

UFRRJ

**INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA
SAÚDE - ICBS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
FITOSSANIDADE E BIOTECNOLOGIA APLICADA**

DISSERTAÇÃO

**MIRMECOFAUNA E SUAS INTERAÇÕES COM
HEMÍPTEROS FITÓFAGOS EM ÁREAS CULTIVADAS**

JOHNATAN JAIR DE PAULA MARCHIORI

2020



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE - ICBS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOSSANIDADE E
BIOTECNOLOGIA APLICADA**

**MIRMECOFAUNA E SUAS INTERAÇÕES COM HEMÍPTEROS
FITÓFAGOS EM ÁREAS CULTIVADAS**

JOHNATAN JAIR DE PAULA MARCHIORI

Sob a Orientação do Professor

Dr. Fábio Souto de Almeida

Coorientadora: Dr^a. Maria Elizabeth Fernandes Correia

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

Seropédica, RJ
Fevereiro, 2020

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

315m

Marchiori, Johnatan Jair de Paula, 19/12/1991-
Mirmecofauna e suas interações com hemipteros
fitófagos em áreas cultivadas / Johnatan Jair de
Paula Marchiori. - Seropédica, 2020.
62 f.

Orientador: Fabio Souto de Almeida.
Coorientador: Maria Elizabeth Fernandes Correia.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós graduação em
Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada, 2020.

1. biodiversidade. 2. Formicidae. 3. manejo de
pragas. I. Almeida, Fabio Souto de, 28/01/1982-,
orient. II. Correia, Maria Elizabeth Fernandes , -,
coorient. III Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro. Programa de Pós graduação em Fitossanidade e
Biotecnologia Aplicada. IV. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE - ICBS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOSSANIDADE E
BIOTECNOLOGIA APLICADA**

JOHNATAN JAIR DE PAULA MARCHIORI

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

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 17/02/2020



Fábio Souto de Almeida, Prof. Dr. UFRRJ
(Orientador)



Antônio José Mayhé Nunes Prof. Dr. UFRRJ



Anderson Mathias Holtz Prof. Dr. IFES

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, pelo dom da vida e por me permitir realizar tantos sonhos. Obrigado por me permitir errar, aprender e crescer, por sua eterna compreensão e tolerância, por seu infinito amor, que não me permitiu desistir e principalmente por ter me dado uma família tão especial, enfim, obrigado por tudo. Ainda não descobri o que eu fiz para merecer tanto. Tenho a plena ciência que esse foi um dos maiores desafios que eu poderia ter, tantas dificuldades e lutas dentro do meio acadêmico e familiar, mas se não fosse principalmente Deus nada disso teria acontecido, o amanhã eu não sei como será mais o hoje eu tenho a convicção que nunca estive só, pois a mão de Deus estendeu sobre mim.

Não posso deixar de agradecer ao meu orientador, Professor Doutor Fábio Souto de Almeida, por toda a paciência, empenho e sentido prático com que sempre me orientou neste trabalho, um homem íntegro de muita fé que acima de tudo mesmo diante de minhas limitações buscou me incentivar, apoiar e estar sempre ao meu lado, mostrando a importância de ser uma pessoa do bem e correta acima de tudo. Muito obrigado por me ajudar a crescer e ser um profissional e uma pessoa melhor. O senhor me ensinou a essência da busca do conhecimento respeitando acima de tudo o próximo.

Agradeço também minha coorientadora Maria Elizabeth Fernandes Correia pelo seu conhecimento e sabedoria em diversas circunstâncias neste trabalho e por abrir as portas da Embrapa Agrobiologia para a realização dos trabalhos, estendo meus agradecimentos ao Doutor Antônio José Mayhé Nunes taxonomista e amigo que tanto me acolheu e me ajudou em minhas identificações e me ajudou a suportar as pressões que a vida nos traz.

Desejo igualmente agradecer a todos os meus colegas do Mestrado em especial Rafael Vinicius Nobre, parceiro de trabalhos e publicações, meu caro amigo Hágabo Honorato de Paulo Doutorando em Agronomia pela UNESP por auxiliar nas identificações das cochonilhas juntamente com a Doutora Ana Lúcia Benfatti Gonzalez Peronti, cujo apoio e amizade estiveram presentes em todos os momentos. Estendo aqui meu agradecimento a doutora/taxonomista Ivana Lemos de Souza que prontamente nos ajudou nas identificações.

“O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001”.

Por último, quero agradecer à minha família e amigos pelo apoio incondicional que me deram, especialmente à minha mãe que mesmo diante de tantos problemas e sacrifícios esteve junto comigo, tanto choros e risos, tantos desafios que a vida nos deu, hoje este agradecimento se estende quando não tínhamos o que comer e a senhora disse: NÃO DESISTA VOCÊ É O MEU FILHO AMADO.

A todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desta dissertação, o meu sincero agradecimento.

A sabedoria consiste em duvidar de si mesmo. (São Pio de Pietrelcina)

RESUMO GERAL

MARCHIORI, Johnatan Jair de Paula. **Mirmecofauna e suas interações com hemípteros fitófagos em áreas cultivadas**. 2020. 62p. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada). Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde - ICBS, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2020.

A mirmecofauna apresenta expressiva diversidade de espécies nos agroecossistemas e, conseqüentemente, exerce variadas funções nesses ambientes. Algumas das atividades das espécies de formigas proporcionam benefícios para as plantas cultivadas, porém outras podem provocar a redução da produção agrícola. Dentre os comportamentos danosos destes insetos nos agroecossistemas está a proteção ofertada aos hemípteros fitófagos, que são importantes pragas agrícolas, contra a ação de predadores. Estudos que avaliem a variedade de espécies e as interações entre formigas e hemípteros fitófagos podem contribuir para o adequado manejo dos insetos praga, reduzindo a utilização de inseticidas sintéticos poluentes e os custos ambientais e monetários da sua aplicação. Assim, esse trabalho teve como objetivo estudar a riqueza, a diversidade e a composição de espécies de formigas que forrageiam sobre cana-de-açúcar e plantas cítricas, discutir as funções da mirmecofauna observada nos cultivos e estudar a sua interação com hemípteros fitófagos em cana-de-açúcar, incluindo o efeito da interação sobre as populações dos hemípteros. O estudo foi conduzido em áreas cultivadas no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. A amostragem da mirmecofauna foi realizada sobre 21 árvores do gênero *Citrus* e 24 plantas de cana-de-açúcar, distantes aproximadamente 10 m entre si. Em cada tronco e colmo foram pinceladas iscas de sardinha e mel, procedendo-se a coleta das formigas observadas sobre as plantas após uma hora. Foram coletadas no total 23 espécies de formigas, pertencentes a cinco subfamílias. Foram coletadas 13 espécies de formigas tanto sobre as plantas de cana-de-açúcar quanto sobre *Citrus* spp. Apesar da riqueza e da diversidade de espécies de formigas não variar significativamente entre as culturas estudadas, a composição de espécies diferiu significativamente. Foi constatada relação positiva e significativa entre a riqueza de espécies de formigas e a altura das árvores do gênero *Citrus*. Os papéis desempenhados pelas espécies de formigas observadas sobre as plantas cultivadas são variados e a maioria das espécies é onívora. Várias espécies de formigas foram observadas interagindo com cochonilhas e essa interação mostrou-se benéfica para a população de cochonilhas da espécie *Aclerda takahashii* Kuwana. Com base nos resultados, pode-se afirmar que várias espécies de formigas forrageiam sobre cana-de-açúcar e sobre plantas cítricas na região de estudo, apresentando diferentes papéis ecológicos, com conseqüências para as culturas estudadas, incluindo o efeito positivo sobre as populações de cochonilhas.

Palavras-chave: biodiversidade, Formicidae, manejo de pragas.

GENERAL ABSTRACT

MARCHIORI, Johnatan Jair de Paula. **Myrmecofauna and their interactions with phytophagous hemiptera in cultivated areas.** 2020. 62p. Dissertation (Master Science in Phytosanitary and Applied Biotechnology). Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde - ICBS, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2020.

The mirmecofauna presents expressive species diversity in the agroecosystems and, consequently, performs varied functions in these environments. Some of the behaviors of ant species are beneficial to cultivated plants, but others reduce agricultural production. Among the harmful effects of ants in agroecosystems is the protection offered to phytophagous Hemiptera, which are important agricultural pests. Studies evaluating the species diversity and interactions between ants and phytophagous Hemiptera may contribute to the proper insect-pest management, reducing the use of synthetic insecticides and the environmental and monetary costs of their application. Thus, this research aimed to study the richness, diversity and composition of ant species foraging on sugarcane and citrus plants, to discuss the functions of myrmecofauna observed in crops and to study its interaction with phytophagous Hemiptera on sugarcane, including the effect of interaction on Hemiptera populations. The study was conducted in cultivated areas in the municipality of Seropédica, Rio de Janeiro State. Mirmecofauna was sampled on 21 trees of the genus *Citrus* and 24 sugarcane plants, approximately 10 m apart. Sardine and honey baits were fixed on the plants, collecting ants observed on the plants after one hour. A total of 23 ant species from five subfamilies were collected. Thirteen ant species were collected from both sugarcane plants and *Citrus* spp. Although ant species richness and diversity did not vary significantly between the studied cultures, species composition differed significantly. Were observed positive and significant relationship between ant species richness and tree height. The roles of ant species observed on cultivated plants are varied and most species are omnivorous. Several ant species were observed interacting with mealybugs and this interaction proved beneficial for the *Aclerda takahashii* Kuwana population. Thus, it was observed that expressive diversity of ants species forage on sugarcane and citrus plants in the study region, presenting different ecological roles, with consequences for the studied cultures, including the positive effect on mealybug populations.

Key Word: biodiversity, Formicidae, pest management.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Frequência de espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) coletadas sobre plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e *Citrus* spp., no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro.....13
- Tabela 2.** Regressão Linear Passo-a-Passo entre a riqueza de espécies de formigas coletadas sobre plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e os fatores ambientais altura da planta (A), circunferência do colmo (C), número de plantas por touceira (NP) e temperatura do ar (T), no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro.....19
- Tabela 3.** Regressão Linear Passo-a-Passo entre a riqueza de espécies de formigas coletadas sobre plantas cítricas (*Citrus* spp) e os fatores ambientais altura das árvores (A), circunferência do tronco à altura do colo (C) e temperatura do ar (T), no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro.....19
- Tabela 4.** Frequência relativa (%) e a riqueza de espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) coletadas sobre plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e *Citrus* spp. nos diferentes grupos funcionais, no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro.....20
- Tabela 5.** Frequência de ocorrência de interações entre espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) e *Aclerda takahashii* Kuwana (Hemiptera) e *Saccharicoccus sacchari* (Cockerell) (Hemiptera), sobre plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) em Seropédica, Estado do Rio de Janeiro.....37

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização do Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. Fonte: Emater-RJ (2019)09
- Figura 2.** Plantas cítricas utilizadas no presente estudo, no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. Fonte: Marchiori, J.J.P..... 10
- Figura 3.** Plantio de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) na área experimental (Terraço) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Agroecologia no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. Fonte: Marchiori, J.J.P.....11
- Figura 4.** Entorno das plantas cítricas utilizadas no presente estudo, no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. Fonte: Marchiori, J.J.P.....15
- Figura 5.** Curva de rarefação de espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) coletadas sobre plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e *Citrus* spp., no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro.....16
- Figura 6.** Número médio (\pm erro padrão) de espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) coletadas sobre plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e *Citrus* spp., no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro.....16
- Figura 7.** Ordenação multidimensional não métrica (NMDS), com o coeficiente de Jaccard, para a fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) coletada sobre plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) (X) e *Citrus* spp. (O), no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. Stress: 0,201.....18
- Figura 8.** Relação entre a riqueza de espécies de formigas coletadas sobre plantas cítricas e a altura das árvores, no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro.....19
- Figura 9.** Planta de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) com fita adesiva para impedir o acesso de formigas às cochonilhas presentes na planta, na área experimental (Terraço) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Agrobiologia, no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. Fonte: Marchiori, J.J.P.....34
- Figura 10.** Interação de *Crematogaster* prox. *evallans* Forel, 1907 com *Aclerda takahashii* Kuwana em plantio de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) na área experimental (Terraço) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Agrobiologia, no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. Fonte: Marchiori, J.J.P.....36
- Figura 11.** Abundância média (\pm Erro Padrão) de fêmeas de *Aclerda takahashii* Kuwana (Hemiptera) em plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) isoladas e não isoladas de formigas (Hymenoptera: Formicidae), no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro.....38
- Figura 12.** Abundância média (\pm Erro Padrão) de fêmeas de *Saccharicoccus sacchari* (Cockerell) (Hemiptera) em plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) isoladas e não isoladas de formigas (Hymenoptera: Formicidae), no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro.....38
- Figura 13.** Abundância média (\pm Erro Padrão) de cochonilhas fêmeas (Hemiptera) em plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) isoladas e não isoladas de formigas (Hymenoptera: Formicidae), no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro.....39
- Figura 14.** Orifício causado pela alimentação de lagarta de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera) em plantio de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) na área experimental (Terraço) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa

Agrobiologia no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. Fonte: Marchiori, JJ.P.....	40
Figura 15. Fase pupal de <i>Diatraea saccharalis</i> (Fabricius, 1794) (Lepidoptera) em plantio de cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.) na área experimental (Terraço) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Agroecologia no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. Fonte: Marchiori, JJ.P.....	41
Figura 16. Abundância média (\pm Erro Padrão) de fêmeas de <i>Saccharicoccus sacchari</i> (Cockerell) (Hemiptera) em plantas de cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.) atacadas ou não atacadas por <i>Diatraea saccharalis</i> (Fabricius, 1794) (Lepidoptera), no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro.....	42
Figura 17. Abundância média (\pm Erro Padrão) de fêmeas de <i>Aclerda takahashii</i> Kuwana (Hemiptera) em plantas de cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.) atacadas ou não atacadas por <i>Diatraea saccharalis</i> (Fabricius, 1794) (Lepidoptera), no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro.....	42
Figura 18. Abundância média (\pm Erro Padrão) de cochonilhas fêmeas (Hemiptera) em plantas de cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.) atacadas ou não atacadas por <i>Diatraea saccharalis</i> (Fabricius, 1794) (Lepidoptera), no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro.....	43

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	2
CAPÍTULO I	5
DIVERSIDADE, RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES DE FORMIGAS EM ÁREAS DE CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR E PLANTAS CÍTRICAS	5
RESUMO	6
ABSTRACT	7
1 INTRODUÇÃO	8
2 MATERIAL E MÉTODOS	9
2.1 Área de estudo.....	9
2.2 Coleta de dados	11
2.3 Análise dos dados.....	11
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
3.1 Riqueza, diversidade e composição de espécies de formigas.....	12
3.2 Funções da mirmecofauna.....	19
4 CONCLUSÕES	23
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
CAPÍTULO II	28
INTERAÇÕES ENTRE FORMIGAS E COCHONILHAS EM ÁREA DE CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR: ESPÉCIES E EFEITOS SOBRE AS POPULAÇÕES DOS INSETOS PRAGAS	28
RESUMO	29
ABSTRACT	30
1 INTRODUÇÃO	31
2 MATERIAL E MÉTODOS	32
2.1 Área de estudo.....	32
2.2 Coleta de dados	32
2.3 Análise dos dados.....	34
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
3.1 Espécies de cochonilhas sobre as plantas de cana-de-açúcar.....	35
3.2 Interações entre formigas e cochonilhas nas plantas de cana-de-açúcar	35
3.3 Efeito da interação com formigas sobre a abundância de cochonilhas em cana-de-açúcar	37

3.4 O ataque de brocas na cana-de-açúcar influencia a abundância de cochonilhas?	39
3.5 Registro de ocorrência de inimigos naturais das espécies de cochonilhas estudadas	43
4 CONCLUSÕES	44
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
CONCLUSÕES GERAIS	50

INTRODUÇÃO GERAL

A produção agrícola brasileira é bastante diversificada e uma das maiores do mundo, tendo crescido consideravelmente nas últimas décadas (LOURENÇO, 2008). Esse acréscimo de produção se deve, em parte, ao aumento da utilização de novas tecnologias, incluindo aquelas relativas à preparação do solo, colheita e controle de doenças e pragas agrícolas (LOURENÇO, 2008; SOARES FILHO & CUNHA, 2015). Entretanto, o uso de substâncias químicas sintéticas para combater pragas agrícolas tem provocado a poluição ambiental, com reflexos negativos sobre a qualidade dos recursos naturais, a diversidade biológica e a saúde humana (LORINI, 1997; ESTRADA, 2017). Isso ocorre em virtude da aplicação de doses de inseticidas acima do recomendado, de não respeitar o período de carência, da escassez de conhecimento sobre o manuseio adequado dos produtos e pela não utilização dos equipamentos de proteção individual (EPIs), o que tem contribuído para a intoxicação dos produtores e para a presença de resíduos tóxicos nos alimentos (AGUIAR-MENEZES, 2005).

Os insetos estão entre os principais organismos causadores de danos às plantas cultivadas (OLIVEIRA *et al.*, 2014). Significativas perdas de produção e consequentes prejuízos financeiros são ocasionados por esses indivíduos todos os anos, em várias culturas agrícolas, em todo território brasileiro (CEPLAC, 2014). Dentre os insetos, os hemípteros fitófagos são especialmente importantes por reduzirem a produção e até mesmo inviabilizarem economicamente os cultivos, por sugarem a seiva das plantas e transmitirem patógenos, incluindo diversas viroses (ALMEIDA, 2016; BLACKMAN & EASTOP, 2000; HOLTZ *et al.*, 2015). Dentre tais insetos sugadores estão os percevejos, os pulgões, as cigarras, as cigarrinhas, as moscas-brancas e as cochonilhas (ALMEIDA, 2016).

As formigas (Hymenoptera: Formicidae) são geralmente abundantes nas áreas cultivadas, podendo variar o seu nível de densidade populacional de acordo com a disponibilidade de recursos para a sua alimentação e da variação dos demais fatores ambientais (ALMEIDA *et al.*, 2007; GOMES *et al.*, 2013; ESTRADA, 2017). Nas áreas cultivadas a mirmecofauna apresenta diversas interações ecológicas com as plantas e com outros insetos (GUIMARAES *et al.*, 2007; ESTRADA, 2017; AMARAL, 2018).

Diversas espécies da mirmecofauna realizam interações com hemípteros fitófagos, que podem ser negativas ou positivas (DELABIE, 2007; GUINDANI *et al.*, 2017). Algumas espécies apresentam interação mutualística com hemípteros fitófagos, pois se alimentam de suas fezes líquidas açucaradas (*honeydew*), que propiciam o desenvolvimento de fungos (fumagina) sobre as folhas das plantas, em contrapartida, as formigas protegem esses insetos sugadores de seus inimigos naturais (BLACKMAN & EASTOP, 2000; HOLTZ *et al.*, 2015). O benefício da proteção dos hemípteros contra os seus inimigos naturais depende da espécie de formiga associada e de sua densidade populacional (OLIVEIRA *et al.*, 2002). Uma preocupação relativa a essa interação é o possível crescimento das populações dos hemípteros fitófagos e o consequente aumento dos problemas causados por esses insetos (TAKADA & HASHIMOTO, 1985; BUCKLEY, 1991). Por outro lado, diversas espécies de formigas são predadoras e atacam insetos praga, como os hemípteros, sendo essa uma interação ecológica negativa que auxilia os produtores agrícolas (ESTRADA, 2017; DELABIE, 2007).

