



VALÉRIA CRISTINA BARBOSA DE ASSIS

**COMUNIDADES DE FORMIGAS DE SOLO
EM MILHO *Bt***

SETE LAGOAS / MG

2014

VALÉRIA CRISTINA BARBOSA DE ASSIS

COMUNIDADES DE FORMIGAS DE SOLO EM MILHO *Bt*

Dissertação apresentada à Universidade Federal de São João Del-Rei, Campus Sete Lagoas, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias, área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador:

Prof. Dr. Marcos Antônio Matiello Fadini

Coorientador(a)s:

Profa. Dra. Cidália Gabriela Santos Marinho

Dra. Simone Martins Mendes

**SETE LAGOAS / MG
2014**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Divisão de Biblioteca da UFSJ, MG, Brasil.

A848c Assis, Valéria Cristina Barbosa de Assis, 1984 -
2014 Comunidades de formigas de solo em milho Bt/ Valéria Cristina
Barbosa de Assis, -- 2014.
53 f. : il.

Orientador: Marcos Antônio Matiello Fadini
Coorientadoras: Cidália Gabriela Santos Marinho
Simone Martins Mendes

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de São João Del-Rei,
Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias.
Inclui bibliografia.

1. Milho transgênico - Bioindicadores - Teses. 2. Milho transgênico -
Formicidae - Teses. 3. Guildas. I. Fadini, Marcos Antônio Matiello. II.
Marinho, Cidália Gabriela Santos. III. Mendes, Simone Martins. IV.
Universidade Federal de São João Del-Rei. Programa de Pós-Graduação
em Ciências Agrárias. V. Título.

CDU: 63

VALÉRIA CRISTINA BARBOSA DE ASSIS

COMUNIDADES DE FORMIGAS DE SOLO EM MILHO *Bt*

Dissertação apresentada à Universidade Federal de São João Del-Rei, Campus Sete Lagoas, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias, área de concentração em Produção Vegetal.

APROVADA em 31 de julho de 2014

Banca examinadora:

Dr. Ivan Cruz - EMBRAPA/CNPMS

Prof. Dr. Marco Antônio de Oliveira - UFV/FLORESTAL

Prof. Dr. Marcos Antônio Matiello Fadini - UFSJ
(Orientador)

**SETE LAGOAS / MG
2014**

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Valéria Cristina Barbosa de Assis, filha de Reinaldo Pereira de Assis e Maria Lucia Barbosa de Assis, nasceu em 08 de junho de 1984, na cidade de Sete Lagoas, MG.

Em dezembro de 2010, concluiu o curso de Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG.

Em agosto de 2012, ingressou no curso de mestrado em Ciências Agrárias, concentração Produção Vegetal, na Universidade Federal de São João Del-Rei, submetendo-se à defesa da dissertação em 31 de julho de 2014.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais,
Reinaldo e Maria Lucia,
pelo amor e apoio em todos os momentos da minha vida,
e por serem minha inspiração e exemplo de honestidade e bondade.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pela vida, saúde e por estar concluindo esta importante etapa da minha vida.

À Universidade Federal de São João Del-Rei, pela oportunidade do mestrado e pela concessão da bolsa de estudos.

À FAPEMIG pelo apoio financeiro a esse projeto.

À EMBRAPA Milho e Sorgo, por ceder as áreas experimentais, e aos funcionários Ademilson, Carlinhos, Célio, Eustáquio e Ismael que muito colaboraram na condução deste estudo no campo.

Ao Dr. Jacques H. C. Delabie pelo treinamento em identificação na CEPLAC e pela importante colaboração na identificação das formigas, sugestões e ensinamentos.

À Profa. Vívian Sandoval, pela ajuda na identificação das formigas.

Ao Laboratório de Mirmecologia do CEPEC/CEPLAC por oferecer estrutura para meu treinamento e à equipe deste laboratório pela recepção, carinho e colaboração, especialmente, ao Crispim e à Ana Flávia.

Ao meu orientador, Prof. Marcos Fadini, pela ajuda, orientação, oportunidade, ensinamentos e pelo exemplo de dedicação. À minha coorientadora Profa. Cidália Gabriela, pelos conhecimentos transmitidos, pela oportunidade de trabalhar com o interessante mundo das formigas, pelos ensinamentos e ajuda na identificação das formigas. À minha coorientadora Dra. Simone Mendes, pela ajuda e sugestões ao trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Mestrado em Produção Vegetal, pelos ensinamentos.

Aos meus pais, pelo amor sem igual, pelo apoio e dedicação. Agradeço à minha mãe, que, nesses dois anos, teve a minha atenção dividida, mesmo quando precisou que ela fosse exclusiva, mas, mesmo assim, apoiou-me, e ao meu pai, meu maior exemplo de luta e dedicação, que me ama e me dá suporte em tudo que preciso. E a meu irmão Wagner pelo carinho e por torcer sempre por mim.

A todos os amigos da UFSJ, e aos amigos do laboratório de Entomologia, Tamara, Paula e André, pelos bons momentos juntos, pela amizade e colaboração, especialmente, ao Pedro, pela amizade, companheirismo, pelas aventuras na Bahia, pela importante e fundamental ajuda neste trabalho, pela risada fácil e por me suportar!

A todos os colegas de curso, pela ajuda e amizade, especialmente, à Nayara, Lívia e Mayara. E, também, aos queridos colegas Karine, Kênia, Ivaldo e Marina, e às meninas da graduação Savanna, Carol e Gabi pelo carinho, incentivo e amizade.

Aos amigos de sempre, Renata, Tiago e Carla, pelo apoio, paciência, amor e por me proporcionarem dias tão felizes sempre que nos encontramos, e a todos os outros amigos que, mesmo de longe, torcem por mim.

E a todos os meus familiares que desejam meu sucesso. Especialmente aos primos-irmãos Flávia, Sicele, Gabriel e Lucas pela amizade e à minha tia Silvinha, pelo amor e incentivo.

A todos, muito obrigada!

SUMÁRIO

Página

RESUMO.....	ii
ABSTRACT -	iii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1- Cultura do milho.....	4
2.2 - Pragas na cultura do Milho.....	4
2.3- Organismos Geneticamente Modificados (OGM) e o Milho <i>Bt</i>	5
2.4- Organismos não-alvo e Bioindicadores.....	6
2.5- Formigas como bioindicadoras.....	7
2.6 – Guildas de formigas	9
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1- Caracterização das áreas amostradas.....	11
3.2- Coleta das formigas	12
3.3- Triagem, montagem e identificação	13
3.4- Análise dos dados	14
3.4.1-Levantamento das formigas	14
3.4.2-Similaridade entre habitats.....	14
3.4.3-Guildas	14
4 RESULTADOS.....	15
5 DISCUSSÃO	25
6 CONCLUSÃO.....	31
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
ANEXOS	39
ANEXO I.....	40
ANEXO II.....	43

COMUNIDADES DE FORMIGAS DE SOLO EM MILHO *Bt*

RESUMO - Objetivou-se avaliar a comunidade de formigas de solo como bioindicadoras, em cultivo de milho transgênico, como grupo não-alvo. O levantamento da formicifauna foi realizado em áreas experimentais de cultivo de milho e em área de vegetação nativa de Floresta de Galeria no Cerrado, pertencentes à EMBRAPA Milho e Sorgo em Sete Lagoas (MG). Para coleta, foram utilizadas armadilhas do tipo “pitfall” que foram instaladas em áreas cultivadas com milho *Bt* (Impacto Viptera- Vip3A, 30F35HX- Cry1F, 30F35YG-Cry1Ab), milho convencional (30F35) e área de mata nativa de Cerrado. As armadilhas foram instaladas numa área central (900m²) de cada tratamento, distantes 10m entre si, totalizando nove armadilhas por área. As coletas foram quinzenais, com duas repetições do experimento, que ocorreram nos anos de 2012 e 2013, com nove coletas em cada experimento. As formigas foram identificadas ao nível de espécie, sempre que possível. Maior número de espécies foi registrado nas áreas de mata nativa nos dois experimentos, 55 espécies no primeiro e 61 no segundo. No primeiro período de amostragem, foram coletadas 53 espécies de formigas no milho transgênico (30F35HX) e 45 espécies nas áreas com os milhos Impacto Viptera e 30G35YG, enquanto na área com milho convencional (30F35) apresentaram-se 35 espécies. No segundo período de amostragem, foram registradas mais espécies no milho convencional, com 53 espécies registradas, que nos milhos transgênicos: 30F35HX com 52 espécies, Impacto Viptera com 50 espécies e 30F35YG com 49 espécies. O índice de similaridade Jaccard mostrou que houve similaridade entre áreas de milho em relação à mata. Cada tratamento apresentou espécies exclusivas, mas mesmo o milho *Bt* parecendo atuar na composição de espécies, concluiu-se que não afeta a comunidade de formigas de solo, pois a riqueza de espécies e a representatividade das guildas foram semelhantes.

