptera, Formicidae) cortadeiras de monocotiledôneas e dicotiledôneas.' Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, Brasil. p.93. 52-63.
- Mariconi, F.A.M. (1970). As Saúvas. Ed. Agronômica. Ceres. 167p.
- Martins, H. C. (2015), 'Aspectos da biologia e ecologia de três espécies de Forídeos parasitoides da saúva *Atta bisphaerica*'. Dissertação, Viçosa Minas Gerais – Brasil, p.75, 45-51.
- Mcalpine, J.F.; Wood, D.M. (eds). (1987). 'Manual of Nearctic Diptera'. Ottawa, *Research Branch Agriculture Canada Monograph* v.32, Canadá. p.689-712.
- Mendes, W.B.A., Freire, J.A.H., Loureiro, M.C., Nogueira, S.B., Vilela, E.F., Della Lucia, T.M.C. (1992) 'Aspectos ecológicos de *Acromyrmex balzani* (Emery, 1890) (Formicidae: Attini) no município de São Geraldo, Minas Gerais'. In: *Anais da Sociedade Entomológica Brasileira*, v. 21, n. 2, p.155-68.
- Moreira, A.A., Forti, L.C., Castellani, M.A; Andrade, A.P.P. (2007), 'Arquitetura dos ninhos das formigas-cortadeiras de gramíneas'. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Laboratório de Insetos Sociais-Praga, Botucatu, SP, Brasil. *Biológico*, São Paulo, v.69, suplemento 2, p.83-85.
- Morrison, L.W. & Porter, S.D. (2005), 'Testing for population-level impacts of introduced *Pseudacteon tricuspis* flies, phorid parasitoids of *Solenopsis invicta* fire ants.' *Biological Control*, v.33, p.9-19.doi:10.1016/j.biocontrol.2005.01.004.
- Orr, M., (1992), 'Parasitic flies (Diptera:Phoridae) influence foraging rhythms and cast division of labor in the leaf-cutter ant, *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Formicidae).' *Behavioral Ecology and Sociobiology*, v.30: p.395-402. doi: 10.1007/BF00176174.
- Pereira, R.C. (1997) 'Fatores ambientais e ocorrência de Attini em reflorestamento de eucalipto'. In: *International Pest Ant Symposium*, 6, Encontro De Mirmecologia, 13. Ilhéus. Anais. Ilhéus: UESC, p.76, 40-42.
- Pimenta, L.B., Araújo, M.S., Lima, R.; Silva, J.M.S., Naves, V.G.O. (2007), 'Dinâmica de forrageamento e caracterização de colônias de *Acromyrmex balzani* (Emery, 1890) (Hymenoptera: Formicidae) em ambiente de cerrado goiano'. *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal*, n.9, p.1-12.
- Poderoso, J.C.M.; Ribeiro, G.T., Gonçalves, G.B., Mendonça, P.D., Polanczyk, R.A., Zanetti, R., Serrão, J.E., Zanucio, J.C. (2009), 'Nest and foraging characteristics of *Acromyrmex*

- landolti balzani* (Hymenoptera: Formicidae) in Northeast Brazil'. *Sociobiology*, v.54, n.2, p. 361-371. <http://www.csuchico.edu/biol/Sociobio>.
- Rodrigues, A., Bacci, M. Jr., Mueller, U. G., Ortiz, A.; Pagnocca, F. C. (2008), 'Microfungal "weeds" in the leaf cutter ant symbiosis'. *Microbial Ecology*, Washington, v. 56, n.4, p. 604-614. doi: 10.1007/s00248-008-9380-0.
- Silva, D.R., Pesquero, M.A. (2008), 'Efeito da vegetação natural na incidência de insetos benéficos e pragas em agroecossistemas'. In: VI Seminário de Iniciação Científica, Anápolis, Goiás, 21-22 out. Disponível em: <http://www.prp.ueg.br/sic2008/fronteira/flashsic/animacao/VISIC/sic2008.swf>. (Acesso em: 27 outubro de 2015).
- Silva, K.S.; Boaretto, M.A.C.; Forti, L.C.; Moreira, A.A.; Khouri, C.R.; Lemos, O.L.; Ribeiro, A.E.L.; Viana, A.E.S. (2003), 'Arquitetura de ninhos de *Acromyrmex balzani* (Moellerius) (Hymenoptera, Formicidae).' In: XVI Simpósio de Mirmecologia, Florianópolis. Anais. Florianópolis. p.165-167.
- Solomon, S. E., Bacci, M. (2008), 'Paleodistributions and Comparative Molecular Phylogeography of Leafcutter Ants (*Atta* spp.) Provide New Insight into the Origins of Amazonian Diversity. *Plos One* '3(7).doi: 10.1371/journal.pone.0002738.
- Sousa-Souto, L., Arleu.; Viana Junior B., Nascimento, E. S. (2013). Spatial Distribution of *Acromyrmex balzani* (Emery) (Hymenoptera: Formicidae: Attini) Nests Using Two Sampling Methods. *Sociobiology* v.60(2): p.162-168. doi: 10.13102/sociobiology.v60i2.162-168.
- Tonhasca Jr, A. (1996), 'Interactions between a parasitic fly, *Neodohrniphora declinata* (Diptera: Phoridae), and its host, the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae)'. *Ecotropica*, v.2, p.157-164.
- Tonhasca Jr, A. (1996), Interactions between a parasitic fly, *Neodohrniphora declinata* (Diptera: Phoridae), and its host, the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae). *Ecotropica*, v.2, p.157-164. <http://www.cabi.org/isc/abstract/19981103106>
- Tonhasca Jr, A.; Bragança, M.A.L.; Erthal, M. J R. (2001), 'Parasitism and biology of *Myrmosicarius grandicornis* (Diptera, Phoridae) in relationship to its host, the leaf-cutting ant *Atta sexdens* (Hymenoptera, Formicidae)'. *Insectes Sociaux*, v.48, p.154-158. doi: 10.1007/PL00001759.
- Tonhasca Jr., A. & M.A.L. Bragança. (2000). Effect of leaf toughness on the susceptibility of the leaf-cutting ant *Atta sexdens* to attacks of a phorid parasitoid. *Insectes Sociaux*, v.47: p.220-222.

- Vazquez, R.J.; Porter, S.D.; Briano, J.A. (2006), 'Field release and establishment of the decapitating fly *Pseudacteon curvatus* on red imported fire ants in Florida'. *BioControl*, v.51, p.207-216.doi: 10.1007/s10526-005-0107-6.
- Waller, D. A.; Moser, J. C. (1990), 'Invertebrados enemies and nest associates of the leaf-cutting na *Atta texana* (Buckley) (Formicidae, Attini)'. *Westview Press*. p. 255-273.
- Ward, P. S., Brady, S. G., Fisher, B. L., & Schultz, T. R. (2015). The evolution of myrmicine ants: phylogeny and biogeography of a hyperdiverse ant clade (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology*, v.40, n.1, p.61-81.