No Brasil a área cultivada com cana-de-açúcar e com plantas cítricas é bastante expressiva, consequentemente tais culturas apresentam elevada importância econômica no país (MAPA, 2018). Diversos hemípteros fitófagos atacam plantas cítricas (CASSINO & RODRIGUES, 2005), com a sua presença nas plantas estando associada muitas vezes à ocorrência de fumagina em função do *honeydew* que esses insetos produzem e que ocasiona a redução do desempenho produtivo das plantas (PAIVA, 2009). Elevado número de espécies de hemípteros fitófagos também estão associadas a plantios de cana-de-açúcar (CASTELO

BRANCO, 2008). Assim, estudos que avaliem a variedade de espécies e as interações entre formigas e hemípteros fitófagos nessas culturas agrícolas podem contribuir para o adequado manejo desses insetos praga, reduzindo a utilização de inseticidas sintéticos poluentes e os custos ambientais e monetários da sua aplicação. Isso pode acarretar na manutenção da qualidade ambiental e na produção de alimentos com menor custo e mais saudáveis. É interessante que tais estudos sejam realizados em áreas cultivadas sob manejo agroecológico, para excluir os efeitos de inseticidas sintéticos sobre os insetos estudados.

No primeiro capítulo dessa dissertação a riqueza, a diversidade e a composição de espécies de formigas que forrageiam sobre plantas foram estudadas em áreas cultivadas com cana-de-açúcar e plantas cítricas, discutindo-se também o papel das espécies de formigas observadas nos cultivos, abordando principalmente a sua relação com hemípteros fitófagos que produzem *honeydew*. O segundo capítulo abordou as interações da mirmecofauna com cochonilhas, visando conhecer as espécies que participam dessas interações nas áreas cultivadas, a natureza das interações e os possíveis efeitos das interações sobre as populações das cochonilhas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR-MENEZES, E. L. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005.

ALMEIDA, F.S.; QUEIROZ, J. M.; MAYHE-NUNES, A. J. Distribuição e abundância de ninhos de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) em um agroecossistema diversificado sob manejo orgânico. **Floresta e Ambiente**, v. 14, p. 34-44, 2007.

ALMEIDA, L.F.V. **Estudo diagnóstico e taxonômico de cochonilhas (Hemiptera: Coccoidea) associadas às plantas cítricas no estado de São Paulo, Brasil**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista- UNESP, Câmpus de Jaboticabal. 2016. 64p.

AMARAL, G.C. **Diversidade e interações ecológicas da fauna de formigas em áreas de cultivo orgânico**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro-UFRRJ, 2018. 55p.

BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. P. **Aphids on the world's crops: an identification guide**. 2 ed. Chichester: Wiley. 2000. 476p.

BUCKLEY, R.; GULLAN, P. More aggressive ant species (Hymenoptera: Formicidae) provide better protection for soft scales and mealbugs (Homoptera: Coccidae, Pseudococcidae). **Biotropica**, v.23, n.3, p.-282-286, 1991.

CASTELO BRANCO, R.T.P. **Entomofauna associada à cultura da cana-de-açúcar, no município de União, PI-Brasil**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Piauí, 2008. 92p.

CASSINO, P.C.R.; RODRIGUES, W.C. Distribuição de insetos fitófagos (Hemiptera: Sternorrhyncha) em plantas cítricas no Estado do Rio de Janeiro. **Neotropical Entomology**, 34(6):1017-1021, 2005.

CEPLAC. **Ocorrência da cochonilha rosada (*Maconellicoccus hirsutus*, Green) em cacauais da Bahia e Espírito Santo**. Comunicado CEPLAC/CEPEC N° 01/2014.

DELABIE, J.H.C.; ALVES, H.S.R.; FRANÇA, V.C.; MARTINS, P.T.A.; NASCIMENTO, I.C. Biogeografia das formigas predadoras do gênero *Ectatomma* (Hymenoptera: Formicidae: Ectatomminae) no leste da Bahia e regiões vizinhas. **Biotropica**, 19, 13-20p., 2007.

ESTRADA, M.A. **A diversidade e o papel da fauna de formigas em áreas agrícolas submetidas ao cultivo orgânico e convencional**. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2017. 78p.

FIDERJ. **Indicadores climatológicos**: sistema de informação para o planejamento estadual. Rio de Janeiro: FIDERJ/SECPLAN, 1976, 54p.

FLORES, W.A.; CORTINES, E.; ALMEIDA, A.A.; VARGAS, A.B. ALMEIDA, F.S. Fatores que influenciam a fauna de formigas que forrageia sobre *Bauhinia monandra* Kurz. (Leguminosae: Caesalpinioideae) em área urbana. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.12, n.2, p. 16-26, 2017.

GOMES, D.S.; ALMEIDA, F.S.; VARGAS, A.B.; QUEIROZ, J.M. Resposta da assembleia de formigas na interface solo-serapilheira a um gradiente de alteração ambiental. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 103, p. 104-109, 2013.

GUIMARÃES, P.R., RICO-GRAY, V., OLIVEIRA, P.S., IZZO, T.J., REIS, S.F.D. AND THOMPSON, J.N. **Interaction intimacy affects structure and coevolutionary dynamics in mutualistic networks**. **Current Biology**, v.17, p.1797–1803, 2007.

GUINDANI, A.N.; NONDILLO, A.; WOLFF, V.R.S.; AZEVEDO FILHO, W.S. Interação mutualística entre cochonilhas e formigas em videira. **Revista Interdisciplinar de Ciência Aplicada**, v.2, n.4, p.6-11, 2017.

HOLTZ, A. M., RONDELLI, V. M., CELESTINO, F. N., BESTETE, L. R., DE CARVALHO, J. R. **Pragas das brássicas**. Colatina, ES: IFES, 2015.230p.

LOURENÇO, J.C. **A evolução do Agronegócio Brasileiro no Cenário Atual**. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/informe-se/artigos/a-evolucao-do-agronegocio-brasileiro-no-cenario-atual/24824/>>. Acesso em: 12 de Abril de 2018.

LORINI, I. **Insecticide resistance in *Rhyzopertha dominica* (fabricius) (Coleoptera: Bostrychidae), a pest of stored grain**. London: University of London, 1997. 166p.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <www.agricultura.gov.br/>. Acesso em: 17 jul. 2018.

OLIVEIRA, P.S., A.V.L. FREITAS & K. DEL-CLARO. Ant foraging on plant foliage: Contrasting effects on the behavioral ecology of insect herbivores, p.287-305. In: OLIVEIRA, P.S.; MARQUIS, R.J. **The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna**. New York: Columbia University Press, 2002. 398p.

OLIVEIRA, C.M.; AUAD, A.M.; MENDES, S.M.; FRIZZAS, M.R. Crop losses and the economic impact of insect pests on Brazilian agriculture. **Crop Protection**, v.56, p.50-54, 2014.

OLIVEIRA-SANTOS, L.G.R.; LOYOLA, R.D.; VARGAS, A.B. Armadilhas de dossel: uma técnica para amostrar formigas no estrato vertical de florestas. **Neotropical Entomology**, v.38, n.5, p.691-694, 2009.

PAIVA, P.E.B. **Distribuição espacial, inimigos naturais e tabela de vida ecológica de *Diaphorina citri* Kuwayana (Hemiptera: Psyllidae) em citros em São Paulo.** Tese(Doutorado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2009. 64p.

SOARES FILHO, R.; DA CUNHA, J.P.A.R. Agricultura de precisão: particularidades de sua adoção no sudoeste de Goiás, Brasil. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.35, n.4, p.689-698, 2015.

TAKADA, H.; HASHIMOTO, Y. Association of the root aphid parasitoids *Aclitus sappaphis* and *Paralipsis eikoeae* with the aphid-attending ants *Pheidole fervida* and *Lasius niger*. **Kontsy**, v.53, p.150-160, 1985.

CAPÍTULO I

DIVERSIDADE, RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES DE FORMIGAS EM ÁREAS DE CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR E PLANTAS CÍTRICAS

RESUMO

A cana-de-açúcar e as plantas cítricas estão entre as principais culturas agrícolas no Brasil e a mirmecofauna observada sobre essas espécies pode apresentar variadas funções ecológicas. Neste capítulo, o objetivo foi estudar a riqueza, a diversidade e a composição de espécies de formigas que forrageiam sobre cana-de-açúcar e plantas cítricas. Também objetivou discutir as funções da mirmecofauna observada nos cultivos, em especial as possíveis interações com hemípteros fitófagos. A coleta de dados foi realizada em campos experimentais no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. A fauna de formigas foi coletada sobre 24 plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e 21 árvores do gênero *Citrus*. Em cada colmo e tronco foram pinceladas iscas atrativas (sardinha e mel), a uma altura aproximada de 1 m acima do solo, procedendo-se a coleta das formigas observadas sobre as plantas após uma hora. Posteriormente, as formigas foram levadas para o laboratório para a identificação. Foram coletadas 23 espécies de formigas. Os gêneros que apresentaram maior riqueza de espécies foram *Camponotus* (cinco espécies), *Crematogaster* (três espécies) e *Pseudomyrmex* (três espécies). Foram coletadas 13 espécies sobre as plantas de cana-de-açúcar e o mesmo número sobre as plantas cítricas. O número médio de espécies não variou significativamente entre as duas culturas (ANCOVA; $F_{1,12} = 1,804$; $p = 0,20$). Cerca de 83% das espécies coletadas sobre cana-de-açúcar foram exclusivas desta cultura e o mesmo foi observado para as plantas cítricas. Assim, a composição de espécies de formigas coletada na cana-de-açúcar variou significativamente da observada nas plantas cítricas (ANOSIM; $R = 0,883$; $p < 0,01$). Foi observada influência significativa e positiva da altura das árvores de *Citrus* spp. sobre o número de espécies de formigas. A frequência de espécies de formigas nos diferentes grupos funcionais variou significativamente entre a cana-de-açúcar e as plantas cítricas (Teste de Qui-quadrado: partição; $p = 0,03$). Nas plantas cítricas foi observada maior riqueza de espécies de formigas tipicamente arborícolas. A mirmecofauna coletada apresenta papéis ecológicos variados, incluindo a predação e também a interação mutualística com hemípteros fitófagos. Pode-se concluir que a composição da mirmecofauna é influenciada pelas características das plantas cultivadas. As atividades desempenhadas pelas espécies de formigas são variadas, incluindo algumas que potencialmente são úteis para a produção agrícola, mas também possuem comportamentos prejudiciais às plantas cultivadas.

Palavras-chave: diversidade biológica, interações ecológicas, funções ecológicas.

ABSTRACT

Sugarcane and citrus plants are among the main cultivated plants in Brazil and the myrmecofauna observed on these crops can have various ecological functions. This chapter aimed to study the richness, diversity and composition of ant species that forage on sugarcane and citrus plants. It also aimed to discuss the functions of the myrmecofauna observed in crops, especially the possible interactions with phytophagous hemiptera. Data collection was performed in experimental fields in the municipality of Seropédica, Rio de Janeiro State. Ant fauna was collected on 24 sugarcane plants (*Saccharum officinarum* L.) and 21 trees of the genus *Citrus*. In each stem and trunk, attractive baits (sardines and honey) were allocated one meter high, and ants were collected on the plants after one hour. Subsequently, ants were identified in the laboratory. A total of 23 ant species were collected. The genera with the highest species richness were *Camponotus* (five species), *Crematogaster* (three species) and *Pseudomyrmex* (three species). Thirteen species were collected on sugarcane plants and the same number from citrus plants. The average number of species did not vary significantly between the two cultures (ANCOVA; $F_{1,12} = 1.804$; $p = 0.20$). About 83% of the species collected on sugarcane were unique to this crop and the same was observed for citrus plants. Thus, the composition of ant species collected in sugarcane varied significantly from that observed on citrus plants (ANOSIM; $R = 0.883$; $p < 0.01$). Significant and positive influence of citrus plants height on the number of ant species was found. The frequency of ant species in the different functional groups varied significantly between sugarcane and citrus plants (Chi-square test: partition; $p = 0.03$). In citrus plants was observed greater richness of species of typically arboreal ants. The myrmecofauna presents varied ecological roles, including predation and also the mutualistic interaction with phytophagous hemiptera. It can be concluded that the composition of mirmecofauna is influenced by the characteristics of cultivated plants. The activities performed by ant species are varied, including some that are potentially useful for agricultural production, but harmful behaviors for cultivated plants were found.

Key Word: biological diversity, ecological interactions, ecological functions.

1 INTRODUÇÃO

A fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) está entre os grupos de insetos terrestres que apresentam elevada abundância (GOMES *et al.*, 2013; ESTRADA *et al.*, 2019), constituindo expressiva parcela da biomassa dos ecossistemas tropicais (FITTKAU & KLINGE, 1973). Além disso, a família Formicidae apresenta considerável riqueza de espécies, com conseqüente elevada diversidade comportamental, existindo espécies hipogéicas, epigéicas e arborícolas' (BACCARO *et al.*, 2015). Em relação à dieta, observam-se espécies fungívoras, predadoras generalistas e especialistas, detritívoras e onívoras, incluindo as que se alimentam de nectários florais e extraflorais, partes carnosas de frutos e sementes ou do *honeydew* de hemípteros fitófagos (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990).

Em áreas cultivadas a mirmecofauna apresenta diversos papéis, ocorrendo espécies com comportamentos que se refletem em benefícios às culturas e aquelas que provocam sérios problemas aos agricultores (QUEIROZ *et al.*, 2006; ESTRADA, 2017). As espécies de formigas que são predadoras de pragas agrícolas são úteis por reduzir o tamanho das populações de insetos danosos às culturas, potencializando a produção (EUBANKS, 2001; BASTOS & TORRES, 2005). Por outro lado, espécies agressivas, como as do gênero *Solenopsis*, podem causar danos à saúde dos agricultores, principalmente às pessoas alérgicas (JETTER *et al.*, 2002). As formigas cortadeiras podem reduzir expressivamente a produção de várias culturas (REIS FILHO, 2011). Além disso, várias espécies de formigas apresentam interação positiva com hemípteros fitófagos, alimentando-se das suas fezes açucaradas ricas em aminoácidos e hidrocarbonetos (*honeydew*), enquanto protegem tais insetos de inimigos naturais, o que pode potencializar os danos dos hemípteros às plantas cultivadas (YAO, 2002; STYRSKY & EUBANKS 2007; FREITAS, 2015). O ataque de hemípteros fitófagos, como os pulgões e as cochonilhas, pode reduzir a produção agrícola inclusive em pomares de citros (LE MOS *et al.*, 2004) e também podem apresentar altas densidades populacionais em plantios de cana-de-açúcar (MONTEIRO, 2019).

Diversos fatores influenciam a mirmecofauna em áreas cultivadas, afetando a riqueza de espécies, a diversidade e também a estrutura das comunidades (GOMES *et al.*, 2013). Variáveis abióticas, como a temperatura do ar e a precipitação pluviométrica, assim como fatores bióticos, como a composição de espécies vegetais, influenciam expressivamente a fauna de formigas (ESTRADA, 2019; AMARAL *et al.*, 2019). Estudos apontam o efeito positivo da heterogeneidade ambiental e da não utilização de pesticidas sintéticos sobre a mirmecofauna em áreas cultivadas (ESTRADA *et al.*, 2019). Variações na fauna de formigas arborícolas podem ocorrer entre as espécies de plantas cultivadas, em função por exemplo da sua natureza como cultura perene ou anual, pois a estabilidade da cultura pode favorecer a colonização de um maior número de espécies. Além disso, espécies arbóreas podem oferecer maior diversidade e abundância de recursos que espécies de plantas de menor porte (RIBAS, 2003; COELHO, 2011). Os fatores ambientais que influenciam a mirmecofauna, conseqüentemente, também influenciam as interações ecológicas das quais participam em áreas cultivadas (ESTRADA, 2017; AMARAL, 2018).

O Brasil apresenta grandes áreas cultivadas com cana-de-açúcar, sendo de aproximadamente 8,4 milhões de hectares a área plantada na safra de 2019/2020, com a produção de açúcar estimada em 31,8 milhões de toneladas e a de etanol em 30,0 bilhões de litros (CONAB, 2019). Estima-se que a produção será de 615,98 milhões de toneladas de cana-de-açúcar na safra brasileira de 2019/2020 (CONAB, 2019). As plantas cítricas também são amplamente cultivadas no território brasileiro, possuindo elevada importância econômica. Em 2017 a produção de laranja no território brasileiro foi de 17.459.908 ton, a de limão foi 1.292.798 ton e a de tangerina foi 965.354 ton (EMBRAPA, 2019).

Várias espécies de formigas podem ser encontradas em áreas cultivadas com essas plantas, tendo funções úteis à produção ou participar de interações que provocam prejuízos. Assim, esse capítulo teve como objetivo estudar a riqueza, a diversidade e a composição de espécies de formigas que forrageiam sobre cana-de-açúcar e plantas cítricas. Também objetivou discutir as funções da mirmecofauna observada nos cultivos, em especial as possíveis interações com hemípteros fitófagos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A pesquisa foi conduzida no Município de Seropédica (Figura 1), que apresenta 283,634 km² e 82.312 habitantes, e está localizado na Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro (IBGE, 2019). O território de Seropédica pertence ao Bioma Mata Atlântica e a fitofisionomia natural mais representativa é a Floresta Ombrófila. Atualmente, a maior parte dos habitats naturais do município apresentam-se alterados por atividades antrópicas, restando uma pequena parcela da superfície do município coberta com florestas nativas (IBGE, 2010). A maior parcela do território de Seropédica é coberta por áreas urbanas e pastagens (ALCANTARA, 2016). O clima é quente e úmido, tipo Cwa pela classificação de Köppen, com 1200 mm de precipitação por ano, temperatura média de 22,7°C e o inverno é a estação seca (FIDERJ, 1976).



Figura 1. Localização do Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. Fonte: Emater – RJ (2019).

O levantamento da fauna de formigas que forrageia sobre plantas cítricas (*Citrus* spp.) foi conduzido no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), também designado de Fazendinha Agroecológica do km 47 (Figura 2), que apresenta área de 70 hectares e situa-se próximo à sede da Embrapa Agrobiologia (22° 45' 16'' S, 43° 40' 29'' W) (ALMEIDA *et al.*, 2007; NEVES *et al.*, 2005; EMBRAPA, 2019a). O SIPA destina-se à execução de pesquisas científicas na área da agroecologia e agricultura orgânica e à realização de atividades educativas desde sua implantação, em 1993 (NEVES *et al.*, 2005; AMARAL *et*

al., 2019; EMBRAPA, 2019a). Esse campo experimental apresenta uma considerável variedade de espécies de plantas cultivadas e uma expressiva intensidade de atividades de pesquisa (AMARAL *et al.*, 2019; EMBRAPA, 2019a). As plantas cítricas avaliadas pertencem às espécies Tangerina Pokan (*Citrus reticulata* Blanco), limão (*Citrus limon* Burm) e laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck) e foram plantadas em linha às margens de glebas utilizadas para pesquisas, sendo implantadas no ano de 1995. A altura média das árvores era de $2,86 \pm 0,60$ m e a circunferência do tronco média era de $68,25 \pm 25,28$ cm, apresentando bifurcações, com a temperatura média durante a amostragem das formigas sendo de $33,25 \pm 0,84$ ° C.