Palavras- chave: bioindicadores; Formicidae; guildas; milho transgênico

Comitê Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Matiello Fadini - UFSJ (Orientador), Profa. Dra. Cidália Gabriela Santos Marinho - UFSJ e Dra. Simone Martins Mendes – Embrapa/CNPMS

COMMUNITIES OF SOIL ANTS IN *Bt* MAIZE

ABSTRACT - The aim of this study was to evaluate the soil ants in relation to *Bt* maize, using ants as non-target species and bioindicators in this environment. The ant fauna survey was conducted in experimental areas of Embrapa Milho e Sorgo in Sete Lagoas (MG), and native areas of Cerrado gallery forest. The ants were collected using pitfall traps installed in cultivated areas of *Bt* maize (Impact Viptera-Vip3A, 30F35HX-Cry 1F, 30F35YG-Cry1Ab), conventional maize (30F35) and Cerrado native forest areas. Pitfalls were placed in a central area (900sqm) for each treatment, 10m distant from each other, an amount of nine traps per area. Sampling occurred every 15 days, with two replications of the experiment, in 2012 and 2013, using nine samples in each experiment. The ants were identified to species level, when possible. Highest number of species was recorded in the area of native forest in the two experiments, 55 species in the first and 61 in the second. In the first sampling period were collected 53 species of ants in transgenic maize (30F35HX) and 45 species in Impact Viptera and 30G35YG, while in the area with conventional maize (30F35) 35 species were collected. In the second sampling period more species were recorded in the conventional one (53 species) than in the transgenic maize: 30F35HX (52 species), Viptera Impact (50 species) and 30F35YG (49 species). The Jaccard similarity index showed similarity among maize fields and native forest. Each treatment had some unique species, and even *Bt* maize probably acting in species composition, it was concluded that does not affect soil ants, because the species richness and the representativeness of the guilds were similar among treatments.

Key- words: Formicidae; bioindicators; guilds; transgenic maize

1 INTRODUÇÃO

O milho é um dos cereais mais cultivados. A sua produção é voltada, principalmente, para a indústria de rações, mas também é utilizado como matéria prima para produção de biodiesel e, ainda, tem a sua importância na alimentação humana. O Brasil é um dos maiores produtores e Minas Gerais ocupa posição de destaque, sendo o primeiro em produtividade e quarto em área plantada e produção (Conab, 2013).

A melhoria na cotação dos preços nos últimos anos teve como consequência o aumento do plantio da segunda safra, ou safrinha, em quase todo território nacional (IBGE, 2013). Com isso, a cultura está no campo, durante todo o ano agrícola, o que pode ocasionar em aumento dos problemas fitossanitários (Galvão & Miranda, 2004). As pragas que atacam a cultura são responsáveis por danos expressivos a sua produtividade (Cruz et al., 2008), o que resulta na aplicação de altas quantidades de inseticidas causando vários prejuízos. Entre esses, o aumento no custo de produção e impactos negativos ao ambiente, levando à perda da biodiversidade (Pedigo & Rice, 2009). Com a crescente preocupação ambiental da sociedade, os agricultores vêm buscando alternativas que comprometam menos as condições ambientais. Para isso, o desenvolvimento de plantas geneticamente modificadas (GM) tem concentrado esforços e investimentos na área do melhoramento vegetal, com o objetivo de aliar alta produtividade e proteção contra doenças, pragas ou tolerância ao uso de herbicidas (Borém, 2005).

Entre esses organismos geneticamente modificados, o milho está, juntamente com a soja, entre as culturas de maior adoção de cultivo entre os agricultores no Brasil e no mundo (Céleres, 2012; Mendes et al., 2012). O milho GM foi desenvolvido para resistir ao ataque de determinados insetos, e os eventos disponíveis no Brasil atuam em pragas com aparelho bucal mastigador, como a *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), considerada praga-chave do milho e responsável por prejuízos na produtividade desta cultura (Cruz, 1995; Fernandes et al., 2008).

Atualmente, o milho *Bt* já é considerado como principal método de controle de lepidópteros-praga dessa cultura, e a maior parte da área total de milho no Brasil é oriunda de sementes transgênicas (Céleres, 2013). No entanto, devemos investigar se essa tecnologia afeta outros organismos que se encontram em cultivos de milho, mas que não prejudicam o

desenvolvimento da planta. Muitos organismos (não-alvo) exercem funções importantes no ambiente e por isso precisam ser preservados (Andow & Zwahlen, 2006). Dentre os organismos não-alvo benéficos estão polinizadores, agentes de controle biológico, detritívoros e outros invertebrados, representantes de variados grupos e níveis tróficos, que exercem serviços ecossistêmicos fundamentais para manutenção do habitat onde estão inseridos (O'Callaghan et al., 2005; Fisher et al., 2008).

É conhecido que a implantação de sistemas agrícolas promove a redução da diversidade ecológica ou biodiversidade, pois promovem modificações do habitat natural e pode trazer consequências negativas, inclusive, para a saúde humana (Ianni, 2005). Por isso, torna-se necessário o desenvolvimento de métodos para avaliar como as atividades antrópicas afetam a qualidade dos ecossistemas.

Uma técnica que vem sendo muito utilizada com esse objetivo é o uso de indicadores ecológicos ou bioindicadores, que relaciona plantas, animais vertebrados ou invertebrados ao estado do ambiente avaliado (Majer et al., 2007; Leitão & El-Deir, 2009; Holt & Miller, 2011). Isso só é possível, porque esses organismos, utilizados como indicadores ecológicos, têm uma relação estreita com os recursos ou outras espécies presentes no local fornecendo informações seguras (Freitas et al., 2006).

Entre os grupos de invertebrados, os insetos vêm sendo utilizados com certa frequência, tendo as formigas um papel de destaque (Andersen & Majer, 2004; Yates & Andrew, 2011). As formigas são consideradas boas bioindicadoras, pois são abundantes e com distribuição geográfica ampla, sensíveis às mudanças no meio, são facilmente amostradas e identificadas, a um custo baixo (Alonso, 2000; Silva & Brandão, 1999). Com isso, as formigas vêm sendo utilizadas no monitoramento de diferentes tipos de impacto como, por exemplo, na recuperação de áreas mineradas (Majer & Nichols, 1998), na avaliação dos efeitos do uso do solo (Schmidt & Diehl, 2008; Crepaldi et al., 2014) dentre outros tipos de perturbações.

Vários estudos já foram realizados utilizando formigas como bioindicadoras em agroecossistemas (Peck et al., 1998, Armbrrecht et al., 2003, Dias et al., 2008, Neves et al., 2013). A maioria desses trabalhos correlaciona a composição de espécies de formigas ao grau de antropização do ambiente. Peck et al. (1998), por exemplo, utilizaram as formigas para avaliar variáveis em relação ao estado do solo, práticas agrícolas e uso de inseticidas em cultivos anuais.

Para facilitar os estudos, pesquisadores têm separado as formigas em guildas ou grupos funcionais, sendo ambos uma forma útil de categorização de comunidades por avaliar as respostas de um grupo e não de uma espécie individualmente (Delabie et al., 2000; Silvestre et al., 2001). As guildas são grupos de espécies que obtêm sua subsistência pelos mesmos tipos de recursos e usam estratégias similares na ocupação de seus nichos (Silvestre et al., 2003; Silvestre et al., 2001). Para Silvestre (2000), guilda é um agrupamento de espécies que compartilham o máximo de sobreposição das características do nicho, sendo ecologicamente “correspondentes” nas suas funções.

Antes da escolha das formigas como organismo a ser estudado algumas considerações foram analisadas. A avaliação de não-alvo para culturas transgênicas deve ser para cada caso específico, considerando a planta, o gene envolvido e o ambiente (Andow & Hilbeck, 2004). Na escolha de uma espécie ou grupo para monitoramento como não-alvo, em estudos de riscos ambientais, como o cultivo do milho *Bt*, são observadas características importantes como contribuição ecológica, relação com a cultura e o ambiente estudado, interação com a praga alvo e exposição à proteína do *Bt* (Romeis et al., 2008).

No agroecossistema do milho, as formigas interagem com a cultura de diversas maneiras: ao nidificar e forragear no solo, ao preda herbívoros não-alvo que se alimentam da planta de milho, ao participar da decomposição de restos culturais e insetos que se alimentaram da planta, ao se alimentar de partes da planta como o pólen. As formigas de solo são expostas à proteína inseticida, que é liberada pela zona radicular da planta por meio de exudados (O’Callaghan et al., 2005). Ou seja, as formigas podem estar em contato com as proteínas presentes no milho *Bt* de forma direta ou indireta.