Figura 2. Plantas cítricas utilizadas no presente estudo, no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. Fonte: Marchiori, J.J.P.

A área cultivada com cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) estava situada na área experimental da Embrapa Agrobiologia conhecida como Terraço (Figura 3), ($22^{\circ} 44' 59''$ S, $43^{\circ} 40' 01''$ W). Esse cultivo foi implantado em 04 de janeiro de 2018, com a variedade CB 47-355 (Mulata Pelada) e apresenta área de aproximadamente 500 m^2 . Tendo as plantas de cana-de-açúcar média de $2,58 \pm 0,23$ m de altura, $8,56 \pm 0,79$ cm de circunferência do colmo, $6,4 \pm 1,5$ plantas por touceira e com a temperatura de $28,5 \pm 0,42$ ° C durante a coleta das formigas. A distância entre o plantio de cana-de-açúcar e as plantas cítricas era de aproximadamente 900 m e ambas as áreas cultivadas são mantidas sob os preceitos da agroecologia, sendo restrita a utilização de agrotóxicos, entretanto em anos anteriores o campo experimental conhecido como “terraço” já teve a utilização de adubações químicas em alguns locais, bem como outras utilizações da agricultura convencional (EMBRAPA, 2019b).



Figura 3. Plantio de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) na área experimental (Terraço) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Agrobiologia no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. Fonte: Marchiori, J.J.P.

2.2 Coleta de dados

A amostragem da fauna de formigas ocorreu no mês de setembro de 2018, no horário de 9h às 11h. Para o levantamento das espécies de formigas foram utilizadas oito repetições na área cultivada com cana-de-açúcar e sete na de plantas cítricas. Cada repetição foi constituída por três plantas, totalizando 24 plantas de cana-de-açúcar e 21 árvores do gênero *Citrus* utilizadas no estudo. As repetições estavam distantes aproximadamente 10 m entre si. Em cada colmo e tronco foram pinceladas iscas atrativas (sardinha e mel), a uma altura aproximada de 1 m acima do solo, procedendo-se a coleta das formigas observadas sobre as plantas após uma hora (ESTRADA *et al.*, 2014). As formigas coletadas foram alocadas em frascos etiquetados e contendo álcool 70% para conservação dos espécimes, sendo posteriormente levadas para o laboratório para serem montadas em via seca, procedendo-se posteriormente a identificação. Os indivíduos foram identificados ao nível de gênero com a chave confeccionada por Baccaro *et al.*, (2015) e agrupados em morfoespécies, que foram identificadas ao nível de espécie, quando exequível, via comparação com exemplares previamente identificados e por meio de chaves taxonômicas específicas para os gêneros, procedimento semelhante ao adotado por Martins *et al.* (2011).

Como a riqueza de espécies da mirmecofauna pode ser influenciada por fatores ambientais, durante a amostragem foram anotadas a temperatura do ar ao lado das plantas utilizadas no estudo, a circunferência do tronco e do colmo à altura do colo e a altura das plantas. No plantio de cana-de-açúcar o número de plantas por touceira também foi obtido.

As espécies de formigas coletadas foram classificadas nos grupos funcionais presentes em Estrada (2017), que se baseia nos hábitos de forrageamento, nidificação e de alimentação, cuja formulação abarca as contribuições de outros autores, como DELABIE *et al.* (2000), MACEDO *et al.* (2011) e GROC *et al.* (2014).

2.3 Análise dos dados

Com base no número de ocorrências (frequência) das espécies de formigas nas amostras foram obtidas curvas de rarefação de espécies (*individual rarefaction*), para avaliar o número total de espécies sobre as plantas de cana-de-açúcar e *Citrus* spp. Nessa análise,

observa-se a existência de sobreposição dos intervalos de confiança a 95% de probabilidade para a indicação de diferença significativa (GOMES *et al.*, 2013). Foi utilizada a Análise de Covariância (ANCOVA) para contrastar a riqueza de espécies que forrageiam sobre as duas culturas estudadas, com a temperatura do ar sendo incluída como covariável. O Índice de Shannon foi calculado para avaliar a diversidade de espécies da mirmecofauna, sendo utilizado o teste t para este índice (*Diversity t test*) para comparar a diversidade de espécies da mirmecofauna sobre as duas culturas. Para o cálculo do índice de diversidade também utilizou-se a frequência das espécies nas amostras, assim como Amaral *et al.* (2019).

Para analisar a similaridade da fauna de formigas sobre as plantas de cana-de-açúcar e de *Citrus*, foi realizada a Ordenação Multidimensional Não Métrica (NMDS), com o coeficiente de Jaccard, incluindo a temperatura do ar para observar a sua correlação com a composição de espécies. A Análise de Similaridade (ANOSIM) foi usada para verificar se a composição de espécies da mirmecofauna variou significativamente entre as plantas cítricas e de cana-de-açúcar. O Programa PAST (HAMMER *et al.*, 2001) foi utilizado para a execução da análise dos dados.

A Regressão Linear Passo-a-Passo (*StepWise*) foi utilizada para avaliar se a riqueza de espécies de formigas foi influenciada pelos fatores ambientais coletados. Para verificar se a frequência de espécies de formigas nos grupos funcionais variou significativamente entre a cana-de-açúcar e as plantas cítricas foi utilizado o Teste de Qui-quadrado. Para essas duas análises foi utilizado o Programa BioEstat (AYRES *et al.*, 2007).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Riqueza, diversidade e composição de espécies de formigas

Foram coletadas 23 espécies de formigas, pertencentes a cinco subfamílias (Tabela 1). A subfamília Myrmicinae apresentou o maior número de espécies (dez espécies), seguida pela subfamília Formicinae, com um total de sete espécies. A predominância dessas subfamílias também foi observada por outros autores em agroecossistemas (SILVA, 2014; ESTRADA *et al.*, 2019), incluindo o SIPA (ALMEIDA *et al.*, 2007; AMARAL *et al.* 2019).

Os gêneros que apresentaram maior riqueza de espécies foram *Camponotus* (cinco espécies), *Crematogaster* (três espécies) e *Pseudomyrmex* (três espécies). Esses três gêneros apresentam espécies comumente observadas forrageando sobre plantas (BACCARO *et al.*, 2015). Outros levantamentos da mirmecofauna em agroecossistemas também indicaram *Camponotus* como o gênero com maior riqueza de espécies (SILVA, 2014; ESTRADA *et al.* 2019). Várias espécies do gênero *Camponotus* apresentam comportamentos que as permitem se adaptar a diversos tipos de ambientes, inclusive locais expressivamente antropizados (ROCHA, 2012). Cabe ressaltar que estudos que amostraram a mirmecofauna epigeica do SIPA apontaram o gênero *Pheidole* como o que apresentou a maior riqueza de espécies (ALMEIDA *et al.*, 2007; GOMES *et al.*, 2013; AMARAL *et al.* 2019). Essa diferença nos resultados ocorreu pela coleta realizada no plantio de cana-de-açúcar, na área conhecida como Terraço, pois três espécies do gênero *Camponotus* foram exclusivas dessa área. Mas a diferença também pode estar relacionada com o local de forrageamento dos diferentes grupos de espécies de formigas, além das diferenças nas técnicas de coleta, pois os trabalhos realizados anteriormente coletaram formigas epigéicas com armadilhas de queda tipo *pitfall*, extrator de Winkler ou amostragem de ninhos no solo e serapilheira (ALMEIDA *et al.*, 2007; GOMES *et al.*, 2013; AMARAL *et al.* 2019). *Pheidole* também é apontado como o gênero com o maior número de espécies em diversos outros estudos no continente americano, em agroecossistemas e ecossistemas naturais (ALVES, 2007; COELHO, 2011).

Na cana-de-açúcar as espécies mais abundantes foram *Camponotus crassus* Mayr, 1862, *Crematogaster prox. evallans* Forel, 1907 e *Pheidole* sp.1. Espécies desses gêneros são generalistas, o que auxilia na adaptação a ambientes simplificados, como a monocultura em questão. *Cephalotes pusillus* (Klug, 1824) ocorreu em todas as repetições na cultura de citros. Espécies desse gênero são tipicamente arborícolas, forrageando e inclusive nidificando sobre plantas, e podem ser favorecidas pelo aumento da diversidade da vegetação (SILVESTE & SILVA, 2001; LUTINSKI, 2005). Espécies desse gênero podem ser mais abundantes sobre árvores, que constituem geralmente culturas perenes, que sobre plantas anuais e de menor porte, pelo maior tempo de estabilidade do ambiente nas culturas perenes e pelas árvores oferecerem maior disponibilidade de recursos (CORIOLANO *et al.*, 2014). Como o entorno das plantas cítricas utilizadas no presente estudo apresentava, visualmente, maior diversidade de espécies vegetais (Figura 4), as características do ambiente também podem ter resultado na elevada abundância dessa espécie.

Tabela 1. Frequência de espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) coletadas sobre plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e *Citrus* spp., no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro.

Espécies	Cana-de-açúcar	<i>Citrus</i>	Grupos Funcionais
Dolichoderinae			
<i>Dorymyrmex</i> sp.1	1	-	OSS
<i>Linepithema prox. neotropicum</i> Wild, 2007	-	2	OSS
Dorylinae			
<i>Labidus coecus</i> (Latreille, 1802)	2	-	NP
Formicinae			
<i>Brachymyrmex</i> sp.1	1	-	OSS
<i>Brachymyrmex</i> sp.2	-	3	OSS
<i>Camponotus crassus</i> Mayr, 1862	6	-	OSP
<i>Camponotus melanoticus</i> Emery, 1894	1	-	OSP
<i>Camponotus rufipes</i> (Fabricius, 1775)		1	OSP
<i>Camponotus</i> sp.3	1	-	OSP
<i>Camponotus</i> sp.4	-	1	OSP

Myrmicinae

<i>Cephalotes pusillus</i> (Klug, 1824)	-	7	OP
<i>Crematogaster prox. evallans</i> Forel, 1907	6	4	OP
<i>Crematogaster</i> sp.2	-	1	OP
<i>Crematogaster</i> sp.3	-	1	OP
<i>Monomorium floricola</i> (Jerdon, 1851)	-	2	OSS
<i>Pheidole</i> sp.1	6	-	OSS
<i>Pheidole</i> sp.2	1	1	OSS
<i>Solenopsis</i> sp.1	1	-	OSS
<i>Solenopsis invicta</i> Buren, 1972	1	-	OSS
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	2	1	OSS

Pseudomyrmecinae

<i>Pseudomyrmex termitarius</i> (Smith, 1855)	2	-	OSS
<i>Pseudomyrmex</i> sp.2	-	1	OP
<i>Pseudomyrmex</i> sp.3	-	1	OP

Riqueza	13	13	-
---------	----	----	---

Diversidade	2,26	2.29	-
-------------	------	------	---

Nota: Grupos funcionais - Onívoras que habitam o solo e a serapilheira (OSS); Onívoras que habitam o solo, a serapilheira e as plantas (OSP); Onívoras que habitam plantas (OP); Nômades predadoras (NP).



Figura 4. Entorno das plantas cítricas utilizadas no presente estudo, no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. Fonte: Marchiori, J.J.P.

Foram coletadas 13 espécies de formigas tanto sobre as plantas de cana-de-açúcar quanto sobre *Citrus* spp. Conseqüentemente, a análise das curvas de rarefação de espécies indicou que não houve diferença significativa no número total de espécies de formigas coletadas sobre cana-de-açúcar e plantas cítricas (Figura 5). Também pode-se observar que ambas as curvas não atingiram a assíntota, o que é comum em levantamento de espécies de formigas em função do padrão de distribuição espacial dos ninhos ser, muitas vezes, agregado, e pela expressiva diversidade de espécies desse grupo taxonômico (SANTOS *et al.*, 2006; ESTRADA *et al.*, 2019). O número médio de espécies também não variou significativamente entre as duas culturas (ANCOVA; $F_{1,12} = 1,804$; $p = 0,20$; Figura 6) e não foi influenciado pela temperatura do ar (ANCOVA; $F_{1,12} = 1,982$; $p = 0,19$). A temperatura do ar pode influenciar a atividade das formigas e temperaturas expressivamente baixas ou altas podem reduzir o número de formigas operárias em atividade de forrageamento, dificultando a amostragem das formigas. O índice de diversidade foi maior nas plantas cítricas (2,29) que sobre cana-de-açúcar (2,26), mas a diferença não foi significativa (Diversity t test; $t = -0,02$; $p = 0,98$).

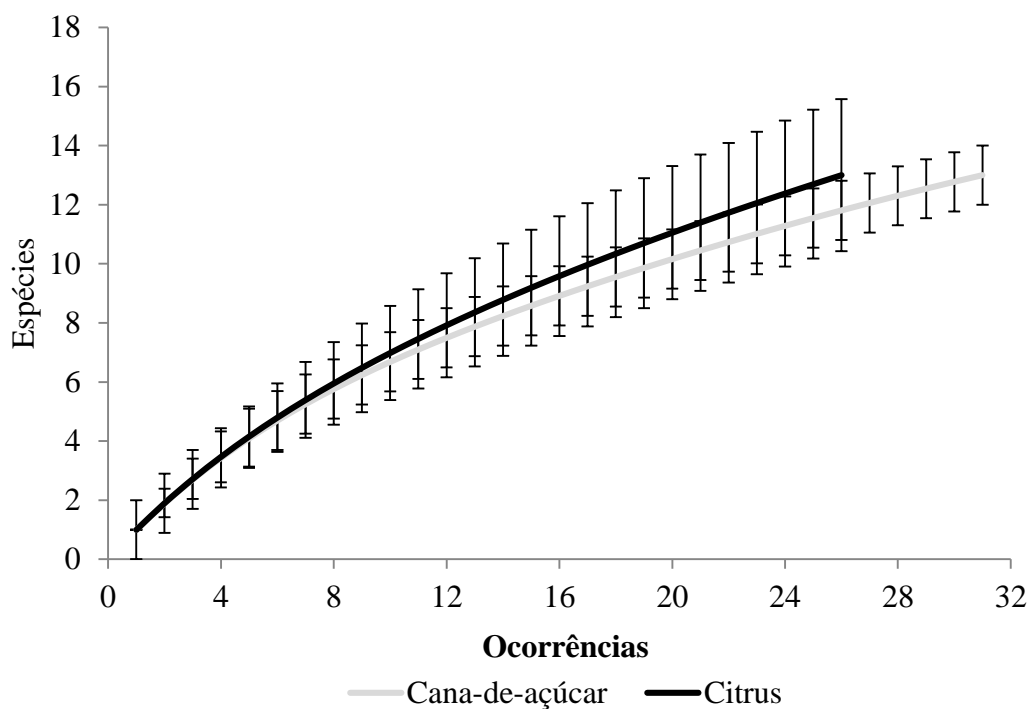


Figura 5. Curva de rarefação de espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) coletadas sobre plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e *Citrus* spp., no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro.

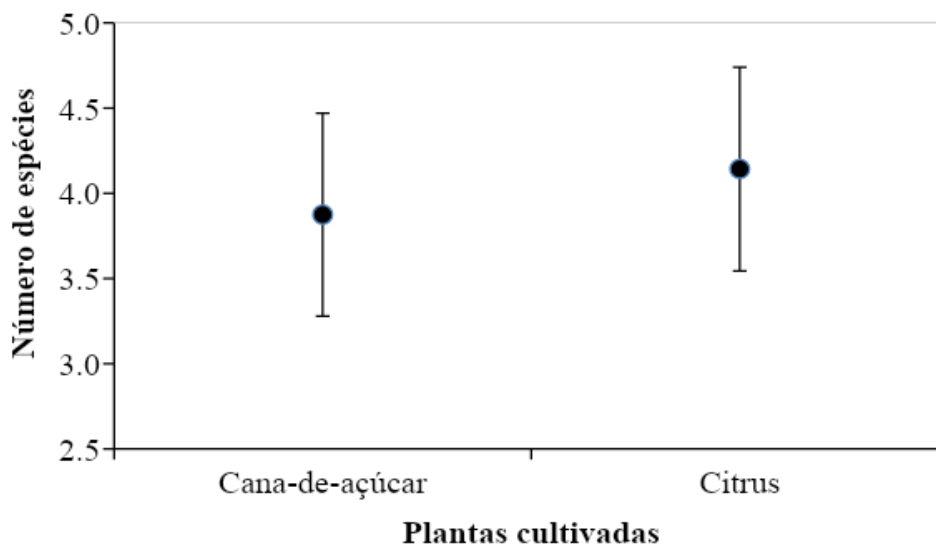


Figura 6. Número médio (\pm erro padrão) de espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) coletadas sobre plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e *Citrus* spp., no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. ANCOVA: $F_{1,12} = 1,804$; $P = 0,20$.

Assim, as diferenças entre as culturas de cana-de-açúcar e de plantas cítricas e as diferenças existentes no entorno dos locais onde a fauna de formigas foi amostrada não foram fatores expressivamente relevantes para proporcionar diferenças na riqueza de espécies de formigas. O entorno das plantas cítricas apresentava, visualmente, maior variabilidade de

outras espécies de plantas, o que é apontado como um fator que pode proporcionar uma maior riqueza de espécies de formigas em áreas cultivadas, por estar associado ao aumento da heterogeneidade estrutural do ambiente e da variabilidade de recursos disponíveis para os insetos (ESTRADA *et al.*, 2019; AMARAL *et al.*, 2019). A diversidade de espécies de formigas está relacionada com as características do meio e ambientes com alta complexidade geralmente possuem maior diversidade de espécies (OLIVEIRA *et al.*, 1995). Rocha (2012), afirma que a diversidade e a riqueza de espécies de formigas são maiores quando se possui elevada disponibilidade de nichos ecológicos. Assim o aumento da complexidade estrutural do ambiente está associado à presença de uma maior variedade de nichos ecológicos e, conseqüentemente, maior diversidade de espécies.

As espécies de plantas possuem características específicas quanto a sua morfologia, sendo que algumas apresentam melhores condições para a nidificação das formigas e recursos alimentares diferenciados (SANTO & DEL-CLARO, 2001). Assim, além das características do ambiente como um todo, algumas espécies de plantas podem apresentar maior riqueza de espécies de formigas que outras (CORIOLANO *et al.*, 2014), por terem características que proporcionam maior quantidade e diversidade de recursos para a mirmecofauna. Além da diversidade de recursos, a sua abundância e a presença de alguns recursos específicos também podem influenciar a riqueza e a diversidade de espécies de formigas (CARRASCOSA, 2014; FLORES *et al.*, 2017; AMARAL *et al.*, 2019). Nesse sentido, cabe ressaltar que a Variedade CB47- 355 (Mulata Pelada) possui alto teor grau brix, que determina a quantidade de açúcares presentes na planta (EMBRAPA, 2007). Townsend (2006), percebeu que a variedade CB47- 355 possui considerável quantidade de sacarose, em torno de 18,7 Brix, o que pode ser um dos motivos da riqueza de espécies formigas sobre a cana-de-açúcar ser igual à observada sobre as plantas cítricas, mesmo o último sendo um cultivo perene e mantido em local com maior diversidade vegetal.

Além da riqueza e da diversidade, a composição de espécies de formigas pode variar em função da espécie de planta em que forrageiam (CORIOLANO *et al.*, 2014) e das características da área cultivada e dos tratos culturais (AMARAL *et al.*, 2019; ESTRADA *et al.*, 2019). No presente estudo, apesar da riqueza e da diversidade de espécies de formigas não variarem significativamente entre as culturas estudadas, a composição de espécies de formigas coletada na cana-de-açúcar variou significativamente da observada nas plantas cítricas (ANOSIM; $R = 0,883$; $p < 0,01$; Figura 7). A temperatura do ar esteve relacionada com a composição de espécies obtida sobre *Citrus* spp. A variação na composição das espécies que forrageiam sobre as plantas cultivadas estudadas foi expressiva, pois apenas três espécies foram coletadas em ambas as culturas. Cerca de 83% das espécies de formigas coletadas sobre cana-de-açúcar foram exclusivas desta cultura e o mesmo foi observado para as plantas cítricas. Coelho (2011), estudando formigas arborícolas no estrato arbustivo e arbóreo de florestas naturais, observou que cerca de 23% das espécies foram exclusivas do estrato arbustivo e aproximadamente 38% foram coletadas apenas no estrato arbóreo. Diante disso, ressaltam-se as particularidades das espécies de formigas em relação a suas exigências alimentares, de nidificação e de condições ambientais para a sua sobrevivência.

Estudos apontam que pode existir uma expressiva riqueza e diversidade de espécies de formigas em sistemas agroflorestais e em plantios de eucalipto que apresentam o sub-bosque desenvolvido, inclusive podem possuir o número de espécies de formigas próximo ao observado em florestas secundárias (GOMES *et al.*, 2013; AMARAL *et al.*, 2019; APOLINÁRIO *et al.*, 2019). Isso pode decorrer da diversidade de espécies vegetais existentes nessas áreas cultivadas, inclusive tendo na sua composição espécies de diferentes portes, apresentando então variados estratos verticais. Assim, os resultados obtidos no presente estudo, aliados aos observados em outras pesquisas, apontam para o aumento da riqueza de espécies de formigas em agroecossistemas que sejam policultivos com plantas de

diferentes portes (herbáceo, arbustivo e arbóreo), visto que a composição de espécies presente em cada um desses estratos pode variar significativamente. Esses policultivos com alta diversidade de espécies cultivadas e variados estratos verticais apresentam então uma elevada diversidade de nichos ecológicos e, conseqüentemente, são propícios à existência de elevado número de espécies de formigas.

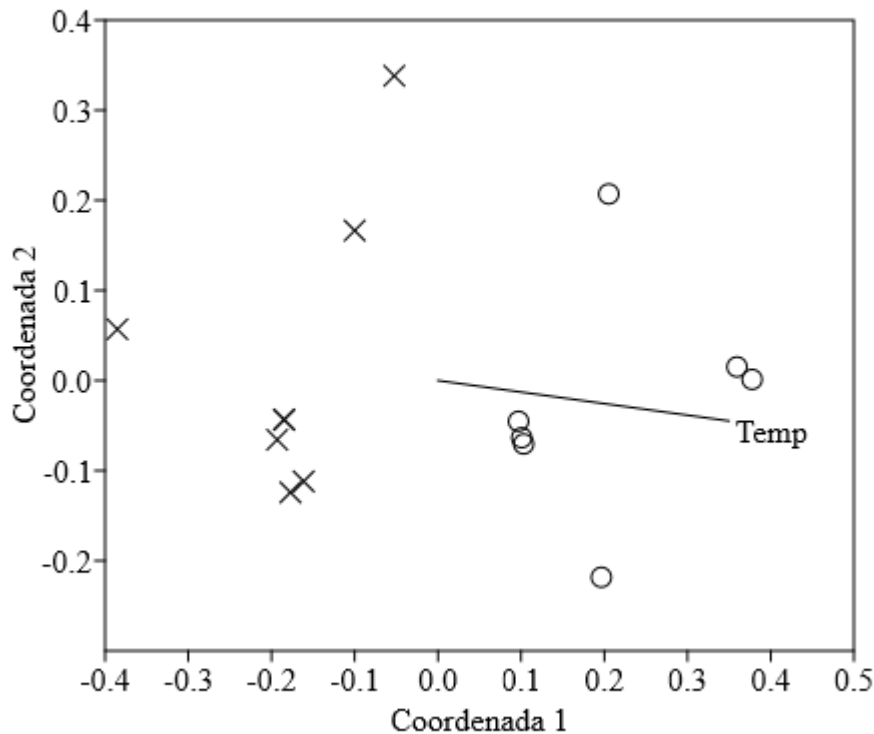


Figura 7. Ordenação multidimensional não métrica (NMDS), com o coeficiente de Jaccard, para a fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) coletada sobre plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) (X) e *Citrus* spp. (O), no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. Stress: 0,201. ANOSIM: R = 0,883; $p < 0,01$.

Não houve efeito dos fatores ambientais estudados sobre a riqueza de espécies de formigas sobre as plantas de cana-de-açúcar (Tabela 2). Já na análise da riqueza de espécies sobre as plantas cítricas, foi observada influência significativa da altura das árvores, ocorrendo relação positiva entre o número de espécies de formigas e a altura das plantas (Tabela 3; Figura 8). Coriolano *et al.* (2014), não constataram efeito da circunferência à altura do peito (CAP) ou do diâmetro da copa sobre a riqueza de espécies de formigas coletadas sobre a arborização urbana de Três Rios-RJ, porém os autores não avaliaram a possível influência da altura das árvores. Já Flores *et al.* (2017), observaram que o modelo estatístico contendo as variáveis independentes diâmetro da copa, CAP e número de flores explicou significativamente a variação na riqueza de espécies de formigas coletadas sobre *Bauhinia monandra* Kurz. Outros fatores, não avaliados no presente trabalho, como a rugosidade da casca, também podem estar relacionados com a riqueza de espécies de formigas (SANTOS, 2006). Em relação à altura das árvores, esse fator pode estar associado à abundância de recursos para a mirmecofauna.

Tabela 2. Regressão Linear Passo-a-Passo entre a riqueza de espécies de formigas coletadas sobre plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e os fatores ambientais altura da planta (A), circunferência do colmo (C), número de plantas por touceira (NP) e temperatura do ar (T), no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro.

Variáveis Independentes	R ²	F	p
C,	40,91%	4,15	0,09
C, NP	47,90%	2,30	0,20
C, NP, T	49,47%	1,31	0,39
C, NP, T, A	51,85%	0,81	0,59

Tabela 3. Regressão Linear Passo-a-Passo entre a riqueza de espécies de formigas coletadas sobre plantas cítricas (*Citrus* spp) e os fatores ambientais altura das árvores (A), circunferência do tronco à altura do colo (C) e temperatura do ar (T), no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro.

Variáveis Independentes	R ²	F	p
A	60,68%	7,72	0,04
A, T	61,41%	3,18	0,15
A, T, C	61,42%	1,59	0,36

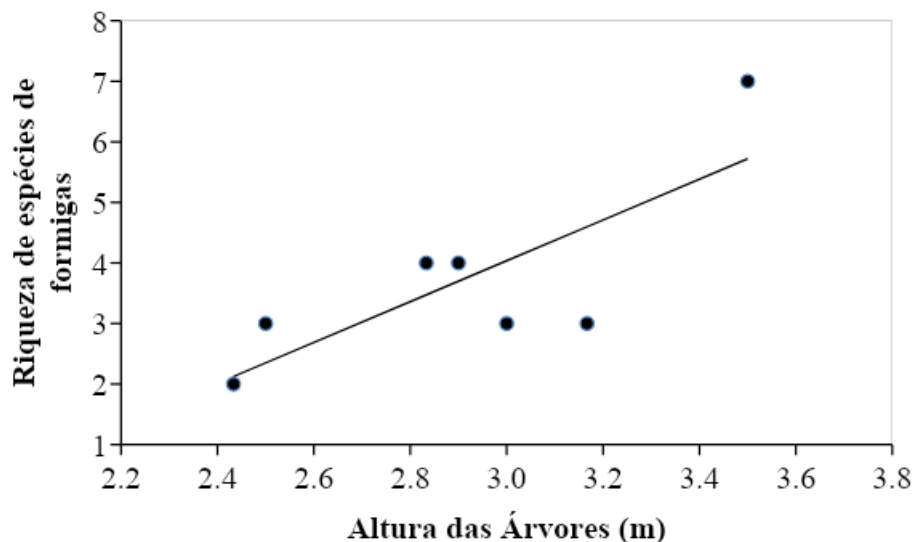


Figura 8. Relação entre a riqueza de espécies de formigas coletadas sobre plantas cítricas e a altura das árvores, no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro.

3.2 Funções da mirmecofauna

As formigas coletadas sobre as plantas de cana-de-açúcar foram separadas em quatro grupos funcionais, enquanto que as espécies observadas sobre as plantas cítricas constituíram três grupos funcionais (Tabela 4). A frequência de espécies de formigas nos diferentes grupos funcionais variou significativamente entre a cana-de-açúcar e as plantas cítricas (Teste de Qui-quadrado: partição; $p = 0,03$). Sobre cana-de-açúcar o grupo funcional com maior riqueza de espécies foi o grupo das espécies onívoras que habitam o solo e a serapilheira, sendo a riqueza de espécies expressivamente maior que dos demais grupos observados na cana-de-açúcar. Assim, apesar de terem sido coletadas sobre as plantas de cana-de-açúcar, a maioria das espécies registradas sobre essa cultura não é tipicamente arborícola.

Foi observado que a frequência relativa no grupo funcional de formigas onívoras que habitam plantas foi expressivamente maior nas plantas cítricas que sobre plantas de cana-de-açúcar. Esse resultado provavelmente decorre da maior disponibilidade de locais para nidificar sobre as árvores que sobre as plantas de cana-de-açúcar, além das árvores também apresentarem a maior disponibilidade de outros recursos.

Tabela 4. Frequência relativa (%) e a riqueza de espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) coletadas sobre plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e *Citrus* spp. nos diferentes grupos funcionais, no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro.

Grupos funcionais	Cana-de-açúcar		<i>Citrus</i>	
	Riqueza	%	Riqueza	%
Onívoras que habitam o solo e a serapilheira	8	61,5	5	38,5
Onívoras que habitam o solo, a serapilheira e as plantas	3	23,1	2	15,4
Onívoras que habitam plantas	1	7,7	6	46,2
Nômades predadoras	1	7,7	0	0,0
Total	13	100,0	13	100,0

Estrada (2017), realizando a amostragem da fauna de formigas com armadilhas tipo pitfall, observou a ocorrência de sete grupos funcionais e o grupo onívoras que habitam o solo e a serapilheira foi o que apresentou a maior riqueza de espécies, seguida do grupo funcional onívoras que habitam o solo, a serapilheira e as plantas. No presente estudo não foram coletadas formigas cultivadoras de fungos e, especificamente, formigas cortadeiras (gêneros *Atta* e *Acromyrmex*), o que pode ter ocorrido por essas espécies não terem sido atraídas pelas iscas e por algumas dessas espécies forragearem principalmente no período noturno. Também não foram coletadas espécies dos gêneros *Ectatomma*, *Gnamptogenys*, *Neoponera*, *Pachycondyla* e *Odontomachus*, que são comuns em áreas cultivadas no Estado do Rio de Janeiro e apontadas geralmente como tipicamente predadoras. Essas formigas forrageiam principalmente sobre o solo e a serapilheira. Assim, o número de grupos funcionais observado no presente estudo provavelmente seria maior caso fossem utilizadas outros métodos de coleta da mirmecofauna, incluindo técnicas propícias à coleta de espécies

epigéicas e hipogéicas. Contudo, o objetivo do presente estudo foi avaliar a parcela da mirmecofauna que forrageia sobre as plantas cultivadas estudadas.

As espécies do gênero *Dorymyrmex* constroem seus ninhos no solo, são observadas frequentemente em áreas antropizadas e parecem preferir ambientes abertos (BACCARO *et al.*, 2015), como a área do entorno da plantação de cana-de-açúcar. Embora tenha ocorrido apenas em uma repetição no plantio de cana-de-açúcar, espécies desse gênero podem ser abundantes em áreas cultivadas no Estado do Rio de Janeiro (ESTRADA *et al.*, 2019). Podem se alimentar de líquido exsudado de plantas, incluindo de nectários extraflorais e do *honeydew* de hemípteros, mas forrageiam geralmente sobre o solo (KAY, 2004). A espécie *Dorymyrmex pyramicus* (Roger) já foi observada predando ovos de percevejos da família Pentatomidae, que constituem-se pragas da soja (HERNÁNDEZ *et al.*, 2008).

O gênero *Linepithema* ocorre na região Neotropical e pode formar colônias com milhares de formigas operárias, que possuem hábito alimentar generalista, podem ser predadoras, forrageando sobre plantas ou no solo, e alimentar-se das fezes açucaradas de hemípteros e soluções açucaradas exsudadas por nectários extraflorais (BACCARO *et al.*, 2015).

As pequenas formigas do gênero *Brachymyrmex* ocorrem no Novo Mundo, estando amplamente distribuídas no Brasil (BACCARO *et al.*, 2015), sendo comumente observadas em áreas cultivadas. Forrageiam frequentemente na interface solo-serapilheira, mas também podem estar presentes sobre plantas (DELABIE *et al.*, 2000). O local de nidificação varia consideravelmente, pois podem construir seus ninhos na serapilheira, sob pedras e troncos, no solo e na vegetação, e apresentam hábito alimentar geralmente onívoro, podendo se alimentar inclusive de nectários extraflorais e se associar a insetos trofobiontes (BACCARO *et al.*, 2015).

Formigas do gênero *Camponotus* são comuns em áreas cultivadas e várias espécies são generalistas em relação ao hábito de nidificação e alimentar (SANTOS, 2017), inclusive podem se associar com hemípteros fitófagos para se alimentar do *honeydew* e utilizar os nectários extraflorais (FOWLER *et al.*, 1991). Cabe ressaltar que os nectários extraflorais, ao atraírem as formigas para a planta que os possuem, podem reduzir a herbivoria pela proteção ofertada pelas formigas ao predação os insetos herbívoros (FOWLER *et al.*, 1991). Os locais de nidificação das formigas do gênero *Camponotus* incluem o solo, troncos caídos sobre o solo e também constroem ninhos sobre plantas (BACCARO *et al.*, 2015).

As formigas de correição do gênero *Labidus* forrageiam frequentemente sobre o solo e em meio a serapilheira, onde podem coletar uma ampla gama de outros artrópodes, além de sementes e frutos (BACCARO *et al.*, 2015). O número de presas capturadas por essas formigas pode ser expressivo, tendo considerável o efeito sobre as populações de artrópodes do solo e serapilheira (BACCARO *et al.*, 2015). Essas formigas não constroem ninho, sendo consideradas nômades. A ocorrência de *Labidus coecus* (Latreille, 1802) já havia sido registrada no SIPA (AMARAL *et al.*, 2019).

Formigas do gênero *Pheidole* são bastante frequentes em áreas cultivadas no Estado do Rio de Janeiro (AMARAL *et al.*, 2019; ESTRADA *et al.*, 2019) e trata-se de um gênero de formigas que contém um elevado número de espécies, pois apresenta pouco mais de 1000 espécies descritas, com aproximadamente 150 ocorrendo no Brasil (FERREIRA, 2016). Neste grupo observa-se espécies onívoras, cujo comportamento inclui a predação, a coleta e dispersão de sementes e a interação com hemípteros fitófagos (BACCARO *et al.*, 2015; WIN *et al.*, 2018). Entre as suas presas estão insetos que causam danos a plantas cultivadas, como a soja (HERNÁNDEZ *et al.*, 2008).

Os gêneros *Cephalotes* e *Pseudomyrmex* apresentam espécies tipicamente arborícolas, inclusive nidificando sobre plantas (BACCARO *et al.*, 2015). Uma exceção é a espécie *Pseudomyrmex termitarius* (Smith, 1855) que confeciona ninhos no solo, sendo

observada geralmente na interface solo-serapilheira (PULGARIN DIAZ, 2004; ESTRADA, 2017). As espécies do gênero *Crematogaster*, apesar de serem observadas sobre o solo e serapilheira, geralmente são associadas às plantas, habitando tanto o estrato arbóreo quanto o arbustivo e assim são geralmente incluídas em grupos funcionais ou guildas de formigas arborícolas (ESTRADA, 2017), corroborando com os resultados encontrados nessa pesquisa. Essas formigas são onívoras e podem agir como predadoras, mas também podem se alimentar do *honeydew* produzido por hemípteros (FAGUNDES *et al.*, 2013; BACCARO *et al.*, 2015). Segundo Baccaro *et al.* (2015) um expressivo número de espécies do gênero *Pseudomyrmex* estão associadas com plantas mirmecófitas, protegendo a planta hospedeira. Já Fagundes *et al.* (2013) observaram que a proteção ofertada por formigas, incluindo espécies de *Pseudomyrmex*, *Crematogaster* e *Cephalotes pusillus* Klug 1824 aumentaram a sobrevivência e reprodução de *Calloconophora pugionata* Drietch (Hemiptera, Membracidae).

Formigas do gênero *Solenopsis* do complexo *geminata*, como *Solenopsis invicta* Buren, 1972, são conhecidas popularmente como formigas-lava-pés. Almeida *et al.* (2007) observaram a presença de expressivo número de ninhos de *S. invicta* no SIPA. Essa espécie é voraz predadora, atacando vários outros artrópodes e até mesmo algumas espécies de vertebrados (MORRISON, 2002; PARRIS *et al.*, 2002). Podem inclusive ser úteis no controle de pragas agrícolas (EUBANKS, 2001). A espécie *Wasmannia auropunctata* (Roger, 1863) também é uma importante predadora. Espécies desses dois gêneros causaram a redução da biodiversidade em ecossistemas onde foram introduzidas, devido à predação de espécies nativas (LE BRETON *et al.*, 2003). Todavia, essas formigas não são apenas predadoras, sendo na realidade onívoras. Existem inclusive relatos de danos causados a plantas cítricas por *S. invicta*, pois ao construir os seus ninhos próximo de plantas de um a quatro anos de idade podem danificar o tecido vegetal e se alimentar da seiva exsudada, podendo inclusive provocar a morte das árvores (JETTER *et al.*, 2002).

Algumas formigas podem reduzir a abundância de outros grupos de artrópodes em áreas cultivadas, pois Estrada (2017) constatou que a abundância de formigas do grupo funcional onívoras que habitam o solo, a serapilheira e as plantas esteve relacionada negativamente com a abundância de coleópteros em áreas cultivadas.

Desse modo, as formigas observadas sobre as plantas cultivadas estudadas apresentam uma elevada gama de comportamentos. Algumas das atividades realizadas por essas formigas são benéficas para a produção, como a possível predação de insetos praga. Por outro lado, já foram realizados relatos de que espécies de formigas de vários dos gêneros amostrados podem se associar com hemípteros fitófagos, interação essa que pode acarretar na redução da produção agrícola. Wimp & Whitham (2001), constataram que a interação de formigas com pulgões tende a diminuir a herbivoria em plantas cultivadas, pois além de protegerem os pulgões, as formigas afastam outros insetos. Os mesmos autores diagnosticaram que quando as formigas foram retiradas obteve-se um aumento significativo de insetos que tendem a reduzir a produtividade. Isso demonstra que os efeitos negativos da mirmecofauna para a agricultura podem ser contrabalanceados por efeitos positivos, além de exemplificar a complexidade das interações ecológicas nos agroecossistemas e seus efeitos sobre a produção agrícola.