Objetivou-se utilizar as formigas como indicadoras da qualidade ambiental de áreas cultivadas com milho *Bt*, no qual se testou a hipótese nula (H_0) de que o milho transgênico não afetaria a comunidade de formigas de solo, e as hipóteses alternativas de que o milho *Bt* atuaria sobre as comunidades de formigas de solo de forma positiva (H_{a1}) ou negativa (H_{a2}) para esses organismos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1- Cultura do milho

A produção de grãos é um dos principais segmentos do setor agrícola no Brasil e no mundo, fundamental para fornecimento de produtos agropecuários, sendo considerados componentes básicos na alimentação humana. Entre os grãos de importância nutricional, o milho possui papel de destaque, pois é importante para fornecimento de calorias para a crescente população mundial e matéria-prima para produção de outros produtos (FAO, 2013). O milho está entre as culturas mais consumidas no mundo, perdendo apenas para o arroz e trigo (Embrapa, 2009) e o seu principal destino é a alimentação animal, como componente das formulações de rações. Acredita-se que quase 70% da produção mundial deste grão são destinadas para cadeia do agronegócio de suínos e aves (Embrapa, 2012).

Além da importância econômica, o milho possui relevância social e cultural, pois é um dos cereais de maior tradição entre as plantas cultivadas, sendo plantado desde pequenas propriedades, voltadas para agricultura familiar a grandes empreendedores exportadores. Minas Gerais está entre os estados que mais produzem este cereal no país, ocupando a primeira posição em produtividade (kg/ha) e a quarta em área e produção (IBGE, 2013).

A cultura do milho, diferentemente de outras como soja e arroz, tem menor número de plantas por área, por isso qualquer perda pode causar diferença no resultado final da produção (Cruz et al., 2008). Plantas daninhas, doenças e pragas são os responsáveis pelos maiores entraves ao aumento da rentabilidade da cultura (CIB, 2008).

2.2 - Pragas na cultura do Milho

A cultura do milho possui uma grande susceptibilidade a doenças e, principalmente, a pragas, sendo os gastos para controle e manejo desses insetos um dos principais responsáveis pelo aumento no custo de produção (Waquil et al., 2004). A lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) é considerada a principal praga do milho no Brasil, responsável pela redução na produção da cultura (Cruz et al., 2004; Mendes et al., 2011). Para o seu controle, que antes era feito quase que, exclusivamente, por inseticidas,

têm-se buscado alternativas. Isso ocorre em razão dos questionamentos da sociedade, dos potenciais malefícios que esses inseticidas podem causar à saúde humana e ao ambiente.

Atualmente, já se buscam alternativas de controle que, além de serem menos prejudiciais ao homem, também, minimizam os efeitos colaterais sobre outros insetos, já que muitos podem atuar como agentes de controle biológico. Nesse sentido, a implementação do manejo integrado de pragas (MIP), o qual combina métodos de controle de pragas, pode promover uma redução dos efeitos adversos sobre o meio ambiente que os inseticidas causam (Pedigo & Rice, 2009).

Para o controle de lepidópteros-praga do milho, o uso de plantas geneticamente modificadas tem sido utilizado amplamente. Essa prática tem sido avaliada, positivamente, uma vez que já há relatos de resistência a alguns desses lepidópteros aos inseticidas disponíveis. Além disso, a utilização dessa forma alternativa de controle reduz a necessidade de uso de inseticidas minimizando a contaminação ambiental.

2.3- Organismos Geneticamente Modificados (OGM) e o Milho *Bt*

A biotecnologia aplicada à agricultura pode trazer benefícios, como a produção de sementes que elevam a adaptação a locais com solos pouco propícios, ou a resistência a pragas e doenças aumentando, assim, a produtividade por área (CIB, 2008). Um exemplo dessa recente tecnologia são as plantas transgênicas. Algodão, soja e milho estão entre as culturas geneticamente modificadas mais plantadas em todo mundo (Abramilha, 2013).

O milho *Bt*, que expressa delta-endotoxinas da bactéria *Bacillus thuringiensis* (*Bt*), ocupa segunda posição em área plantada com transgênicos no Brasil (Céleres, 2013) e os eventos disponíveis no país expressam, em seus tecidos, proteínas com atividades sobre lepidópteros.

Uma das vantagens das proteínas inseticidas *Bt* é sua especificidade (Waquil et al., 2002), que a tornam mais eficaz no controle da praga de interesse e diminui os efeitos negativos que os inseticidas, utilizados em cultivos convencionais, causam sobre outros organismos. Os gastos com o controle de pragas na cultura do milho constitui um dos principais problemas enfrentados pelos agricultores brasileiros. Isso pode explicar a rápida adoção do milho expressando o gene do *Bt*, que se deve tanto aos benefícios econômicos

quanto as facilidades de manejo proporcionadas por essa tecnologia (Mendes et al., 2012). Apesar da aceitação por parte dos produtores, é consenso entre os pesquisadores que, para cada tipo de OGM, há potenciais riscos ambientais (Andow & Zwahlen, 2006). Um dos riscos associados ao crescimento das áreas cultivadas com OGM é seu potencial risco aos organismos não-alvo (Romeis et al., 2008). Esses organismos não são alvo do controle, mas coexistem no agroecossistema em que a planta transgênica está sendo cultivada (Groot & Dicke, 2002; Andow & Zwahlen, 2006). Caso a utilização de plantas OGM promovam efeitos negativos a esses organismos, o funcionamento do meio pode ser afetado.

2.4- Organismos não-alvo e Bioindicadores

Assim como no uso de inseticidas para controle de pragas, o cultivo de plantas transgênicas traz potenciais riscos aos organismos não-alvo. Há uma preocupação porque dentre esses organismos estão muitas espécies de artrópodes que cumprem importantes funções ecológicas como controle biológico, polinização e decomposição (Fisher et al., 2008, Romeis et al., 2008; Albajes et al., 2013).

Apesar da especificidade das toxinas presentes no milho *Bt*, estudos vêm sendo realizados para se comprovar tal segurança. Alguns trabalhos avaliaram possíveis efeitos danosos para outros insetos ou artrópodes, seja no milho que expressa proteínas contra lepidópteros-praga (Eckert et al., 2006) ou no que expressa proteínas contra coleópteros-praga (Bhatti et al., 2005; Devos et al., 2012; Stephans et al., 2012), evento esse disponível em outros países. O trabalho de Stephans et al. (2012) relatou impacto negativo do milho *Bt* sobre a atividade de besouros benéficos não-alvo, mas, ainda assim, considerou essa uma opção menos prejudicial que o uso de inseticidas.

Os resultados do monitoramento dos organismos não-alvo têm como objetivo principal avaliar a interação deles com o agroecossistema e com o ambiente (Nodari & Guerra, 2001). Espera-se que a transgenia das plantas não cause danos à biodiversidade local, como ocorre com uso inadequado de agrotóxicos, podendo resultar em comprometimento dos processos ecológicos mencionados.

Uma ferramenta útil para esse tipo de avaliação é o uso de bioindicadores para avaliar os possíveis riscos ambientais a longo prazo. Verifica-se que não se pode desconsiderar a presença de um organismo no ambiente sem considerar suas interações com o mesmo (Andrade & Nogueira, 2005). É ampla a diversidade de espécies utilizadas com a finalidade de aferir sobre a integridade biológica do ambiente e, para isso, plantas, líquens, vertebrados como pássaros e peixes e invertebrados como macroinvertebrados aquáticos são alguns dos exemplos de bioindicadores (Holt & Miller, 2011).

Entretanto, são os invertebrados e, dentro desse grupo os insetos, os representantes de maior eficiência como bioindicadores (Majer et al., 2007). Eles são considerados bons indicadores da qualidade ecológica, pois: (1) são sensíveis a pequenas variações ambientais, (2) têm distribuição cosmopolita, (3) curto tempo de geração e (4) são de fácil amostragem e identificação taxonômica (Majer, 1983). Majer (2009) cita a importância dos animais nos processos de restauração e o aumento dos trabalhos com invertebrados e insetos, citando os táxons mais utilizados como lepidópteros, formigas, crustáceos aquáticos, besouros, aranhas, colêmbolos e hemípteros.

2.5- Formigas como bioindicadoras

Dentre os invertebrados, as formigas se destacam no papel de bioindicadoras e são consideradas ideais para isso, pois: (1) apresentam ampla distribuição geográfica, (2) alta abundância local e riqueza de espécie, (4) ocupam diferentes posições na teia alimentar (3) além de serem mais facilmente amostradas e identificadas que outros organismos (Majer 1983; Alonso & Agosti, 2000; Delabie et al., 2009).