Cabe ressaltar que o aumento da biodiversidade presente nas áreas cultivadas acarreta no acréscimo da redundância de funções ecológicas. A utilização de policultivos, contendo espécies vegetais de variados portes, pode provocar o aumento da riqueza de espécies de formigas e, conseqüentemente, o aumento de espécies predadoras dos diferentes grupos de insetos, incluindo aqueles danosos à agricultura. Além disso, a competição entre as diferentes espécies pode aumentar. Isso tende a proporcionar maior equilíbrio entre as populações das

diferentes espécies, reduzindo a probabilidade de populações de insetos praga alcançarem o nível de dano econômico.

4 CONCLUSÕES

A riqueza e a diversidade de espécies de formigas que forrageiam sobre plantas de cana-de-açúcar não diferiram das observadas sobre plantas cítricas, não sendo observada influência da espécie cultivada sobre esses parâmetros da fauna de formigas. Porém, pode-se concluir que a composição da mirmecofauna foi influenciada pela espécie cultivada.

As atividades desempenhadas pelas espécies de formigas coletadas são variadas, incluindo algumas que potencialmente são úteis para a produção agrícola, mas também possuem comportamentos prejudiciais às plantas cultivadas, incluindo a interação mutualística com hemípteros fitófagos.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCANTARA, D. A Construção de Cenários Prospectivos em Seropédica: integrando a academia e a coletividade no estudo da paisagem e do território. In: XI Colóquio QUAPÁSEL, 2016, Salvador. **XI Colóquio Quapá-SEL - Sistemas de Espaços Livres: Transformações e Permanências no Século XXI**. Salvador: UFBA, v. 1, p.1-18, 2016.

ALMEIDA, F.S.; QUEIROZ, J.M.; MAYHÉ-NUNES, A.J. Distribuição e abundância de ninhos de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) em um agroecossistema diversificado sob manejo orgânico. **Floresta e Ambiente**, v.14, n.1, p. 33 - 43, 2007.

ALVES, H.S.R. **Identificação de bioindicadores e planejamento de mini-corredores ecológicos na área de proteção ambiental costa de Itacaré/Serra Grande, Bahia**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) -UESC, Ilhéus, Bahia. 113 f. 2007.

AMARAL, G.C. **Diversidade e Interações ecológicas da fauna de formigas em áreas de cultivo orgânico**. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada) – UFRRJ, Seropédica, Rio de Janeiro, 55f., 2018.

AMARAL, G.C.; VARGAS, A.B.; ALMEIDA, F.S. Efeito de atributos ambientais na biodiversidade de formigas sob diferentes usos do solo. **Ciência Florestal**, v.29, n.2, p.660-672, 2019.

APOLINÁRIO, L.C.M.H.; ALMEIDA, A.A.; QUEIROZ, J.M.; VARGAS, A.B.; ALMEIDA, F.S. Diversity and guilds of ants in diferente land-use systems in Rio de Janeiro State, Brazil. **Floresta e Ambiente**, v.26, n.4: e20171152, 2019.

AYRES, M.; AYRES JR., M.; AYRES, D.L.; SANTOS, A.A.S. **BioEstat: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas**. 2007. 364p.

BACCARO, F.B.; FEITOSA, R.M.; FERNANDEZ, F.; FERNANDES, I.O.; IZZO, T.J.; SOUZA, J.L.P. DE; SOLAR, R. **Guia Para os gêneros das Formigas do Brasil**. Editora Inpa: Manaus, 2015.

BASTOS, C. S.; TORRES, J. B. **Controle biológico e o manejo de pragas do algodoeiro**.

Embrapa Algodão-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2005.

COELHO, R.C.S. **Comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) do estrato arbustivo-arbóreo em fragmentos florestais de Mata Atlântica no Rio de Janeiro.** Dissertação (Mestrado), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2011. 59p.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar. Safra 2019/20.** v.6, n.1. 58p. 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/cana>. Acessado em: 19 de julho de 2019.

CORIOLOANO, R.E.; ESTRADA, M.A.; SANTOS, N.T.; CAIXEIRO, L.R.; VARGAS, A.B.; ALMEIDA, F.S. Mirmecofauna associada à arborização urbana no município de Três Rios, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 12, n. 4, p. 210-214, 2014.

DELABIE, J.H.C.; AGOSTI, D.; NASCIMENTO, I.C. Litter and communities of the Brazilian Atlantic rain forest region, IN: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.E.; SCHULTZ, T.R. (EDS). **Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for ground living ants.** Washington, Smithsonian Institution, p.1-15, 2000.

EMATER - **Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio de Janeiro.** Disponível em: <http://www.emater.rj.gov.br/seropedica.asp>. Acessado em: 05 de agosto de 2019.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: Embrapa agrobiologia. **Fazendinha Agroecológica Km 47** Disponível em: <https://www.embrapa.br/agrobiologia/fazendinha-agroecologica>. Acessado em: 03 de janeiro de 2019. 2019

EMBRAPA- **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: Embrapa agrobiologia.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/agrobiologia/campo-experimental>. Acessado em: 05 de agosto de 2019. 2019a

EMBRAPA- **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: Embrapa agrobiologia.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18011719/pesquisas-da-embrapa-estao-na-expovel>. Acessado em: 20 de outubro de 2019. 2007

EMBRAPA - **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: Embrapa Mandioca e Fruticultura.** Disponível em: http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/brasil/brasil.htm Acessado em: 19 de julho de 2019.b

ESTRADA, M.A.; CORIOLOANO, R.E.; SANTOS, N.T.; CAIXEIRO, L.R.; VARGAS, A.B.; ALMEIDA, F.S. Influência de áreas verdes urbanas sobre a mirmecofauna. **Floresta e Ambiente**, v.21, n.2, p.162-169, 2014.

ESTRADA, M.A. **A diversidade e o papel da fauna de formigas em áreas agrícolas submetidas ao cultivo orgânico e convencional.** Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2017.

ESTRADA, M.A.; ALMEIDA, A.A.; VARGAS, A.B.; ALMEIDA, F.S. Diversidade, riqueza e abundância da mirmecofauna em áreas sob cultivo orgânico e convencional. **Acta Biológica Catarinense**, n.6, v.2, p.87-103, 2019.

EUBANKS, M.D. Estimates of the direct and indirect effects of red imported fire ants on biological control in field crops. **Biological Control**, v.21, p.35-43, 2001.

FAGUNDES, R.; RIBEIRO, S.P.; DEL-CLARO, K. Tending-Ants Increase Survivorship and Reproductive Success of *Calloconophora pugionata* Drietch (Hemiptera, Membracidae), a Trophobiont Herbivore of *Myrcia obovata* O.Berg (Myrtales, Myrtaceae). **Sociobiology**, v.60, n.1, p.11-19, 2013.

FERREIRA, A.C. **O Gênero *Pheidole* (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae) no Paraná: Levantamento e delimitação de espécies**. Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Mestrado) Universidade Federal do Paraná. 387p, 2016.

FITTKAU, E.J.; KLINGE, H. On biomass and trophic structure of the central Amazonian rain forest ecosystem. **Biotropica**. v.5, n.1, p. 2-14, 1973.

FLORES, W.A.; CORTINES, E.; ALMEIDA, A.A.; VARGAS, A.B. Fatores que influenciam a fauna de formigas que forrageia sobre *Bauhinia monandra* Kurz. (Leguminosae: Caesalpinioideae) em área urbana. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.12, n.2, p. 16-26, 2017.

FREITAS, D. J, ROSS, N. M. Interaction between trophobiont insects and ants: the effect of mutualism on the associated arthropod community. **Journal of Insect Conservation**, v. 19, p. 627–638, 2015.

GOMES, D.S.; ALMEIDA, F.S.; VARGAS, A.B.; QUEIROZ, J.M. Resposta da assembleia de formigas na interface solo-serapilheira a um gradiente de alteração ambiental. **Iheringia, Série Zoologia**, n.103, v.2, p.104-109, 2013.

GROC, S.; DELABIE, J.H.C.; FERNÁNDEZ, F.; LEPONCE, M.; ORIVEL, J.; SILVESTRE, R.; VASCONCELOS, H.L.; DEJEAN, A. Leaf-litter ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in a pristine Guianese rain-forest: stable functional structure versus high species turnover. **Myrmecological News**, v.19, p.43-51, 2014.

HAMMER, O., HARPER, D.A.T., RYAN, P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v.4, n.1, 9pp., 2001. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm

HERNANDEZ, U.A.; LIMONTE, A.C.; RAVELO, H.G.; SOUZA, J.G. Hymenoptera; Formicidae, predadores de huevos del complejo pentatómidos en soya. **Centro Agrícola**, v.35, n.2, p.89-90, 2008.

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

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/seropedica/panorama>. Acessado em: 03 de janeiro de 2019.

JETTER, K.M.; HAMILTON, J.; KLOTZ, J.H. Red imported fire ants threaten agriculture wildlife and homes. **California Agriculture**, v.56, n.1, p.26-34, 2002.

KAY, A. The relative availabilities of complementary resources affect the feeding preferences of ant colonies. **Behavioral Ecology**, v.15, n.1, p.63-70, 2004.

LE BRETON, J.; CHAZEAU J. ; JOURDAN, H. Immediate impacts of invasion by *Wasmannia auropunctata* (Hymenoptera: Formicidae) on native litter ant fauna in a New Caledonian rainforest. **Austral Ecology, Armidale**, v.28, p.204–209, 2003

LE MOS, W.P.; VELOSO, C.A.C.; RIBEIRO, S.I. **Identificação e controle das principais pragas em pomares de citros no Pará**. Comunicado Técnico 119, Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA, 2004. 4p.

LUTINSKI, J. A; GARCIA, F. R. M. Análise faunística de Formicidae (Hymenoptera: Apocrita) em ecossistema degradado no município de Chapecó, Santa Catarina. **Biotemas**, v. 18. n. 2, P. 73-86, 2005.

MACEDO, L.P.M.; BERTI FILHO, E.; DELABIE, J.H.C. Epigeal ant communities in Atlantic Forest remnants of São Paulo: a comparative study using the guild concept. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.55, n.1, p.75-78, 2011.

MARTINS, L.; ALMEIDA, F.S.; MAYHÉ-NUNES, A.J.; VARGAS, A.B. Efeito da complexidade estrutural do ambiente sobre as comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) no município de Resende, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 9, n. 2, p. 174-179, 2011.

MONTEIRO, G.G. **Cochonilhas associadas à cana-de-açúcar no estado de São Paulo, com destaque para *Saccharicoccus sacchari* (Cockerell, 1895) (Hemiptera: Pseudococcidae): distribuição, sazonalidade e interação com o fungo *Colletotrichum falcatum* Went 1893 (Glomerellales: Glomerellaceae)**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2019. 79p.

MORRISON, L.W. Long-term impacts of an arthropod-community invasion by the imported fire ant, *Solenopsis invicta*. **Ecology**, v.83, p.2337-2345, 2002.

OLIVEIRA, M.A., T.M.C. DELLA LUCIA, M.S. ARAÚJO & A.P. DA CRUZ. A fauna de formigas em povoamentos de eucalipto na mata nativa no estado do Amapá. **Acta Amazonica**, v.25, p.117-126, 1995.

PARRIS, L.B.; LAMONT, M.M.; CARTHY, R.R. Increased incidence of red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) presence in loggerhead sea turtle (Testudines: Cheloniidae) nests and observations of hatchling mortality. **Florida Entomologist**, v.85, n.3, p.524-527, 2002.

PULGARIN DIAZ, J.A.P. Algunas observaciones sobre la estructura del nido y composición de colonias de *Pseudomyrmex termitarius* (Hymenoptera: Formicidae) en una localidad de Bello (Antioquia, Colombia). **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, v.57, n.1, p.2161-2177, 2004.

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.

ROCHA, W. O. "**Estudo da mirmecofauna aplicado na avaliação de áreas de garimpo de diamantes no município de Poxoréo, MT**". Dissertação (mestrado) -- Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Engenharia Florestal, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais. p.1-54, 2012.

RIBAS, C. R.; SCHOEREDER, J. H.; PIC, M.; SOARES, S. M. Tree heterogeneity, resource availability, and larger scale processes regulating arboreal ant species richness. **Austral Ecology**, v. 28, p. 305-314, 2003.

SANTOS, M.S.; LOUZADA, J.N.C.; DIAS, N.; ZANETTI, R.; DELABIE, J.H.C.; NASCIMENTO, I.C. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) da serapilheira em fragmentos de floresta semidecídua da mata atlântica na região do Alto do Rio Grande, MG, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v.96, n.1, p.95-101, 2006.

SANTOS, J. R.L. **Diversidade de formigas (Hymenoptera:Formicidae) em plantio de Teca no Pantanal Mato-Grossense**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT. 2017.

SILVA, A. M. **Diversidade de formigas epigeicas em fragmentos de floresta estacional semidecidual e agroecossistemas adjacentes de milho e soja, no município de Ipamerigo, GO**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Goiás, 33p., 2014.

STYRSKY JD, EUBANKS MD. Ecological consequences of interactions between ants and honeydew-producing insects. **Proc R Soc B Biol Sci**, v. 274, p. 151–164, 2007.

YAO I; AKIMOTO, S. Flexibility in the composition and concentration of amino acids in honeydew of the drepanosiphid aphid *Tuberculatus quercicola*. **Ecological Entomology**, v. 27, p. 745–752, 2002.

WIN, A.T.; KINOSHITA, T.; TSUJI, K. The presence of an alternative food source changes the tending behavior of the big-headed ant, *Pheidole megacephala* (Hymenoptera: Formicidae) on *Dysmicoccus brevipes* (Homoptera: Pseudococcidae). **Applied Entomology and Zoology**, v.53, p.253–258, 2018.

WIMP, G. M., AND T. G. WHITHAM. Biodiversity consequences of predation and host plant hybridization on an aphid-ant mutualism. **Ecology** 82: 440–452. 2001.

CAPÍTULO II

INTERAÇÕES ENTRE FORMIGAS E COCHONILHAS EM ÁREA DE CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR: ESPÉCIES E EFEITOS SOBRE AS POPULAÇÕES DOS INSETOS PRAGAS

RESUMO

As interações entre formigas (Hymenoptera: Formicidae) e cochonilhas (Hemiptera) são frequentemente observadas em áreas cultivadas, mas as informações existentes sobre essas interações nas diferentes plantas cultivadas são escassas. Assim, o objetivo desse capítulo foi realizar o levantamento das espécies de formigas que apresentam interações com cochonilhas em plantios de cana-de-açúcar, a natureza de tais interações e a frequência de ocorrência. Também teve como objetivo avaliar o efeito da interação com formigas sobre o tamanho das populações de cochonilhas e estudar a influência do ataque de brocas sobre a abundância dos hemípteros. A coleta de dados foi realizada em um plantio de cana-de-açúcar no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. As espécies foram coletadas em 70 plantas de cana-de-açúcar, que foram minuciosamente inspecionadas, obtendo-se também a natureza das interações e a sua frequência. Para avaliar a influência da interação com formigas sobre a abundância de cochonilhas foi obtido o número de fêmeas adultas de cada espécie de cochonilha em dez plantas isoladas de formigas e dez não isoladas. Para estudar o efeito do ataque de brocas sobre a abundância de cochonilhas, o número de indivíduos foi obtido em nove plantas atacadas por brocas e nove não atacadas. Foram coletadas cochonilhas das espécies *Aclerda takahashii* Kuwana e *Saccharicoccus sacchari* (Cockerell). Foram observadas 10 espécies de formigas interagindo com *A. takahashii* e sete espécies foram observadas em interação com *S. sacchari*. A abundância de fêmeas de *A. takahashii* foi significativamente maior nas plantas não isoladas que nas isoladas (Teste t pareado; $t = 2,34$; $p = 0,04$). Por outro lado, não foi observada diferença significativa na abundância de *S. sacchari* entre plantas isoladas e não isoladas (Teste t pareado; $t = 0,27$; $p = 0,8$) e para as duas espécies em conjunto (Teste t pareado; $t = 1,9$; $p = 0,09$). Não houve diferença significativa na abundância das duas espécies de cochonilhas em plantas atacadas ou não atacadas por brocas. Assim, várias espécies de formigas interagem com cochonilhas em cana-de-açúcar e essa interação provoca o aumento da população de *A. takahashii*.

Palavras-chave: Hemiptera, manejo de pragas, mutualismo.

ABSTRACT

Interactions between ants (Hymenoptera: Formicidae) and mealybugs (Hemiptera) are often observed in cultivated areas, but there is little information on these interactions in different cultivated plants. Thus, this chapter aimed to study the ant species that interact with mealybugs in sugarcane plantations, the nature of the interactions and the frequency of occurrence. It also aimed to evaluate the effect of interaction with ants on the size of mealybug populations and to study the influence of borer attack on Hemiptera abundance. Data collection was carried out in a sugarcane plantation in the Municipality of Seropédica, Rio de Janeiro State. The species were collected from 70 sugarcane plants, which were thoroughly inspected, obtaining also the nature of the interactions and their frequency. To evaluate the influence of interaction with ants on mealybugs abundance, we obtained the number of adult females of each species of mealybugs in ten ant isolated and ten non-isolated plants. To study the effect of borer attack on the abundance of mealybugs, the number of individuals was obtained in nine plants attacked by borers and nine non-attacked. The mealybugs species *Aclerda takahashii* Kuwana and *Saccharicoccus sacchari* (Cockerell) were collected. Ten ant species interacting with *A. takahashii* were observed and seven species were observed interacting with *S. sacchari*. The abundance of *A. takahashii* females was significantly higher in non-isolated than in isolated plants (Paired t-test; $t = 2.34$; $p = 0.04$). On the other hand, there was no significant difference in *S. sacchari* abundance between isolated and non-isolated plants (Paired t-test; $t = 0.27$; $p = 0.8$) and for the two species together (Paired t-test; $t = 1.9$; $p = 0.09$). There was no significant difference in abundance of the two mealybugs species in plants attacked or not attacked by borers. Thus, several species of ants interact with mealybugs on sugarcane and this interaction causes to increase of the of *A. takahashii* population.

Key Word: Hemiptera, pest management, mutualism.

1 INTRODUÇÃO

Diversas espécies de insetos causam dano econômico em áreas agrícolas, por consumirem folhas, ramos, caule, frutos e sementes (OLIVEIRA *et al.*, 2014). Além disso, podem sugar a seiva e transmitir doenças (GUIMARÃES *et al.*, 2019). Quando atingem densidades populacionais elevadas, podem até mesmo inviabilizar a produção agrícola devido ao elevado dano econômico que provocam (THOMAZINI, 2001).

Várias espécies de plantas cultivadas são atacadas por insetos da ordem Hemiptera, como pulgões, cigarrinhas, percevejos e cochonilhas (ALMEIDA, 2016; BLACKMAN & EASTOP, 2000; HOLTZ *et al.*, 2015). Esses fitófagos estão entre as principais pragas de culturas anuais e perenes no Brasil.

A densidade populacional de algumas espécies de hemípteros pode aumentar em função de interações mutualísticas com formigas (GUINDANI *et al.*, 2017). As formigas protegem espécies de hemípteros de inimigos naturais, enquanto se alimentam das fezes açucaradas (*honeydew*) dos insetos sugadores (DAANE *et al.*, 2007). Por outro lado, existem espécies de formigas que predam hemípteros (DELABIE *et al.*, 2007). Assim, as interações entre formigas e hemípteros são diversificadas e complexas e o papel das formigas nessas interações pode proporcionar benefícios ou gerar problemas para os agricultores.

Dentre os hemípteros destacam-se as cochonilhas, por serem abundantes e provocarem expressivos problemas às culturas agrícolas (SOUZA *et al.*, 2001; BENVENGA *et al.*, 2011). As interações entre formigas e cochonilhas são frequentemente observadas em áreas cultivadas (SOUZA *et al.*, 2007; HUANG & ZHANG, 2016; GUINDANI *et al.*, 2017), mas as informações existentes são escassas no que tange a natureza das interações nas diferentes plantas cultivadas, as espécies envolvidas e a frequência das interações. Além disso, as consequências das interações para as cochonilhas podem variar. As atividades das formigas podem reduzir as populações de parasitóides e aumentar as populações das cochonilhas (DAANE *et al.*, 2007). A mirmecefalofauna também pode aumentar a densidade populacional de hemípteros fitófagos produtores de *honeydew* sem afetar as taxas de parasitismo, desse modo, com provável efeito das formigas sobre os predadores desses hemípteros (CALAIBUG *et al.*, 2014). Além disso, a efetividade da proteção ofertada pelas formigas às cochonilhas pode ainda variar em função das espécies de formigas (BUCKLEY & GULLAN, 1991), sendo possível não ocorrer o aumento da densidade de hemípteros fitófagos a partir da associação com as formigas (VILELA & DEL-CLARO, 2018). Cabe ainda ressaltar que plantas atacadas por outros grupos de insetos podem apresentar características que influenciam as interações entre formigas e cochonilhas. Esse é o caso do ataque realizado por brocas, pois as plantas atacadas podem apresentar características que propiciem variações na abundância de cochonilhas e de formigas, como apresentar substâncias ricas em açúcares sobre o caule em função do ataque das brocas. Além disso, plantas debilitadas podem estar mais vulneráveis ao ataque de insetos (BOTTON *et al.*, 2003).

As cochonilhas, de forma geral, apresentam cor e tamanhos diversos (0,5 a 35 mm) e alguns indivíduos possuem corpo coberto com uma camada cerosa e filamentos laterais (KOSZTARAB & KOZÁR, 1988). Essa diversidade morfológica é observada entre espécies e entre indivíduos de uma mesma espécie (KOSZTARAB & KOZÁR, 1988). As fêmeas passam por dois ou três instares para alcançar a fase adulta, apresentam metamorfose incompleta (hemimetabolia), cabeça, tórax e abdômen completamente fundidos e são ápteras (MONTEIRO, 2019). Já os machos apresentam corpo com nítida divisão em cabeça, tórax e abdômen, no desenvolvimento da fase jovem tem dois a três instares móveis e pupa e, em alguns casos, pré-pupa, além de possuírem peças bucais atrofiadas e são providos de asas na fase adulta (GRAZIA *et al.*, 2012).

A reprodução ocorre de forma partenogênica ou sexuada, sendo as fêmeas ovíparas em sua maioria, entretanto também se observaram ovovivíparas, com 50 a 5000 ovos por postura (WILLIAMS & GRANARA DE WILLINK, 1992). As ninfas de primeiro instar de ambos os sexos são móveis com deslocamento limitado em função do pequeno tamanho, entretanto se dispersam passivamente pelo vento, animais e pelo homem, sendo dispersas por grandes distâncias através do transporte de partes de plantas hospedeiras (FLANDERS, 1970; MONTEIRO, 2019).

As cochonilhas ocorrem em várias partes das plantas, pois podem viver debaixo da bainha de folhas, cálices e raízes, podendo causar danos de forma direta em várias fases do desenvolvimento da planta, com a sucção de seiva, e indiretamente, introduzindo substâncias tóxicas e patógenos nas plantas (SANTA CECILIA *et al.*, 2002; MONTEIRO, 2019). As cochonilhas liberam fezes açucaradas que servem de fonte de alimento rico em aminoácido e ceras e proporciona a associação mutualística com as formigas e o benéfico da proteção da mirmecofauna (GRAVENA, 2003). Além disso, o *honeydew* propicia o desenvolvimento da fumagina, que prejudica o processo fotossintético da planta e a produção agrícola (GARCIA MORALES *et al.*, 2016).

Entre as espécies cultivadas atacadas por hemípteros está a cana-de-açúcar, sendo essa planta cultivada especialmente importante para o Brasil, por ser o país que apresenta a maior produção de cana-de-açúcar (CONAB, 2018). No Estado do Rio de Janeiro a área colhida na safra 2018/2019 foi de 21,4 mil hectares e deve apresentar um aumento expressivo, pois estima-se que na safra 2019/2020 será de 30,6 mil hectares (CONAB, 2019). Trata-se de uma das culturas de maior importância econômica no país, por estar associada à constante demanda por energia renovável, caso do etanol. Apesar da importância das cochonilhas e da sua interação com espécies de formigas, existe pouca informação sobre as espécies que existem em plantios de cana-de-açúcar, especialmente no Estado do Rio de Janeiro. Além disso, a natureza das interações entre cochonilhas e formigas, assim como os efeitos dessas interações sobre a abundância desses hemípteros nessa cultura, até onde se sabe, são desconhecidos.

Assim, o presente capítulo teve o objetivo de realizar o levantamento das espécies de formigas que apresentam interações com cochonilhas em cana-de-açúcar, a natureza de tais interações e a frequência de ocorrência. Também teve como objetivo avaliar o efeito da interação com formigas sobre o tamanho de populações das cochonilhas e os efeitos da existência do ataque de brocas sobre a abundância desses hemípteros.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A coleta de dados foi realizada em um plantio de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) com aproximadamente 500 m² presente na área experimental da Embrapa Agrobiologia denominada Terraço (Figura 3), (22° 44' 59" S, 43° 40' 01" W). O cultivo foi estabelecido em janeiro de 2018, sendo utilizada a variedade CB 47-355 (Mulata Pelada). As plantas de cana-de-açúcar apresentavam a média de 2,58 ± 0,23 m de altura, 8,56 ± 0,79 cm de circunferência do colmo, 6,4 ± 1,5 plantas por touceira e a temperatura durante a coleta de dados foi de 33,5 ± 0,42° C. A área cultivada foi mantida sob os preceitos da agroecologia, com limitada utilização de produtos químicos sintéticos (EMBRAPA, 2019).

2.2 Coleta de dados

Para o levantamento das interações ecológicas entre as formigas e as cochonilhas, 70 plantas de cana-de-açúcar foram inspecionadas minuciosamente, para observar e registrar o tipo de interação que estava ocorrendo. Essas coletas ocorreram entre os meses de novembro de 2018 e março de 2019. Foram realizadas sete expedições de campo, com pelo menos 15 dias de intervalo entre expedições, sendo inspecionadas 10 plantas em cada uma, com a distância entre plantas de aproximadamente 10 m. As plantas utilizadas na amostragem variaram em cada expedição de campo. Os insetos participantes das interações foram coletados, alocados em frascos etiquetados e contendo álcool 70% para conservação. Posteriormente, esses insetos foram levados para o laboratório para identificação. As formigas foram fixadas em via seca, procedendo-se à identificação ao nível de gênero seguindo Baccaro *et al.* (2015). Posteriormente, os espécimes foram agrupados em morfoespécies e a identificação ao nível de espécie foi realizada com base na comparação com formigas previamente identificadas ou seguindo chaves de identificação específicas para os gêneros. Assim, obteve-se as espécies de formigas e de hemípteros e a natureza de suas interações. Foi coletada a temperatura do ar ao lado da planta analisada, no momento da observação. Além disso, foram registrados inimigos naturais das cochonilhas presentes no local de estudo. Quando se observou que as cochonilhas apresentavam parasitóides, esses foram obtidos e foram encaminhados juntamente com as cochonilhas para o laboratório de entomologia na UNESP/FCAV Campus Jaboticabal, onde foram identificados por taxonomista.

Para a análise da influência da interação com formigas sobre o tamanho populacional de espécies de cochonilhas, foram estudadas as duas únicas espécies de cochonilhas observadas no plantio de cana-de-açúcar: *Aclerda takahashii* Kuwana (Hemiptera: Aclerdidae) e *Saccharicoccus sacchari* (Cockerell) (Hemiptera: Pseudococcidae). Foram selecionadas dez plantas de cana-de-açúcar e procedeu-se o isolamento de formigas com fita adesiva com resina (Figura 9). O isolamento tinha como objetivo evitar a interação entre as formigas e as cochonilhas presentes das plantas. A fita adesiva utilizada como barreira contra as formigas foi alocada no colmo de cada planta a 20 cm de altura do solo. A fita da marca Neudorff contém ceras e resinas, sendo indicada como uma barreira eficiente contra formigas. Foram tomadas precauções para que as formigas não pudessem acessar a planta que recebeu a fita para isolamento a partir de outra planta. Além disso, para cada planta em que houve o isolamento das formigas, foi escolhida uma planta distante de 0,5 a 0,7 metros, sendo essas plantas marcadas com fitas adesivas que não afetam o deslocamento das formigas. A análise da abundância de hemípteros produtores de *honeydew* em plantas isoladas e não isoladas de formigas é comumente utilizada para avaliar o efeito das formigas sobre a abundância desses hemípteros (JAMES *et al.*, 1997; DAANE *et al.*, 2007; VILELA & DEL-CLARO, 2018). A altura média das plantas foi de $2,58 \pm 0,23$ m, tendo as plantas isoladas e não isoladas alturas similares. A distância entre as plantas que receberam a resina para o isolamento das formigas foi de cerca de 10 metros. A aplicação das fitas adesivas foi realizada em novembro de 2018, permanecendo até fevereiro de 2019 e totalizando 90 dias de isolamento. O número de cochonilhas fêmeas adultas foi obtido logo após se proceder o isolamento e a marcação e também após 90 dias. As cochonilhas presentes das plantas de cana-de-açúcar isoladas e não isoladas foram coletadas após os 90 dias de isolamento, para confirmar a identificação das espécies.



Figura 9. Planta de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) com fita adesiva para impedir o acesso de formigas às cochonilhas presentes na planta, na área experimental (Terraço) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Agrobiologia, no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. Fonte: Marchiori, J.J.P.

A coleta de dados acerca do possível efeito do ataque de brocas sobre a abundância de cochonilhas foi realizada em julho de 2019. Insetos responsáveis pelos danos às plantas de cana-de-açúcar foram coletados, sendo identificados posteriormente como indivíduos da espécie *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera), conhecida vulgarmente como broca da cana-de-açúcar, sendo identificado através de literatura e da comparação com indivíduos identificados previamente. A abundância de cochonilhas foi avaliada em nove touceiras, distantes cerca de 10 m entre si. Em cada touceira, o número de cochonilhas fêmeas adultas foi obtido em uma planta com indícios do ataque de brocas e em outra planta sem indícios de ataque. Cada touceira apresentava sete plantas de cana-de-açúcar, com alturas similares.

2.3 Análise dos dados

Foi calculada a frequência de ocorrência das interações entre as espécies de formigas e de cochonilhas. As frequências de ocorrência de interações entre as formigas e as cochonilhas foram estudadas com o Teste G. A comparação do número de cochonilhas nas plantas isoladas e não isoladas foi realizada com auxílio do Teste t pareado. O Teste t pareado também foi utilizado para avaliar o efeito do ataque de brocas na abundância de cochonilhas. Para a análise estatística adotou-se o Programa Bioestat 5.3 (AYRES *et al.*, 2007).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Espécies de cochonilhas sobre as plantas de cana-de-açúcar

As espécies de cochonilhas identificadas no presente estudo foram *Aclerda takahashii* Kuwana e *Saccharicoccus sacchari* (Cockerell). São espécies frequentemente presentes em cultivos de cana-de-açúcar e a sua mobilidade através do transporte de materiais tem acarretado a infestação também em outras culturas (MONTEIRO *et al.*, 2017; QIN *et al.*, 2017). O Brasil tem um dos maiores commodities do mundo e as cochonilhas estão presentes em elevada porcentagem das lavouras do país (ARRUDA PINTO, 2002; LUO *et al.*, 2009; BASTOS DOS SANTOS *et al.*, 2015). As espécies *A. takahashii* e *S. sacchari*, estão entre as principais pragas da cultura da cana-de-açúcar e demais espécies de cochonilhas estão presente em outras culturas, devido a sua presença em todas as partes da planta, bem como em todos os estádios fenológicos da mesma (OLIVEIRA, *et al.*, 2012; FUNDECITRUS, 2017).

Especificamente *A. takahashii*, por ser uma cochonilha monófaga, está presente em um número reduzido de plantas da família Poaceae (GARCIA *et al.*, 2017). Em campo foi perceptível que a sua forma é aproximadamente oval com coloração branca ou clara, com característica de proteção as ninfas próximo ao colmo, facilitando sua disseminação e as protegendo contra predadores/inimigos naturais e os fatores climáticos, o que acarreta uma maior infestação e contaminação pelo processo de sucção de seiva por esses fitófagos.

Muniappan (2001) observou pequenas necroses e descoloração em gramíneas da espécie *Vetiveria zizanioides*, o que pode acarretar má formações e afetar o desenvolvimento da planta devido à fumagina, decorrente do *honeydew* excretado por *A. takahashii*.

A espécie *S. sacchari*, conhecida vulgarmente como cochonilha rosada da cana-de-açúcar, tem sido encontrada frequentemente nos canaviais do Brasil (MONTEIRO *et al.*, 2017; QIN *et al.*, 2017; ELROBY, 2018). Esta espécie pode viver em diversas condições ambientais, de acordo com Sartiami *et al.* (2017) e Mirabal-rodriguez (2018), a cochonilha rosada pode ser encontrada em várias fases do cultivo da cana-de-açúcar, desde o plantio dos toletes, infestando as raízes no solo em profundidade média de 30 cm, até no momento em que a planta está em seu ápice de produtividade. Tais características dificultam o seu controle e quando está no solo deve se realizar controle químico, aumentando o custo do produto final. Rajendra (1974) afirma que o uso de inseticidas para o controle não é viável, tendo como alternativa economicamente viável o controle cultural e biológico. No Brasil existe pouca informação sobre os danos diretos e indiretos desta praga, porém estudos realizados por Puttarudriah (1954), detectaram a morte dos brotos jovens, o retardamento no crescimento das plantas e a redução no grau brix da cana-de-açúcar, que define o teor de sacarose disponibilizado (GAMAEL EL-DEIN *et al.*, 2009; YAKOUB, 2012). Este inseto praga possui capacidade de ser vetor do vírus Baciliforme da cana-de-açúcar (ScVb) (AUTREY *et al.*, 1995; VICTORIA *et al.*, 2005). Isto se dá através de sua translocação e de indivíduos que se aproveitam de seus alimentos ricos em carboidratos, uma vez que esporos que transmitem as doenças podem estar aderidos ao teu corpo, deste modo fazendo com que a contaminação seja altamente eficaz.

3.2 Interações entre formigas e cochonilhas nas plantas de cana-de-açúcar

Nas observações realizadas nesse estudo, não foi possível constatar formigas predando cochonilhas sobre as plantas de cana-de-açúcar, apenas observou-se interações que aparentemente são positivas para as espécies de formigas e cochonilhas, o que corrobora o que foi relatado por outros autores em outras plantas cultivadas (DAANE *et al.*, 2007;

MARQUES *et al.*, 2018). O comportamento das formigas observadas interagindo com indivíduos de *A. takahashii* e *S. sacchari* indicam que a interação se trata de um mutualismo, pois as formigas se alimentavam do *honeydew* e não apresentavam comportamento agressivo dirigido às cochonilhas, sendo esse comportamento apontado como sendo frequentemente observado quando a mirmecofauna apresenta interação mutualística com hemípteros produtores de *honeydew* (FREITAS, 2015).

Foram coletadas 10 espécies de formigas interagindo com as cochonilhas e todas interagiram com *A. takahashii*. Sete espécies de formigas foram observadas em interação com *S. sacchari* (Tabela 5). A espécie *A. takahashii* foi observada em 45% das repetições. Foram observadas formigas interagindo com *A. takahashii* em 74,1% das plantas em que a cochonilha estava presente. Em relação a *S. sacchari*, essa espécie esteve presente em 26,7% das repetições e foram observadas formigas em 87,5% das plantas em que essa espécie esteve presente.

A espécie *Crematogaster prox. evallans* Forel, 1907 foi a mais comumente observada interagindo com *A. takahashii* (Figura 10), seguida de *Camponotus crassus* Mayr, 1862.



Figura 10. Interação de *Crematogaster prox. evallans* Forel, 1907 com *Aclerda takahashii* Kuwana em plantio de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) na área experimental (Terraço) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Agrobiologia, no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. Fonte: Marchiori, J.J.P.

As espécies que apresentaram maior número de interações com *S. sacchari* foram *Crematogaster* sp.4, *Camponotus crassus* Mayr, 1862 e *Camponotus melanoticus* Emery. Houve diferença significativa na proporção de interações das espécies de formigas com as espécies de cochonilhas (Teste G = 19,41; p = 0,02). Destaca-se *C. prox. evallans*, que apresentou elevada frequência de interação com *A. takahashii* e não esteve associada a *S. sacchari*. Rodrigues *et al.*, (2010), observaram espécies de formigas que interagiram com pulgões da espécies *Toxoptera citricida* (Kyrkaldy) (Sternorrhyncha) sobre tangerineiras no SIPA, observando a ocorrência de formigas dos gêneros *Brachymyrmex*, *Crematogaster* e *Solenopsis* e as espécies *Camponotus rufipes* (Fabricius) e *Camponotus crassus* (Mayr), também observadas na presente pesquisa.

Tabela 5. Frequência de ocorrência de interações entre espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) e *Aclerda takahashii* Kuwana (Hemiptera) e *Saccharicoccus sacchari*

(Cockerell) (Hemiptera), sobre plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) em Seropédica, Estado do Rio de Janeiro.

Espécies de formigas	<i>Aclerda takahashii</i> Kuwana	<i>Saccharicoccus</i> <i>sacchari</i> (Cockerell)
<i>Brachymyrmex</i> sp1	5,0	1,7
<i>Brachymyrmex</i> sp2	3,3	1,7
<i>Camponotus crassus</i> Mayr, 1862	11,7	8,3
<i>Camponotus melanoticus</i> Emery, 1894	6,7	8,3
<i>Camponotus</i> sp.3	1,7	0,0
<i>Crematogaster prox. evallans</i> Forel, 1907	16,7	0,0
<i>Crematogaster</i> sp.4	1,7	8,3
<i>Solenopsis</i> sp1.	1,7	1,7
<i>Pseudomyrmex</i> sp2	1,7	1,7
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	3,3	0,0

3.3 Efeito da interação com formigas sobre a abundância de cochonilhas em cana-de-açúcar

Logo após o isolamento de formigas e cochonilhas, não houve diferença significativa no número médio de fêmeas adultas de *A. takahashii* em plantas isoladas ($3,5 \pm 0,5$ indivíduos) e não isoladas ($3,8 \pm 0,8$ indivíduos) (Teste t pareado; $t = -0,82$; $p = 0,43$), sendo o mesmo observado para *S. sacchari* nas plantas isoladas ($1,0 \pm 0,4$ indivíduos) e não isoladas ($1,2 \pm 0,3$ indivíduos) (Teste t pareado; $t = -0,51$; $p = 0,62$). Também não foi constatada diferença significativa do número de indivíduos das duas espécies quando estavam isoladas ($4,5 \pm 0,7$ indivíduos) e quando não estavam ($5,0 \pm 0,9$ indivíduos) (Teste t pareado; $t = -0,81$; $p = 0,44$).