As formigas têm importante papel no funcionamento dos ecossistemas, incluindo o ambiente agrícola, em função da habilidade desses organismos em manter ou restaurar a qualidade do solo (Lobry de Bruyn, 1999). Elas atuam na formação do solo por promoverem alterações ambientais físicas e químicas e pela interação com plantas, microrganismos e biota do solo. Muitas dessas alterações são promovidas pelas formigas de solo em virtude da construção de ninhos que contribuem para aumentar a drenagem e aeração, a transformação de materiais orgânicos e a incorporação de nutrientes (Folgarait, 1998).

Na Austrália, as formigas são o principal objeto de estudo para determinar o grau de degradação de um ambiente (Majer, 2009) e consideradas um dos grupos mais importantes na pirâmide de fluxo de energia (Yates & Andrew, 2011). Por isso, são importantes em ecossistemas terrestres onde desempenham funções importantes como ciclagem de nutrientes e controle da população de outros invertebrados (Silva & Brandão, 1999). As formigas fornecem respostas com base na composição e riqueza de espécies encontradas e isso ocorre por elas apresentarem forte correlação com a comunidade vegetal, o ambiente físico e a diversidade de outros invertebrados (Andersen & Majer, 2004). Por isso, são usadas em vários trabalhos de monitoramento de áreas com distúrbios. Peck et al. (1998) avaliaram o impacto de culturas anuais sobre a comunidade de formigas e encontraram correlação entre composição de espécies de formigas e fatores como manejo das culturas, tipos de solo e práticas de cultivo.

Armbrecht & Perfecto (2003) encontraram maior riqueza de espécies nas parcelas próximas a fragmentos florestais mostrando a importância na qualidade das práticas culturais. Dias et al. (2008), também, observaram diferenças nas respostas das comunidades de formigas em café, pastagem e na interação desses com fragmento florestais. São, ainda, muito utilizadas, tanto na avaliação ambiental para locais que receberam plantio de espécies exóticas (Matos et al., 1994), quanto para áreas cuja vegetação natural sofreu perturbações (Santos, et al., 2006). Ramos et al. (2003) usaram formigas para estudar qualidade conservativa de áreas de Cerrado preservadas e áreas submetidas a impactos antrópicos, encontrando menor número de espécies para o último caso. Já, Marinho et al. (2002), ao compararem a fauna de formigas de serapilheira em eucaliptais de diferentes idades de sub-bosque a uma área de vegetação nativa de cerrado, constataram que a maioria das espécies ocorreram em ambos os tipos de vegetação. Ou seja, a riqueza de espécies não foi afetada pela complexidade dos ambientes, como ocorre na maioria das áreas.

Para um artrópode ser escolhido como espécie não-alvo, em uma avaliação de risco de plantas geneticamente modificadas, deve-se levar em conta alguns critérios como sua importância ecológica, econômica, abundância no campo, taxonomia, facilidade de manipulação em laboratório, relação da espécie com a cultura e com o ambiente em que está sendo avaliado e, ainda, hábitos alimentares e sua exposição à proteína (O'Callaghan et al., 2005, Romeis et al., 2008). As formigas não só estão presentes no monocultivo de milho

como interagem com a cultura de diversas formas, sendo, assim, boas representantes para avaliação dos riscos aos organismos não-alvo.

2.6 – Guildas de formigas

. Atualmente, a maioria dos trabalhos com formigas têm separado as espécies em grupos funcionais ou guildas, para facilitar o entendimento das respostas desses organismos (Silvestre, 2000) e um exemplo desse tipo de trabalho é o Delabie et al. (2000) que agruparam as formigas em nove categorias de guildas, descritas a seguir:

1. Espécies onívoras: espécies com populações altas e recrutamento massivo, possuindo hábitos alimentares diversificados. Exemplos: *Pheidole*, *Solenopsis*, *Megalomyrmex*, *Blepharidatta*, *Rogeria*.
2. Predadoras especialistas de serapilheira: espécies crípticas, com base no comportamento e características de forrageamento, que se alimentam de um determinado tipo de presa. Exemplos: *Strumigenys*, *Hylomyrma*, *Stegomyrmex*.
3. Predadoras generalistas de serapilheira: alimentam-se de vários tipos de presa. Exemplos: *Hypoponera*, *Anochetus* e *Gnamptogenys*.
4. Formigas legionárias: formigas de correição, espécies nômades, de recrutamento legionário, são espécies predadoras generalistas ou especialistas. Exemplos: *Eciton*, *Labidus*, *Neivamyrmex* e *Nomamyrmex*.
5. Predadoras de solo: espécies que forrageiam no solo e na serapilheira. Exemplos: *Pachycondyla* e *Centromyrmex*.
6. Formigas subterrâneas dependentes de honeydew: alimentam-se das substâncias açucaradas de outros insetos. Exemplo: *Acropyga* (espécie extremamente críptica).
7. Formigas arborícolas dominantes: formigas que forrageiam em árvores e, às vezes, no solo. Exemplos: *Crematogaster* e *Azteca*.
8. Dominantes de solo ou serapilheira: forrageiam no solo, na vegetação ou serapilheira. São divididas em dois grupos: a) grandes predadoras especialistas: *Odontomachus* e *Ectatomma* e b) onívoras verdadeiras: *Brachymyrmex*, *Camponotus*, *Paratrechina*, *Solenopsis* (espécies grandes) e *Wasmannia*.

9. Cultivadoras de fungos: contêm membros das Attini e são formigas que se alimentam de fungo simbiote. Exemplos: *Acromyrmex*, *Apterostigma*, *Atta*, *Cyphomyrmex*, *Mycocepurus*, *Myrmicocrypta*, *Sericomyrmex* e *Trachymyrmex*.

E, ainda, as guildas predadoras generalistas arborícolas forrageando no chão, *Pseudomyrmex*, que não está descrita neste trabalho.

As guildas facilitam o entendimento do funcionamento de um habitat, permitem comparações funcionais entre composição de espécies de diferentes ambientes e revelam as diferenças na ecologia das comunidades estudadas (Silvestre, 2000). Assim, a avaliação das guildas de formigas pode nos fornecer subsídios para uma avaliação mais refinada acerca das formigas como bioindicadoras de ambientes antropizados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1- Caracterização das áreas amostradas

As coletas de formigas foram realizadas em áreas de cultivo de milho convencional, transgênico e um fragmento de mata nativa. Pela probabilidade de ocorrência de espécies, este fragmento é uma Floresta de Galeria (97,4%) com espécies de maior ocorrência no Cerrado (71,1%) e está sobre um cambissolo, com lençol freático a dois metros de profundidade (Costa, 2014). As áreas experimentais, incluindo a de vegetação nativa, estão localizadas na Embrapa Milho e Sorgo, no município de Sete Lagoas, região central do estado de Minas Gerais. O estudo foi realizado nos anos de 2012 e 2013, gerando duas repetições do experimento. O primeiro período de coletas ocorreu entre outubro de 2012 a fevereiro de 2013, numa área com solo do tipo neossolo flúvico. O segundo foi realizado entre junho a outubro de 2013 (cinco meses), numa área com solo do tipo latossolo vermelho. Ambas as áreas eram irrigadas por pivô central e são áreas de uso intensivo e histórico de cultivos de milho e sorgo.

As áreas experimentais da cultura foram divididas em quatro parcelas, de aproximadamente 2.500m², sendo três áreas com milho *Bt* de diferentes transgenias (Impacto Viptera-Vip3A, 30F35HX- Cry1F, 30F35YG- Cry1Ab) e uma área com milho convencional (30F35) (Figura 1). O tamanho da área de coleta na vegetação nativa foi igual às demais parcelas. A adubação de plantio do milho foi 300kg/ha do formulado NPK 8-28-16 + Zn, e 250kg/ha de ureia para a adubação de cobertura. A lâmina líquida de irrigação das áreas de milho foi de 20mm e foram aplicados os herbicidas Roundup WG (2,5l/ha) e Sanson (0,6L/ha) + Atrazina (3,0L/ha), mas não houve aplicação de inseticidas nessas parcelas.

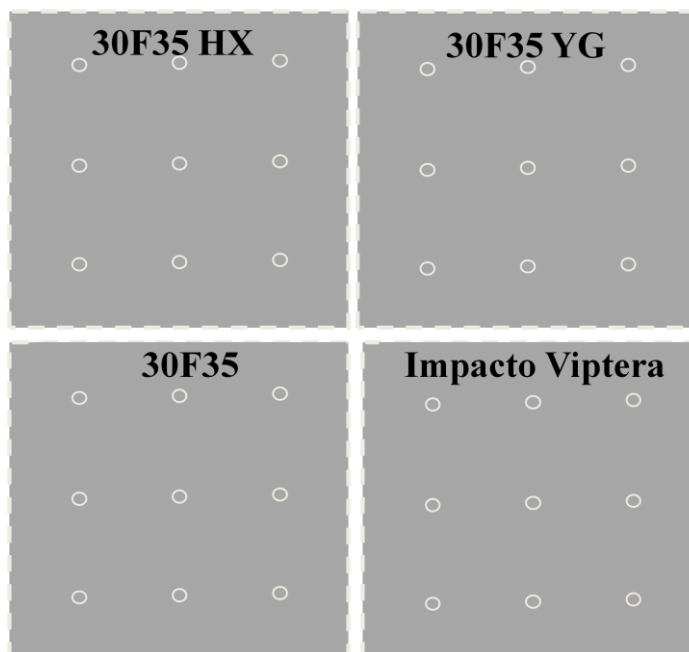


Figura 1- Esquema da disposição dos tratamentos de milho em campo: milho convencional (30F35) e milhos transgênicos (30F35HX, 30F35YG, Impacto Viptera).

3.2- Coleta das formigas

Em cada área foi delimitada uma grade de 900m² (30x30m) no centro da parcela, que foi dividida em nove quadrantes de 10m² e instalada uma armadilha “pitfall” no centro, o que resultou uma distância de 10 metros entre as armadilhas, sendo nove armadilhas por parcela. Em cada parcela, foram instaladas nove armadilhas do tipo “pitfall”, que são eficientes para coleta de artrópodes que caminham sobre solo (Schlick-Steiner et al., 2006). Esse tipo de armadilha foi escolhido, em razão da presença de pouca serapilheira nos cultivos de milho, o que limita o uso de outras metodologias de coleta, como o extrator de Winkler, por exemplo.

As armadilhas foram confeccionadas com garrafas “pet” de dois litros, cortadas ao meio. A base da garrafa com, aproximadamente 18 cm de altura, ficou enterrada ao nível do solo. No interior dessa, foi colocado um frasco de vidro contendo álcool 70%, para matar e conservar os espécimes coletados. A parte de cima da garrafa foi utilizada invertida, formando um funil que direcionava ao frasco coletor. Sobre cada armadilha, para evitar a entrada de água de chuva e irrigação, foi colocado um tampo de madeira, sustentado por dois pinos e

pintado de vermelho, para facilitar a localização e onde foi marcada a numeração de cada armadilha.

As armadilhas foram instaladas quando o milho se encontrava no estágio de seis folhas completas (V6). As coletas foram realizadas, quinzenalmente, quando o frasco coletor era substituído. O material que foi recolhido era devidamente etiquetado, com o número da armadilha, tratamento e data da coleta. As coletas ocorreram por cinco meses do ciclo da cultura, com a retirada das armadilhas nas vésperas da colheita do milho. Em cada ciclo foram realizadas nove coletas, sempre no período da manhã, tanto nas áreas com milho quanto na vegetação nativa.

3.3- Triagem, montagem e identificação

Após cada coleta, os frascos recolhidos das armadilhas eram levados ao laboratório de Entomologia da UFSJ, campus Sete Lagoas, onde primeiro foi realizada a triagem desse material sob lupas estereoscópicas. Esse procedimento era necessário porque uma grande quantidade de detritos, resíduos de solo, vegetação e outros animais eram coletados junto com as formigas. Em seguida os formicídeos eram colocados em álcool 70% em potes identificados com etiqueta, para posterior identificação e quantificação das espécies.

Para montagem das formigas, foram utilizados alfinetes e triângulos entomológicos. A identificação foi realizada com o auxílio de chaves taxonômicas (Fernández & Palacio, 2003) e por comparação com espécies já depositadas na coleção de referência do Laboratório de Zoologia e Entomologia Geral do Departamento de Ciências Agrárias (DCIAG) da UFSJ. As espécies não identificadas foram analisadas pelo Dr. Jacques H. C. Delabie, do Laboratório de Mirmecologia do CEPEC/CEPLAC e depositados exemplares do estudo na coleção desta instituição. Também, foi depositada uma coleção de referência, com o material coletado neste estudo, no Laboratório de Zoologia e Entomologia Geral do Departamento de Ciências Agrárias (DCIAG) da UFSJ.

3.4- Análise dos dados

3.4.1-Levantamento das formigas

Os dados foram anotados em um caderno de campo e, após a identificação, tabulados em planilha eletrônica. Foi elaborada uma lista de espécies para as formigas encontradas.

3.4.2-Similaridade entre habitats

Foi confeccionada uma lista de espécies por tratamento e, utilizando uma matriz (presença ou ausência), elaborado um dendograma de similaridade com o índice de Jaccard entre as áreas estudadas utilizando o programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2008).

3.4.3-Guildas

As guildas foram agrupadas de acordo com Delabie et al. (2000).

4 RESULTADOS

- **Primeiro período de amostragem**

Neste primeiro experimento, realizado entre os meses de outubro de 2012 a fevereiro de 2013, foram registradas 98 espécies de formigas (Anexo I), distribuídas em 27 gêneros, 14 tribos e seis subfamílias. A subfamília Myrmicinae apresentou 60 espécies, distribuídas entre 15 gêneros e 9 tribos e foi a mais coletada, seguida pelas subfamílias Ponerinae com 17 espécies em 5 gêneros e duas tribos; Formicinae com 15 espécies em 2 gêneros e duas tribos; Dolichoderinae com 4 espécies, em 3 gêneros e 2 tribos; Ecitoninae com 2 espécies, um gênero e uma tribo e Pseudomyrmicinae com uma espécie, um gênero e uma tribo. Na subfamília Myrmicinae, o gênero *Pheidole* apresentou maior riqueza de espécies (28), seguido pela subfamília Formicinae onde *Camponotus* apresentou riqueza de 11 espécies.

A área de mata nativa apresentou maior número de espécies com 55 registradas. Número próximo ao da área com milho transgênico (30F35HX- Cry1F) com 53 espécies. As áreas com os milhos transgênicos Impacto Viptera (Vip3A) e 30F35YG (Cry1Ab) apresentaram 45 espécies cada. A área com milho convencional (30F35) apresentou 34 espécies. A mata apresentou 21 espécies exclusivas, contra 11 do milho transgênico 30F35HX, 6 nos transgênicos 30F35YG e Impacto Viptera e quatro do milho convencional (Tabela 1).

As espécies mais frequentes na mata foram: *Labidus praedator*, *Gnamptogenys moelleri*, *Solenopsis* sp. 2, *Pheidole fimbriata* e *Atta sexdens rubropilosa*. A espécie *Pheidole radoszkowskii* esteve entre as espécies mais frequentes em todos os tratamentos de milho e a espécie *Pheidole* gr. *flavens* sp. 2 foi a mais frequente em três tratamentos (30F35, 30F35HX, Impacto Viptera). As espécies *Solenopsis* sp. 2 e *Solenopsis invicta* estiveram entre as cinco espécies mais frequentes em quase todos os tratamentos, com exceção do milho transgênico 30F35HX.

As guildas encontradas foram de espécies onívoras, predadoras especialistas de serapilheira, predadoras generalistas de serapilheira, formigas legionárias, formigas arborícolas dominantes, dominantes de solo ou serapilheira, cultivadoras de fungo e predadoras generalistas arborícolas forrageando o chão (Tabela 2). A guilda de onívoras foi a que obteve maior número de espécies, foram 23 espécies no milho Impacto Viptera, 21 nos

milhos 30F35HX e 30F35YG, 19 espécies na mata e 18 no convencional (30F35). Outras guildas, também, obtiveram maior número de espécies coletadas nas amostragens. Entre elas a guilda de formigas dominantes de solo ou serapilheira, com 14 espécies na mata, 10 no transgênico 30F35HX, 9 espécies no 30F35YG, 7 no Impacto Viptera e 4 no convencional, e a guilda de formigas predadoras generalistas com 9 espécies no 30F35HX, 8 espécies na mata, 6 no Impacto Viptera, 5 no milho convencional e 4 no 30F35YG (Figura 2).

Pela análise de similaridade obteve-se um dendograma com dois grupos (Figura 3). Um dos grupos é formado pela área de vegetação nativa e duas variedades de milho. Mesmo estando no mesmo grupo, a mata nativa ficou separada dos milhos convencional (30F35) e do transgênico (30F35HX) que tiveram maior similaridade entre si, no entanto, foram essas variedades que se apresentaram menos distintas em relação à mata. O outro grupo foi formado pelas variedades transgênicas 30F35YG e Impacto Viptera que apresentaram maior dissimilaridade em relação à mata.