Porém, 90 dias após o isolamento a abundância de indivíduos de *A. takahashii* foi significativamente maior nas plantas não isoladas que nas isoladas (Teste t pareado; $t = 2,34$; $p = 0,04$; Figura 11). Assim, foi constatado que a interação com as formigas proporciona benefícios para a população dessa espécie de cochonilha, aumentando o número de indivíduos de *A. takahashii* em cana-de-açúcar. Outros autores também observaram os efeitos benéficos da interação com as formigas para os hemípteros fitófagos, elevando a sua densidade de indivíduos na presença das formigas (MARAS *et al.*, 2008; CALAIBUG *et al.*, 2014), por evitar o ataque de inimigos naturais (DAANE *et al.*, 2007). Por outro lado, não foi observada diferença significativa na abundância de *S. sacchari* entre plantas isoladas e não isoladas (Teste t pareado; $t = 0,27$; $p = 0,8$; Figura 12). O mesmo foi observado para as duas espécies em conjunto (Teste t pareado; $t = 1,9$; $p = 0,09$; Figura 13). Assim, o efeito da interação entre formigas e cochonilhas pode variar em função das espécies envolvidas na interação, o que já havia sido observado por outros autores (MONTEIRO, 2019).

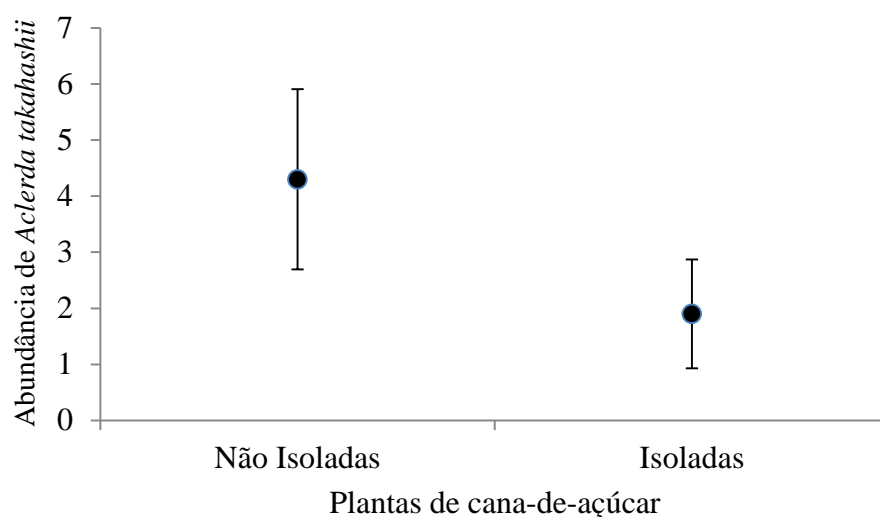


Figura 11. Abundância média (\pm Erro Padrão) de fêmeas de *Aclerda takahashii* Kuwana (Hemiptera) em plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) isoladas e não isoladas de formigas (Hymenoptera: Formicidae), no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. Teste t pareado: $t = 2,34$; $p = 0,04$.

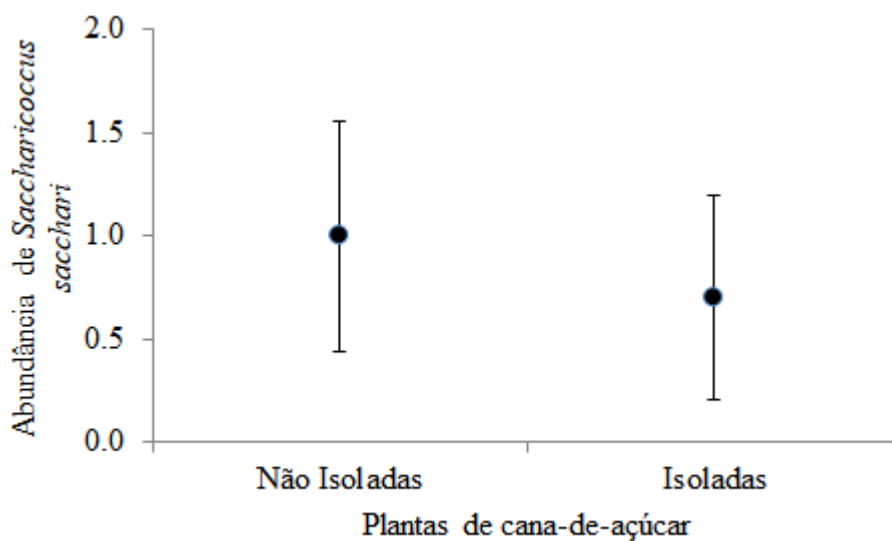


Figura 12. Abundância média (\pm Erro Padrão) de fêmeas de *Saccharicoccus sacchari* (Cockerell) (Hemiptera) em plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) isoladas e não isoladas de formigas (Hymenoptera: Formicidae), no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. Teste t pareado: $t = 0,27$; $p = 0,8$.

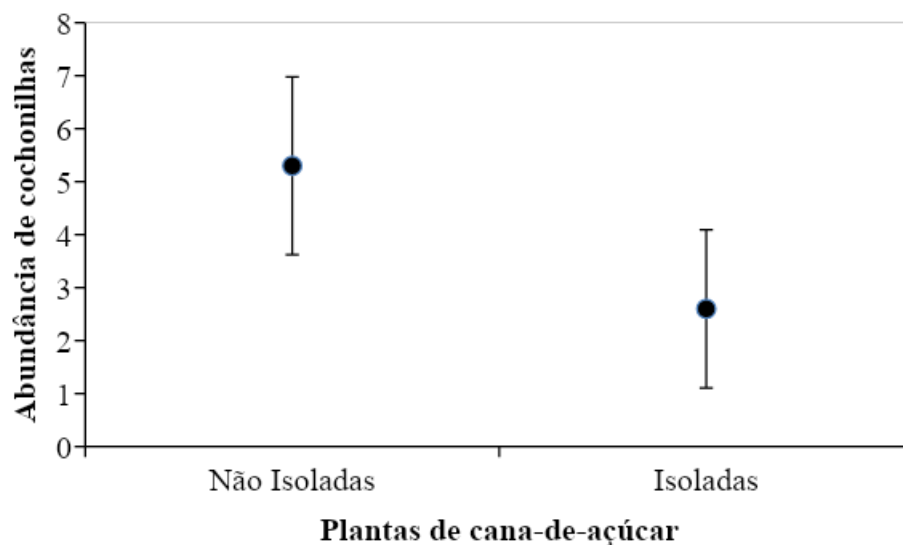


Figura 13. Abundância média (\pm Erro Padrão) de cochonilhas fêmeas (Hemiptera) em plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) isoladas e não isoladas de formigas (Hymenoptera: Formicidae), no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. Teste t pareado: $t = 1,9$; $p = 0,09$.

Populações de hemípteros fitófagos produtores de *honeydew* atendidos por espécies de formigas expressivamente agressivas podem apresentar menores taxas de parasitismo, comparado com hemípteros associados com formigas menos agressivas (BUCKLEY & GULLAN, 1991). A observação de uma espécie do gênero *Solenopsis*, de *Wasmannia auropunctata* (Roger, 1863), além da elevada frequência de *C. prox. evallans* interagindo com *A. takahashii* pode ser um dos fatores que possibilitaram a maior abundância de indivíduos em plantas não isoladas de formigas. Formigas do gênero *Solenopsis* e *W. auropunctata* são frequentemente citadas como sendo espécies agressivas (ALMEIDA *et al.*, 2007; VONSHAK *et al.*, 2019). Para LUTINSKI *et al.* (2018) os gêneros *Crematogaster*, *Solenopsis*, *Wasmannia* podem ser incluídos na guilda de formigas epígeas, onívoras e dominantes, sendo generalistas e agressivas.

CALABUIG *et al.* (2014) observaram a redução da densidade de hemípteros produtores de *honeydew* a partir do seu isolamento de espécies de formigas, concluindo que o manejo da mirmecofauna pode contribuir para a redução desses fitófagos danosos à agricultura. De modo similar, os resultados do presente estudo apontam para a redução das populações de *A. takahashii* com a da redução da abundância de espécies da mirmecofauna, em especial espécies de formigas agressivas. Contudo, cabe mencionar que as espécies de formigas agressivas podem auxiliar na redução do tamanho populacional de outras espécies de insetos pragas em áreas cultivadas, como besouros, percevejos e ortópteros (EUBANKS, 2001; ESTRADA, 2017).

3.4 O ataque de brocas na cana-de-açúcar influencia a abundância de cochonilhas?

No presente estudo foi diagnosticado a presença de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera) atacando plantas de cana-de-açúcar. Este inseto é considerado a praga mais importante na cultura da cana-de-açúcar devido sua ampla distribuição geográfica, provocando danos diretos que reduzem a produtividade e elevados prejuízos econômicos, assim como danos indiretos devido às perfurações realizadas no colmo da planta (Figura 14), que é uma abertura para espécies que causam doenças nos canaviais, com os custos para o

seu controle se aproximando de 1 bilhão de dólares anuais (PROMIP, 2019). Os autores citados anteriormente ressaltam que a espécie tem ocasionado prejuízos a outras culturas como arroz, sorgo e milho devido a sua elevada capacidade de adaptação, com ciclo de vida de curta duração onde os adultos depositam seus ovos nas folhas e bainhas em diferentes estádios fenológicos das plantas, tornando desafiador o controle químico, o que acarreta em expressivo prejuízo, tanto financeiro como ecológico, pois a utilização dos produtos sintéticos afetam os inimigos naturais que podem controlar a praga. Uma alternativa para o manejo integrado desta praga é o controle biológico, para maior eficiência, entretanto ainda não é frequente a utilização do mesmo (MONTEIRO, 2019). A duração do ciclo de vida destes indivíduos é de 58 a 90 dias, totalizando 4 a 5 gerações por ano (SILVA, 2019).

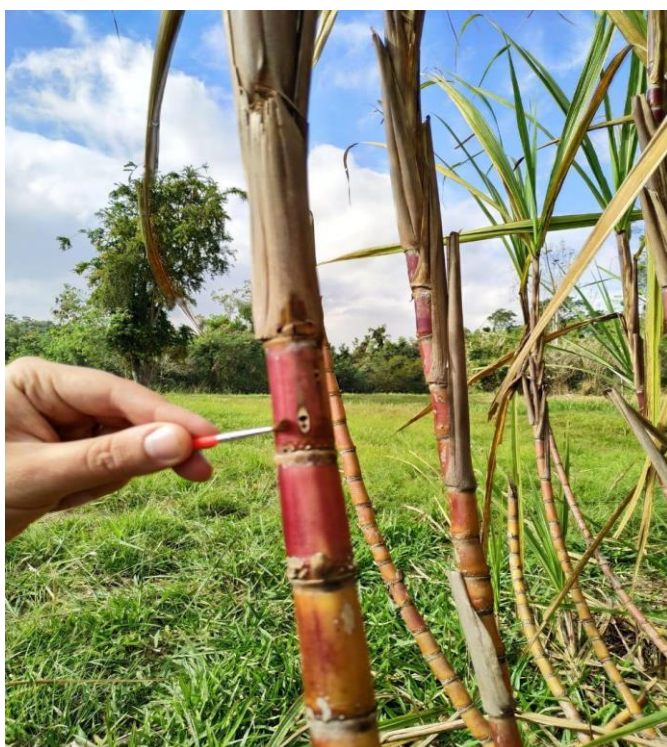


Figura 14. Orifício causado pela alimentação de lagarta de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera) em plantio de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) na área experimental (Terraço) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Agroecologia no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. Fonte: Marchiori, J.J.P.

As lagartas se alimentam do tecido do colmo formando galerias de até 36 cm com percentual de perda podendo chegar a 90% de produção (FLORES *et al.*, 2017), causando diminuição do valor nutritivo da planta, ocasionando perda de qualidade (DINARDO, 2010). A fase pupal (Figura 15) pode durar de 9 a 14 dias até que o indivíduo alcance a fase adulta (PROMIP, 2019). Foi observado que nesta fase a mesma fica protegida entre as bainhas, provavelmente para se proteger contra inimigos naturais, o que pode acarretar na dificuldade do controle tanto químico, quanto biológico.



Figura 15. Fase pupal de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera) em plantio de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) na área experimental (Terraço) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Agrobiologia no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. Fonte: Marchiori, J.J.P.

As perfurações que causam a abertura no colmo da cana-de-açúcar, causados por indivíduos de *D. saccharalis*, como demonstrado na Figura 14, ocasiona a entrada de esporos que causam a doença da broca-podridão, (SATHYABJAMA *et al.*, 2015; SANGUINO, 2016; ASHWIN *et al.*, 2017; BHARTI *et al.*, 2017; ASHWIN *et al.*, 2018). Entretanto, estudos voltados para analisar as interações envolvendo estes indivíduos são considerados escassos, porém de certa forma podemos relacionar a associação de outros insetos com a transmissão de esporos até os orifícios, com as formigas podendo favorecer essa transmissão.

Viswanathan & Rao (2011), afirmam que possivelmente o hábito alimentar da cochonilha pode estar relacionado com a ação da broca, por se alojarem e se alimentarem nos locais com mais disponibilidade de açúcares e com melhor teor de grau brix. Monteiro (2019), diagnosticou que a presença de *S. sacchari* facilitou a entrada de doença na cana-de-açúcar, sendo facilitada a penetração de esporos, devido o aparelho bucal tetraqueta da cochonilha.

A abundância de *S. sacchari* não diferiu significativamente em plantas de cana-de-açúcar atacadas por brocas e não atacadas (Teste t pareado; $t = 1,64$; $p = 0,14$; Figura 16). A abundância média de indivíduos de *A. takahashii* foi maior em plantas atacadas por brocas que em plantas não atacadas, mas a diferença não foi significativa (Teste t pareado; $t = 1,39$; $p = 0,2$; Figura 17). O Mesmo foi observado quando a análise foi realizada com o número de indivíduos das duas espécies de cochonilhas (Teste t pareado; $t = 0,75$; $p = 0,48$; Figura 18).

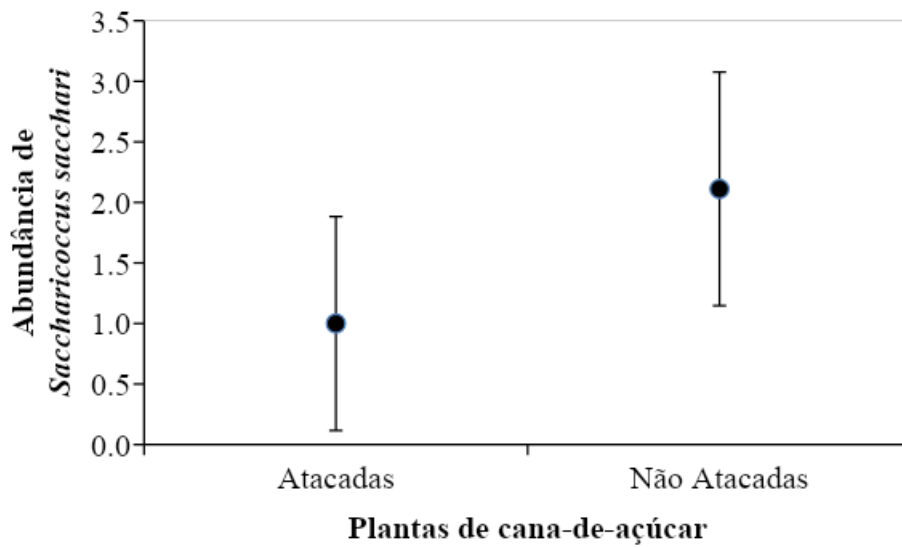


Figura 16. Abundância média (\pm Erro Padrão) de fêmeas de *Saccharicoccus sacchari* (Cockerell) (Hemiptera) em plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) atacadas ou não atacadas por *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera), no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. Teste t pareado: $t = 1,64$; $p = 0,14$.

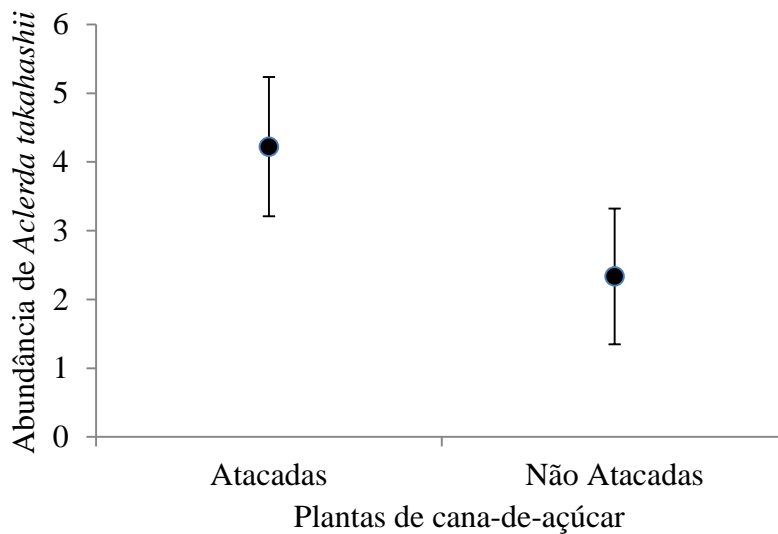


Figura 17. Abundância média (\pm Erro Padrão) de fêmeas de *Aclerda takahashii* Kuwana (Hemiptera) em plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) atacadas ou não atacadas por *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera), no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. Teste t pareado: $t = 1,39$; $p = 0,2$.

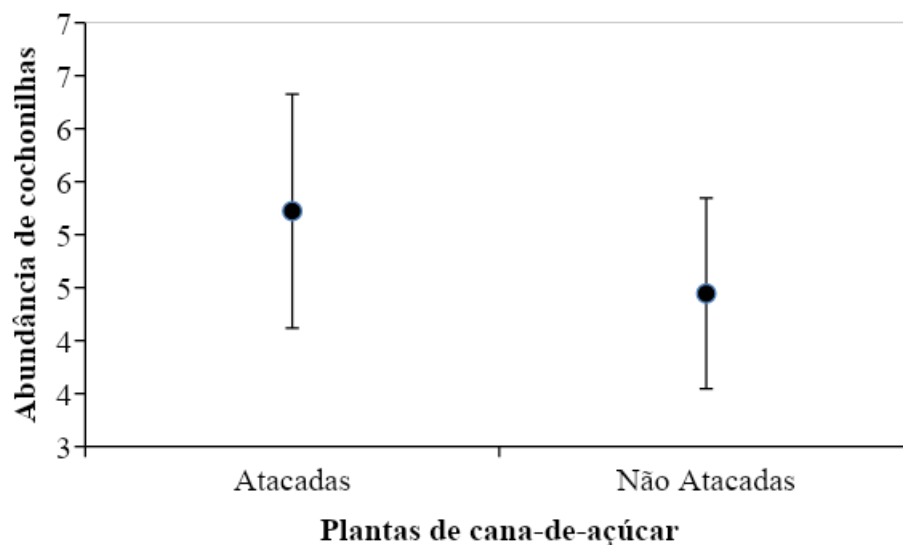


Figura 18. Abundância média (\pm Erro Padrão) de cochonilhas fêmeas (Hemiptera) em plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) atacadas ou não atacadas por *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera), no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. Teste t pareado: $t = 0,75$; $p = 0,48$.