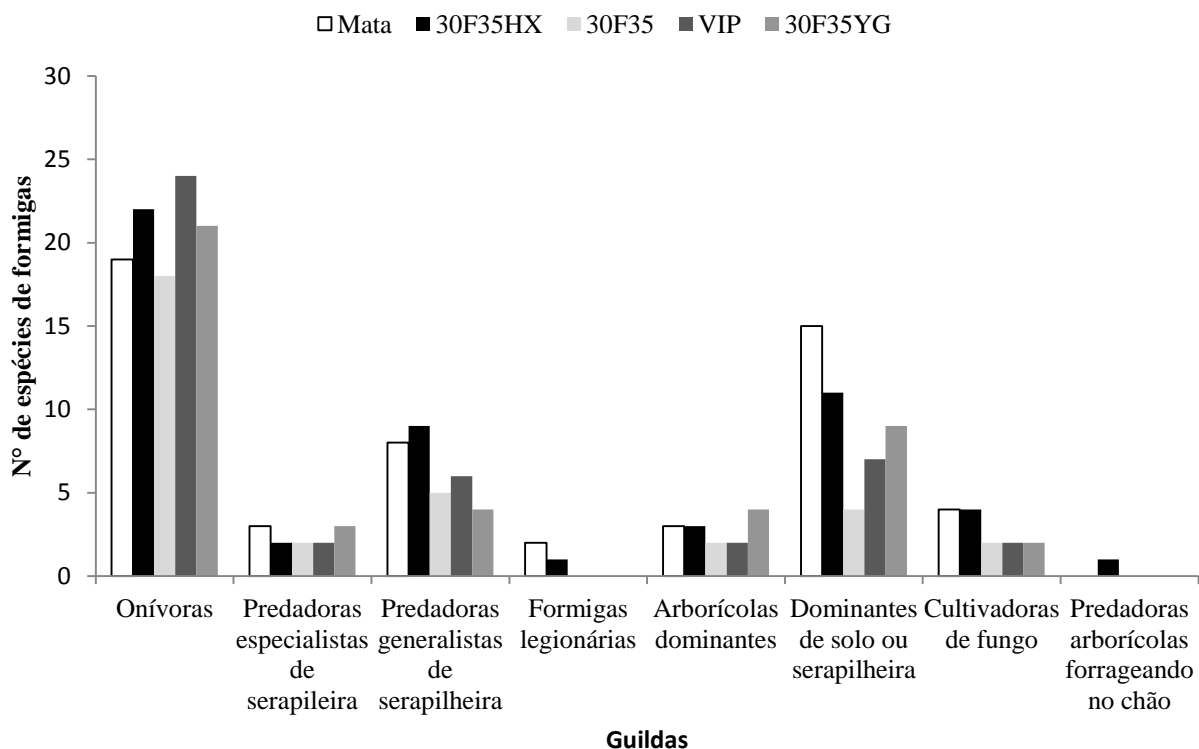


Figura 2- Número de espécies por guilda para os tratamentos de vegetação nativa (Mata), milho convencional (30F35) e milhos transgênicos: (30F35HX, Impacto Viptera (VIP), 30F35YG). Área baixada (outubro de 2012 a fevereiro de 2013). Sete Lagoas, MG.

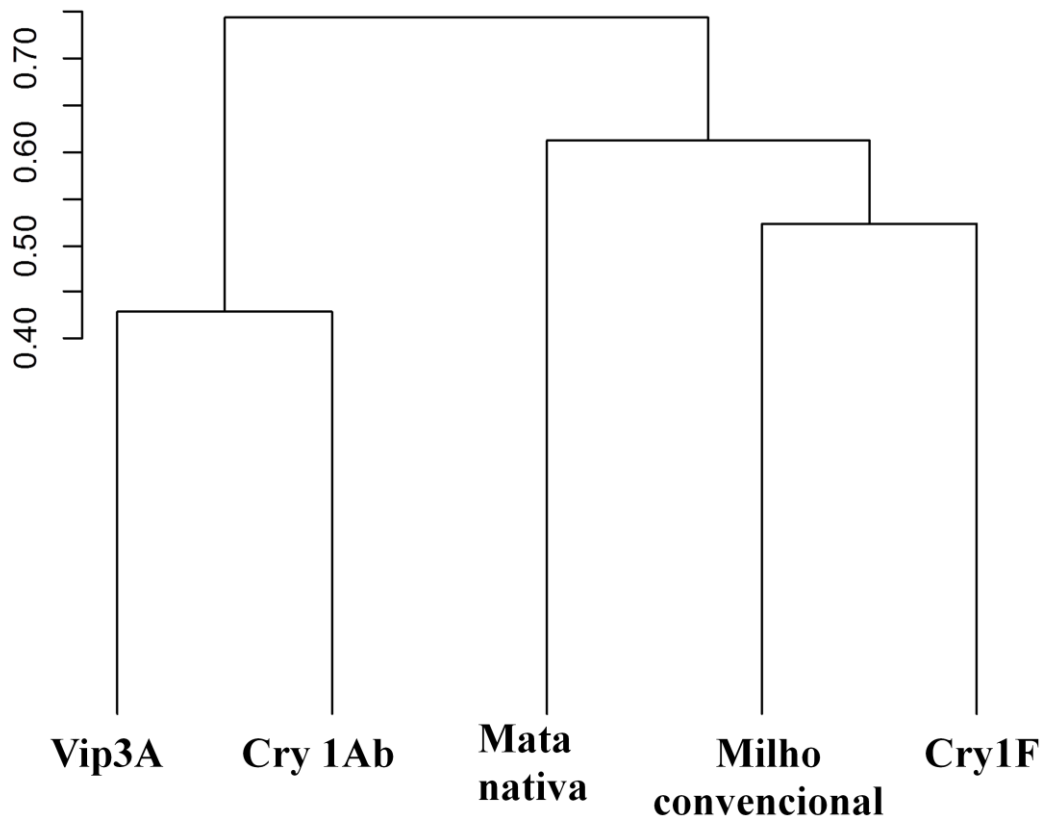


Figura 3. Dendrograma construído com o índice de Jaccard, para os tratamentos de mata nativa e de milho: convencional (30F35) e transgênicos (30F35HX- Cry1F, 30F35YG- Cry1Ab e Impacto Viptera- Vip3A). Outubro de 2012 a Fevereiro de 2013. Sete Lagoas, MG.

Tabela 1 – Espécies exclusivas coletadas nos tratamentos de vegetação nativa, milho convencional e milho transgênico (30F35HX, Impacto Viptera, 30F35YG) (Primeiro período de amostragem: outubro de 2012 a fevereiro de 2013). Sete Lagoas, MG.

Tratamento	Espécies exclusivas
Mata	<i>Acromyrmex</i> sp.3, <i>Camponotus senex</i> , <i>Camponotus (Tanaemyrmex)</i> sp.1, <i>Camponotus</i> sp.4, <i>Camponotus</i> sp.10, <i>Camponotus</i> sp.12, <i>Cephalotes minutus</i> , <i>Cephalotes pusillus</i> , <i>Crematogaster</i> sp. 7, <i>Crematogaster</i> sp.8, <i>Dolichoderus</i> sp.1, <i>Labidus coecus</i> , <i>Hypoponera</i> sp.8, <i>Monomorium</i> sp.1, <i>Monomorium</i> sp.4, <i>Odontomachus chelifer</i> , <i>Odontomachus</i> sp.2, <i>Pachycondyla</i> sp.3, <i>Pheidole</i> sp.17, <i>Pheidole</i> sp.19, <i>Solenopsis</i> sp.7, <i>Stegomyrmex</i> sp.1, <i>Phalacromyrmex</i> sp. 1.
Milho convencional (30F35)	<i>Camponotus renggeri</i> , <i>Dorymyrmex</i> sp.2, <i>Hypoponera</i> sp.1, <i>Pheidole</i> sp.9.
Milho transgênico (30F35HX- Cry1F)	<i>Acromyrmex balzani</i> , <i>Brachymyrmex</i> sp.4, <i>Camponotus</i> sp.6, <i>Dorymyrmex</i> sp.1, <i>Ectatoma</i> sp.1, <i>Gnamptogenys</i> sp.3, <i>Hypoponera</i> sp.4, <i>Monomorium</i> sp.2, <i>Pheidole</i> sp.7, <i>Pheidole</i> sp.18, <i>Pseudomyrmex</i> sp. 2.
Milho transgênico (Impacto Viptera- Vip3A)	<i>Anochetus diegensis</i> , <i>Brachymyrmex</i> sp. 3, <i>Pachycondyla</i> sp.1, <i>Pheidole</i> sp. 22, <i>Rogeria</i> sp.1, <i>Tetramorium</i> sp.1.
Milho transgênico (30F35YG- Cry1Ab)	<i>Camponotus atriceps</i> , <i>Camponotus</i> sp.13, <i>Odontomachus meinerti</i> , <i>Pheidole</i> gr. <i>tristes</i> sp.3, <i>Pheidole</i> sp. 27, <i>Pheidole</i> sp. 28.

Tabela 2. Espécies de formigas por guilda, coletados em áreas de mata nativa, milho convencional (30F35) e milhos transgênicos (30F35HX, Impacto Viptera, 30F35YG). Primeiro período de amostragem (Outubro de 2012 a fevereiro de 2013). Sete Lagoas, MG.

Guilda*	Gêneros de formigas
Espécies onívoras	<i>Pheidole</i> , <i>Solenopsis</i> , <i>Cardiocondyla</i> , <i>Tetramorium</i> .
Predadoras especialistas de serapilheira	<i>Strumigenys</i> , <i>Stegomyrmex</i> .
Predadoras generalistas de serapilheira	<i>Anochetus</i> , <i>Gnamptogenys</i> , <i>Hypoponera</i> , <i>Pachycondyla</i> .
Formigas legionárias	<i>Labidus</i> .
Arborícolas dominantes	<i>Cephalotes</i> , <i>Crematogaster</i> .
Dominantes de solo ou serapilheira	
a) Predadoras de solo	<i>Odontomachus</i> ,
b) Onívoras	<i>Brachymyrmex</i> , <i>Camponotus</i> , <i>Linepithema</i> , <i>Dolichoderus</i> , <i>Dorymyrmex</i> .
Cultivadoras de fungo	<i>Acromyrmex</i> , <i>Atta</i> , <i>Cyphomyrmex</i> , <i>Mycocepurus</i> .
Predadoras generalistas forrageando no chão	<i>Pseudomyrmex</i> .

* Classificação de espécies por guilda proposta por Delabie et al., (2000).

- **Segundo período de amostragem**

No segundo experimento, realizado entre os meses de junho a outubro de 2013, foram coletadas 103 espécies de formigas, distribuídas em 21 gêneros, 15 tribos e seis subfamílias e, assim como na área de baixada, a maioria pertence à subfamília Myrmicinae com 70 espécies em 11 gêneros e 9 tribos, seguido pelas subfamílias Ponerinae com 15 espécies em 6 gêneros e duas tribos; Formicinae com 9 espécies em dois gêneros e duas tribos; Dolichoderinae com 5 espécies em 3 gêneros e 2 tribos; Ecitoninae com 3 espécies em 2 gêneros e uma tribo e Amblyoponinae com apenas uma espécie, um gênero e uma tribo. O gênero *Pheidole* foi o mais encontrado, com 35 espécies, *Camponotus* e *Solenopsis* vieram em seguida, com sete

espécies cada. Como no experimento anterior, maior número de espécies foi encontrado na mata nativa que registrou 61 espécies, seguido pela área de milho convencional (30F35) com 53 espécies e pelos milhos transgênicos: 30F35HX (Cry1F) com 52 espécies, Impacto Viptera (Vip3A) com 50 espécies e 30F35YG (Cry1Ab) com 49 espécies (Anexo I).

As espécies mais frequentes na mata foram as mesmas do ciclo anterior, só alterando a ordem das mais encontradas sendo: *Labidus praedator*, *Pheidole fimbriata*, *Gnamptogenys moelleri*, *Solenopsis* sp. 2 e *Atta sexdens rubropilosa*. *Pheidole oxyops* foi a espécie mais frequente em todos os tratamentos de milho, e a espécie *Pheidole* gr. *tristes* sp. 3, também, esteve entre as mais frequentes em todas as áreas avaliadas.

A mata apresentou 23 espécies exclusivas, número superior aos tratamentos com milho que apresentaram 6 espécies exclusivas no milho convencional, 5 no milho transgênico 30F35HX e Impacto Viptera, e quatro na área com o milho 30F35YG (Tabela 3). As guildas encontradas foram as mesmas da primeira área (Tabela 4), com exceção da guilda de predadoras generalistas arborícolas forrageando o chão que não teve nenhum representante. Também, ocorreu superioridade da guilda de espécies onívoras, que foi mais encontrada na área de milho convencional com 27 espécies, seguido pela área de mata nativa com 26 espécies, Impacto Viptera com 25 espécies, 30F35HX com 24 e 30F35YG com 21 espécies. A guilda das formigas cultivadoras de fungo, mesmo apresentando número de espécies muito menor em relação às onívoras, foi a segunda mais coletada, com 11 espécies na parcela com milho 30F35YG, 8 no milho convencional, 7 no milho Impacto Viptera, 6 espécies no milho 30F35HX e apenas 4 na área de mata nativa (Figura 4).

Pela análise de similaridade, houve a formação de dois grupos principais (Figura 5). O primeiro grupo formado pela área de mata nativa e o segundo pelas áreas cultivadas com milho. A mata nativa ficou separada de todos os outros tratamentos, a área com o milho Impacto Viptera (Vip3A) foi a que apresentou maior similaridade à área da mata e, em seguida, a área com o milho 30F35YG (Cry1Ab). Os tratamentos mais similares entre si foram do milho transgênico 30F35HX e da sua isolinha não transgênico (30F35).

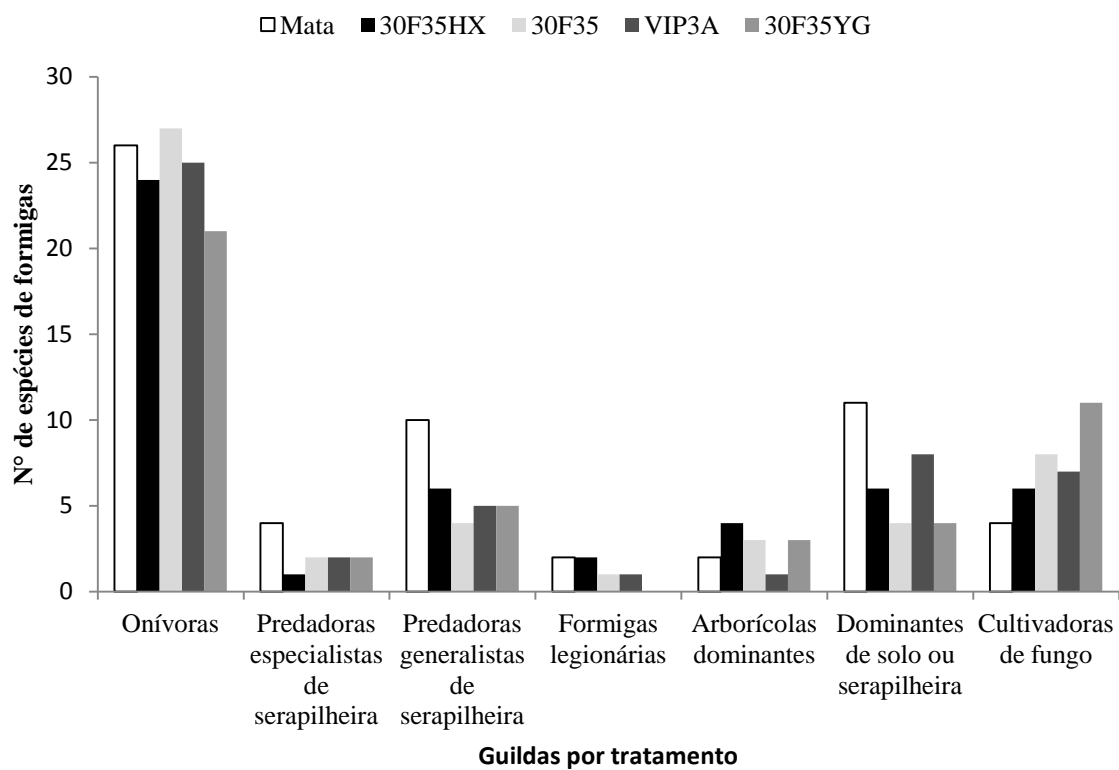


Figura 4 - Número de espécies por guilda para os tratamentos de vegetação nativa (Mata), milho convencional (30F35), milho transgênico (30F35HX), milho transgênico (VIP3A) e milho transgênico (30F35YG). Junho de 2013 a outubro de 2013. Sete Lagoas, MG.