O ataque de insetos ou de patógenos pode fragilizar a plantas, fazendo com que o vegetal fique mais propenso ao ataque de outros fitófagos. No caso da broca da cana-de-açúcar (*D. saccharalis*) observada no presente estudo, o ataque ocasiona a exposição do conteúdo do colmo da cana-de-açúcar, rico em açúcares. Nesse estudo, foi hipotetizado que isso poderia atrair um maior número de formigas para as plantas de cana-de-açúcar, aumentando a frequência de interações entre formigas e cochonilhas, com conseqüente efeito sobre as populações de cochonilhas. Porém, não foram encontradas claras evidências de que o ataque das brocas influencia a interação entre formigas e cochonilhas e o tamanho populacional das espécies de cochonilhas estudadas neste trabalho.

3.5 Registro de ocorrência de inimigos naturais das espécies de cochonilhas estudadas

Foi observada a emergência de parasitóides da espécie *A. takahashii*. Não foram registrados parasitóides sobre *S. sacchari*. As espécies de parasitóides foram *Mariola flava* Noyes, 1980 (Hymenoptera: Encyrtidae) (37 indivíduos) e *Mucronencyrtus aclerdae* (De Santis, 1972) (Hymenoptera: Encyrtidae) (6 indivíduos). Essas espécies de parasitóides já foram citadas por Cruz *et al.* (2019) como inimigos naturais de *A. takahashii* no Brasil em localidades no estado de São Paulo. Foram obtidos 19 parasitóides de cochonilhas coletadas na amostragem das interações ecológicas. No estudo do efeito do isolamento de cochonilhas e formigas sobre a abundância das cochonilhas, foram observados 18 parasitóides em cochonilhas isoladas de formigas e seis parasitóides em cochonilhas não isoladas. As formigas podem proteger as cochonilhas de forma eficaz contra parasitóides, reduzindo os danos às populações de cochonilhas (DAANE *et al.*, 2007).

Já foram registradas joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae) como inimigas naturais de *S. sacchari* (CRUZ *et al.*, 2019). No presente estudo, esses coleópteros foram observados em plantas de cana-de-açúcar com a presença das cochonilhas.

Assim, parasitóides da família Encyrtidae e predadores da família Coccinellidae são inimigos naturais das cochonilhas observados na plantação de cana-de-açúcar no presente

estudo. Tais insetos podem ser úteis no manejo das espécies de cochonilhas em plantios de cana-de-açúcar no Estado do Rio de Janeiro.

4 CONCLUSÕES

Várias espécies de formigas interagem com cochonilhas em cana-de-açúcar na área de estudo e essa interação provoca o aumento da população de *A. takahashii*. O efeito positivo da interação com formigas não foi constatado para a espécie *S. sacchari*. O aumento da abundância de indivíduos de *A. takahashii* está ligado principalmente com a atuação de espécies de formigas agressivas. Assim, a redução das populações dessas espécies de formigas pode ocasionar a diminuição da abundância de *A. takahashii*.

A partir dos resultados da presente pesquisa, não foi possível constatar o efeito do ataque de brocas (*D. saccharalis*) em plantas de cana-de-açúcar sobre a abundância de cochonilhas.

Os parasitóides deste presente estudo são de primeira ocorrência no estado do Rio de Janeiro em cultivo de cana de açúcar.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L.F.V. **Estudo diagnóstico e taxonômico de cochonilhas (Hemiptera: Coccoidea) associadas às plantas cítricas no estado de São Paulo, Brasil.** Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista- UNESP, Câmpus de Jaboticabal. 2016. 64p.

ALMEIDA, F.S.; QUEIROZ, J.M.; MAYHÉ-NUNES, A.J. Distribuição e abundância de ninhos de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) em um agroecossistema diversificado sob manejo orgânico. **Floresta e Ambiente**, v.14, n.1, p.33-43, 2007.

AUTREY L, SAUMTALLY S, DOOKUN A, SULLIVAN S, DHAYAN S. Aerial transmission of the leaf scald pathogen, *Xanthomonas albilineans*. **International Society of Sugarcane Technologists** 21:508–526. 1995.

ASHWIN NMR, BARNABAS L, SUNDAR AR, MALATHI P, VISWANATHAN R, MASI A, AGRAWAL GK, RAKWAL R. Comparative secretome analysis of *Colletotrichum falcatum* identifies a cerato-platanin protein (EPL1) as a potential pathogen-associated molecular pattern (PAMP) inducing systemic resistance in sugarcane. **Journal of Proteomics** 169:2-20. 2017.

AYRES, M.; AYRES JR., M.; AYRES, D.L.; SANTOS, A.A.S. **BioEstat: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas.** 2007. 364p.

BHARTI YP, SINGH VB, ATUL S, SING IS, SHARMA BL. Screening of promising sugarcane genotypes for resistance to red rot disease (*Colletotrichum falcatum*) in eastern Uttar Pradesh. **Agrica** 6:154-159. 2017.

BENVENGA, S.R.; GRAVENA, S.; SILVA, J.L.; ARAÚJO JÚNIOR, N.; AMORIM, L.C.S. Manejo prático da cochonilha ortézia em pomares de citros. **Citrus Research & Technology**, v.32, n.1, p.39-52, 2011.

BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. P. **Aphids on the world's crops: an identification guide**. 2 ed. Chichester: Wiley. 2000. 476p.

BOTTON, M.; ARIOLI, C.J.; BAVARESCO, A.; SCOZ, P.L. Sistema de produção de pêssego de mesa na região da Serra Gaúcha. **Embrapa Uva e Vinhos, Sistema de Produção**, n.3, 2003.

BUCKLEY, R.; GULLAN, P. More aggressive ant species (Hymenoptera: Formicidae) provide better protection for soft scales and mealbugs (Homoptera: Coccidae, Pseudococcidae). **Biotropica**, v.23, n.3, p.-282-286, 1991.

CALABUIG, A.; GARCIA-MARÍ, F.; PEKAS, A. Ants affect the infestation levels but not the parasitism of honeydew and non-honeydew producing pests in citrus. **Bulletin of Entomological Research**, v.104, n.4, p.405-417, 2014.

CONAB: Companhia nacional de abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar - Safra 2019/20**. Terceiro levantamento, Brasília, v. 6 n. 3, p. 1-58, 2019.

CONAB: Companhia nacional de abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar - Safra 2018/19**. Primeiro levantamento, Brasília, v.5, n. 1, p. 1-58, 2018.

CRUZ, M.A.; PERONI, A.L.B.G.; MARTINELLI, N.M.; COSTA, V.A.; IGNACIO, G.P.; ALMEIDA, L.M. Complex of Natural Enemies Associated With Scale Insects (Hemiptera: Coccoomorpha) on Sugarcane in Brazil. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 4, p.160-175, 2019.

DAANE, K. M.; SIME K. R.; FALLON J.; COOPER, M.L. Impacts of Argentine ants on mealybugs and their natural enemies in California's coastal vineyards. **Ecological Entomology**, v. 32, n. 6, p. 583-596, 2007.

DELABIE, J.H.C.; ALVES, H.S.R.; FRANÇA, V.C.; MARTINS, P.T.A.; NASCIMENTO, I.C. Biogeografia das formigas predadoras do gênero *Ectatomma* (Hymenoptera: Formicidae: Ectatomminae) no leste da Bahia e regiões vizinhas. **Biotropica**, 19, 13-20p., 2007.

DE SANTIS L. Complejo entomofagico de *Aclerda campinensis* (Hom.) en el estado de Alagoas (Brasil). **An. Soc. Entomol. Bras.** (1): 17-24. 1972.

DINARDO-MIRANDA LL, ANTÔNIO DOS ANJOS I, PEREIRA DA COSTA V, FRACASSO JV. Resistance of sugarcane cultivars to *Diatraea saccharalis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 47:1-7.2012.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: Embrapa agrobiologia. **Fazendinha Agroecológica Km 47** Disponível em: <https://www.embrapa.br/agrobiologia/fazendinha-agroecologica>. Acessado em: 07 de outubro de 2019.

ELROBY ASMH. Efficiency of entomopathogenic nematodes (Rhabditida) against *Saccharicoccus sacchari* (Cockerell) (Homoptera: Pseudococcidae) under laboratory conditions. **Pakistan Journal of Nematology** 36:59-63.2018.

ESTRADA, M.A. **A diversidade e o papel da fauna de formigas em áreas agrícolas submetidas ao cultivo orgânico e convencional**. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2017.

EUBANKS, M.D. Estimates of the direct and indirect effects of red imported fire ants on biological control in field crops. **Biological Control**, v.21, p.35-43, 2001.

FLANDERS, SE. Observations on host plant induced behavior of scale insects and their endoparasites. **Canadian Entomologist** 102:913-926.1970.

FLORES, W.A.; CORTINES, E.; ALMEIDA, A.A.; VARGAS, A.B. ALMEIDA, F.S. Fatores que influenciam a fauna de formigas que forrageia sobre *Bauhinia monandra* Kurz. (Leguminosae: Caesalpinioideae) em área urbana. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.12, n.2, p. 16-26, 2017.

FREITAS, D. J, ROSS, N. M. Interaction between trophobiont insects and ants: the effect of mutualism on the associated arthropod community. **Journal of Insect Conservation**, v. 19, p. 627–638, 2015.

FUNDECITRUS- Doenças e Pragas. **Fundo de Defesa da Citricultura**, 2017. Disponível em: < <http://www.fundecitrus.com.br/doencas/escama-farinha/20>>. Acesso em: 25 outubro de 2019.

GARCIA MM, DENNO BD, MILLER DR, MILLER GL, BEN-DOV Y, HARDY NB. ScaleNet: **A literature-based model of scale insect biology and systematics**. Database. Disponível em <<http://scalenet.info>>. Acesso em: 18 setembro de 2019. 2017.

GRAZIA J, CAVICHIOLI RR, WOLF VRS, FERNANDES JAM, TAKIYA D. IN: RAFAEL JÁ, MELO GAR, CARVALHO CJB, DE CASARI SA, **Constantino R (Ed)**. Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia 1:347-405. 2012.

GUINDANI, A.N.; NONDILLO, A.; WOLFF, V.R.S.; AZEVEDO FILHO, W.S. Interação mutualística entre cochonilhas e formigas em videira. **Revista Interdisciplinar de Ciência Aplicada**. V.2, n.4, p.6-11, 2017.

GUIMARÃES, J.A; MICHEREFF FILHO, M.; LIMA, M.F. **Guia para o manejo de pulgões e viroses associadas na cultura da alface**. Brasília: EMBRAPA, 2019. 25p.

HOLTZ, A. M., RONDELLI, V. M., CELESTINO, F. N., BESTETE, L. R., DE CARVALHO, J. R. **Pragas das brássicas**. Colatina, ES: IFES. 2015.230p.

HUANG, J.; ZHANG, J. Changes in the photosynthetic characteristics of cotton leaves infested by invasive mealybugs tended by native ant species. **Arthropod-Plant Interactions**, v.10, n.2, p.161-169, 2016.

JAMES, D.G.; STEVENS, M.M.; O'MALLEY, K.J. The impact of foraging ants on populations of *Coccus hesperidum* L. (Hem., Coccidae) and *Aonidiella aurantii* (Maskell) (Hem., Diaspididae) in an Australian citrus grove. **Journal of Applied Entomology**, v.121, p.257-259, 1997.

KOSZTARAB M, KOZÁR F. Scale insects of Central Europe. **Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle Akademiai Kiado Budapest** 456. 1988.

LUTINSKI, J.A.; GUARDA, C.; LUTINSKI, C.L.; BUSATO, M.A.; GARCIA, F.R.M.G. Fauna de formigas em áreas de preservação permanente de usina hidroelétrica. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 4, p. 1741-1754, 2018.

MARQUES, T.E.D.; KOCH, E.B.A.; SANTOS, I.S.; SANTOS, J.R.M.; MARIANO, C.S.F.; DELABIE, J.H.C. The diversity of ants (Hymenoptera: Formicidae) interacting with the invasive hibiscus mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Green 1908) (Hemiptera: Pseudococcidae) on ornamental and cultivated plants in Bahia, Brazil. **Arthropod-Plant Interactions**, v.12, n.2, p.237–246, 2018.

MIRABAL-RODRÍGUEZ R, GARCÍA-GONZALEZ MT, CASTELLANOS-GONZÁLEZ L, FERNÁNDEZ-CANCIO Y, PÉREZ-REYES N. Nuevos pseudocócidos (Hemiptera: Pseudococcidae) y sus hospedantes para la provincia de Sancti Spíritus, Cuba. **Revista Colombiana de Entomología** 44:193-196. 2018.

MONTEIRO, G.G. **Cochonilhas associadas à cana-de-açúcar no estado de São Paulo, com destaque para *Saccharicoccus sacchari* (Cockerell, 1895) (Hemiptera: Pseudococcidae): distribuição, sazonalidade e interação com o fungo *Colletotrichum falcatum* Went 1893 (Glomerellales: Glomerellaceae)**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2019. 79p.

MONTEIRO GG, PERONTI ALBG, MARTINELLI NM. Plantio semi-mecanizado de cana-de-açúcar como provável facilitador de dispersão de *Saccharicoccus sacchari* (Cockerell, 1895) (Hemiptera: Pseudococcidae). **In: Anais do Congresso Brasileiro de Fitossanidade. Resumos...** Uberaba, Minas Gerais, p. 28. 2017.

OLIVEIRA, I. P.; OLIVEIRA, L. C.; MOURA, C. S. F. T. Cultura do Café: histórico, classificação e fases de crescimento. **Revista Faculdade Montes Belos**, v. 5, n. 4, 2012.

OLIVEIRA, C.M.; AUAD, A.M.; MENDES, S.M.; FRIZZAS, M.R. Crop losses and the economic impact of insect pests on Brazilian agriculture. **Crop Protection**, v.56, p.50-54, 2014.

PROMIP. Manejo integrado de pragas. **A broca *Diatraea saccharalis* na cultura da cana de açúcar e em outras culturas agrícolas no Brasil**. Disponível em: <https://promip.agr.br/broca-diatraea-saccharalis-cultura-cana-acucar-outras-culturas-agricolas-brasil/> Acessado em: 17 de janeiro de 2020.

PUTTARUDRIAH M. The status of the mealy-bug on sugarcane with special reference to Mysore State. **Indian Journal of Entomology** 16:1-10.1954.

QIN ZQ, WEI JJ, SONG XP, LUO YW, LIU L, DENG ZY. Efficacy of the ladybird beetle *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant for control of *Saccharicoccus sacchari* (Cockerell). **Sugar Tech** 19:599-603.2017.

RAJENDRA A. The biology and control of *Saccharicoccus sacchari* Ckll. (Hom: Pseudococcidae) the pink mealy bug of sugar cane in Sri Lanka. **Ceylon Journal of Science, Biological Sciences**. 11: 23-28. 1974.

RODRIGUES, W.C.; SPOLIDORO, M.V.; ZINGER, K.; CASSINO, P.C.R. Dinâmica Populacional de Pulgão Preto dos Citros (Sternorrhyncha) em Cultivo Orgânico de Tangerina (*Citrus reticulata* Blanco) em Seropédica, RJ. **Entomobrasilis**, v.3, n.2, p.38-44, 2010.

SANGUINO A. As principais doenças da cana-de-açúcar. **Curso Tópico da Cultura de Cana IAC**. Assessoria, Planejamento e Consultoria Ltda, Piracicaba, São Paulo. 2016.

SARTIAMI D, WATOSN GW, ROFF MMN, IDRIS AB. A taxonomic update of Takahashi's historic collection of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) from Malaysia and Singapore. **Serangga** 22:91-114. 2017.

SATHYABJAMA M, VISWANATHAN R, MALATHI P, RAMESH SUNDAR A. Identification of differentially expressed genes in sugarcane during pathogenesis of *Colletotrichum falcatum* by suppression subtractive hybridization (SSH). **Sugar Tech** 18:176-183. 2015.

SOUZA, J.C.; REIS, P.R.; SANTA-CECÍLIA, L.V.; DAUM, S.C.; SOUZA, M.A. Cochonilha-de-raiz do cafeeiro: aspectos biológicos, dano e controle. **Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Circular Técnica**, n.136, p.1-4, 2001.

SOUZA, J.C.; REIS, P.R.; RIBEIRO, J.A.; SANTA-CECÍLIA, L.V.; SILVA, R.A. Controle químico da cochonilha-da-raiz, *Dysmicocus texensis* (Tinsley, 1900) em cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Coffee Science**, v. 2, n. 1, p. 29-37, 2007.

THOMAZINI, M.J. Insetos associados à cultura da soja no Estado do Acre, Brasil. **Acta Amazônica**, n.31, v.4, p.673-681, 2001.

VICTORIA JI, AVELLANEDA MC, ANGEL JC, GUZMÁN ML. Resistance to *Sugarcane yellow leaf virus* in Colombia. **International Society of Sugar Cane Technologists** 25:664–670. 2005.

VILELA, A.A.; DEL-CLARO, K. Effects of different ant species on the attendance of neighbouring hemipteran colonies and the outcomes for the host plant. **Journal of Natural History**, v.52, n.7, p.415-428, 2018.

VISWANATHAN R, RAO GP. Disease scenario and management of major sugarcane diseases in India. **Sugar Tech** 13:336-353. 2011.

VONSHAK, M.; DAYAN, T.; FOUCAUD, J.ESTOUP, A.; HEFETZ, A. The interplay between genetic and environmental effects on colony insularity in the clonal invasive little fire ant *Wasmannia auropunctata*. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, n.63, p. 1667-1677, 2009.

WILLIAMS DJ, GRANARA DE WILLINK MC. Mealybugs of Central and South America. **CAB International London** 653. 1992.

YAKOUB RS. **Effect of infestation with pink sugarcane mealybug, *Saccharicoccus sacchari* Ckll. on the physical and chemical characters of sugarcane cultivars.** Thesis (Ph. D Degree) – Faculty of Agricultural of Cairo University, Egypt. 2012.

CONCLUSÕES GERAIS

As características das plantas cultivadas afetam a composição de espécies de formigas associadas a essas plantas. Entre as características das plantas relevantes para determinar a composição da mirmecofauna estão o seu porte e a sua natureza como culturas de ciclo curto ou perene. Foi observada expressiva dissimilaridade de espécies da mirmecofauna entre plantas de cana-de-açúcar e árvores do gênero *Citrus*. Assim, áreas cultivadas que apresentem tanto espécies de menor porte quanto árvores podem apresentar maior biodiversidade que monoculturas, pela maior diversidade vegetal favorecer o aumento da variabilidade de nichos ecológicos.

A interação entre formigas e cochonilhas da espécie *A. takahashii* favorece o aumento populacional da espécie de cochonilha, o que tem potencial para aumentar os danos causados pelo inseto praga. O manejo de espécies de formigas, especialmente as espécies agressivas, pode auxiliar a reduzir os danos provocados pelas cochonilhas. Todavia, apesar do efeito negativo da mirmecofauna para a produção agrícola quando se associa às cochonilhas, a mirmecofauna coletada sobre as plantas cultivadas no presente estudo também apresenta atividades que podem ser benéficas para a sustentabilidade da produção agrícola.