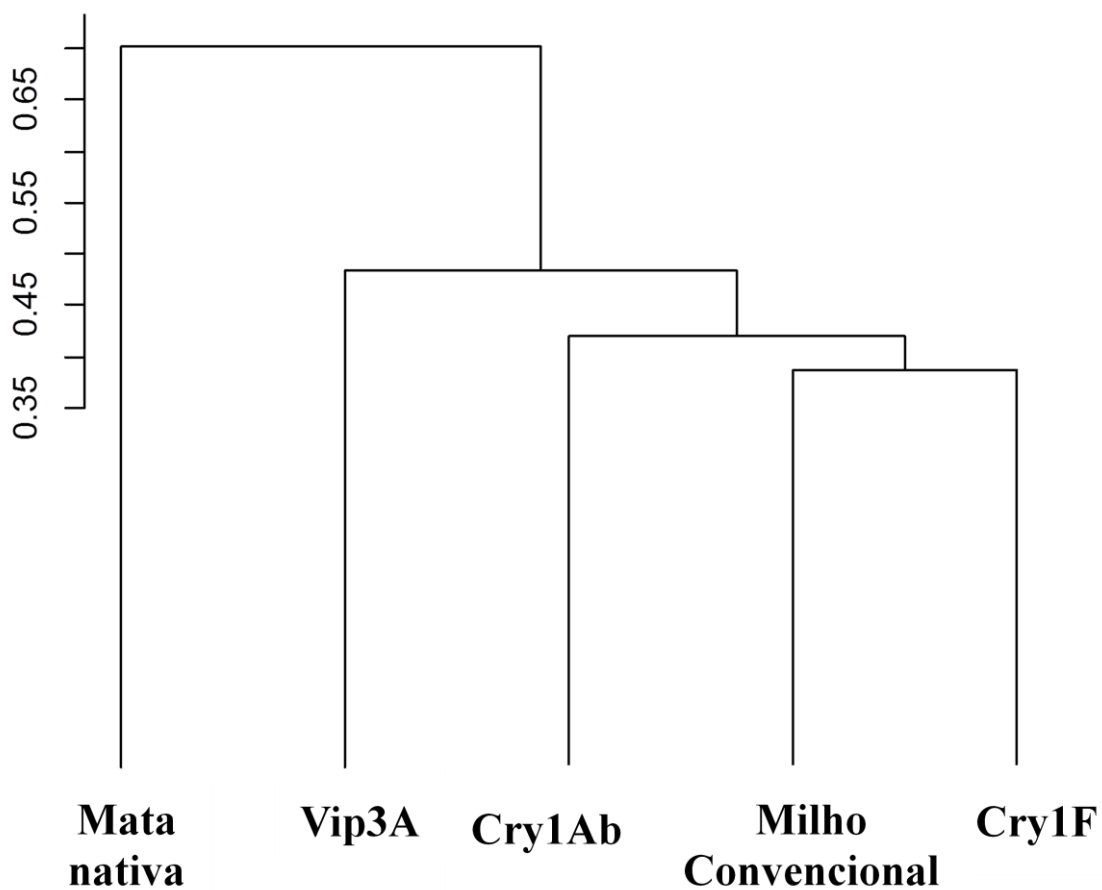


Figura 5- Dendrograma construído com o índice de Jaccard, para mata nativa e milho: convencional (30F35) e transgênicos 30F35HX, 30F35YG e VIP3A. Junho de 2013 a outubro de 2013. Sete Lagoas, MG.

Tabela 3 - Espécies exclusivas coletadas nos tratamentos de vegetação nativa, milho convencional e milho transgênico (30F35HX, VIP3A, 30F35YG). Segundo período de amostragem: junho de 2013 a outubro de 2013. Sete Lagoas, MG.

Tratamento	Espécies exclusivas
Mata	<i>Amblyopone</i> sp.1, <i>Camponotus</i> (<i>Tanaemyrmex</i>) sp.1, <i>Camponotus crassus</i> , <i>Camponotus</i> sp.1, <i>Camponotus</i> sp.3, <i>Cephalotes minutus</i> , <i>Cephalotes pusillus</i> , <i>Gnamptogenys</i> sp.2, <i>Monomorium</i> sp.1, <i>Monomorium</i> sp.4, <i>Odontomachus chelifer</i> , <i>Odontomachus meinerti</i> , <i>Pachycondyla</i> sp.3, <i>Pheidole fimbriata</i> , <i>Pheidole</i> sp.1, <i>Pheidole</i> sp.15, <i>Pheidole</i> sp.19, <i>Pheidole</i> sp.21, <i>Pheidole</i> sp.25, <i>Proccryptocerus</i> sp.1, <i>Stegomyrmex</i> sp.1, <i>Strumigenys</i> sp.3, <i>Trachymyrmex</i> sp.1.
Milho Convencional (30F35)	<i>Cardiocondyla minutior</i> , <i>Cardiocondyla</i> sp.2, <i>Pheidole</i> sp.9, <i>Pheidole</i> sp.13, <i>Pheidole</i> sp.24, <i>Pheidole</i> sp.26.
Milho transgênico (30F35HX – Cry1F)	<i>Camponotus atriceps</i> , <i>Dorymyrmex</i> sp.3, <i>Hypoponera</i> sp.8, <i>Neivamyrmex</i> sp.1.
Milho transgênico (Impacto Viptera – Vip3A)	<i>Anochetus diegensis</i> , <i>Camponotus renggeri</i> , <i>Ectatoma</i> sp.2, <i>Monomorium</i> sp.2.
Milho transgênico (30F35YG – Cry1Ab)	<i>Acromyrmex</i> sp.5, <i>Acromyrmex</i> sp.6, <i>Pheidole</i> sp. 23, <i>Tapinoma</i> sp.1.

Tabela 4- Classificação das espécies de formigas por guilda, coletados em áreas de mata nativa, milho convencional e milho transgênico (30F35HX, Vip3A, 30F35YG). Segundo período de amostragem (junho a outubro de 2013). Sete Lagoas, MG.

Guilda	Gêneros de formigas
Espécies onívoras	<i>Pheidole</i> , <i>Solenopsis</i> , <i>Cardiocondyla</i> , <i>Tapinoma</i> .
Predadoras especialistas de serapilheira	<i>Strumigenys</i> , <i>Stegomyrmex</i> , <i>Amblyopone</i>
Predadoras generalistas de serapilheira	<i>Anochetus</i> , <i>Gnamptogenys</i> , <i>Hypoponera</i> , <i>Pachycondyla</i> .
Formigas legionárias	<i>Labidus</i> , <i>Neivamyrmex</i> .
Arborícolas dominantes	<i>Cephalotes</i> , <i>Crematogaster</i> , <i>Procryptocerus</i> .
Dominantes de solo ou serapilheira	
a) Predadoras de solo	<i>Odontomachus</i> , <i>Ectatoma</i>
b) Onívoras	<i>Brachymyrmex</i> , <i>Camponotus</i> , <i>Linepithema</i> , <i>Solenopsis</i> (espécies grandes), <i>Dorymyrmex</i> .
Cultivadoras de fungo	<i>Acromyrmex</i> , <i>Atta</i> , <i>Cyphomyrmex</i> , <i>Mycocepurus</i> , <i>Trachymyrmex</i> .

5 DISCUSSÃO

O alto número de espécies de formigas coletadas nos dois experimentos demonstrou a forte relação deste grupo com o ambiente em que o milho *Bt* está inserido. Isso habilita a escolha de Formicidae, para avaliação de risco a organismos não-alvo em plantas com o gene *Bt*. Mesmo sendo as formigas organismos onipresentes (Holldobler & Wilson, 1990), é necessário que o não-alvo avaliado esteja intimamente associado com a planta transgênica testada (Andow & Zwahlen, 2006).

O levantamento das guildas mostrou maior número das onívoras nos dois períodos de amostragem. As espécies que pertencem a essa guilda possuem hábito alimentar generalista e têm maiores possibilidades de exposição às proteínas inseticidas da planta. Uma possibilidade é via consumo de insetos herbívoros que se alimentam do tecido vegetal, como lepidópteros não-alvo, coleópteros, entre outros artrópodes. O problema em consumir esses herbívoros, que não possuem os sítios de ligação da proteína *Bt*, presentes no intestino dos lepidópteros-alvos, é que essas proteínas podem continuar ativas (Groot & Dicke, 2002) e serem transmitidas para as formigas. Mesmo não havendo evidências de que as proteínas se acumulem ao longo da cadeia alimentar (O’Callaghan et al., 2005), não existem estudos que relatem os seus efeitos sobre formigas, sendo este trabalho pioneiro ao avaliar sob condições de campo, possíveis riscos sobre esse grupo.

As proteínas presentes no milho *Bt*, também, poderiam passar para as formigas onívoras de outras formas: (1) por meio da alimentação das larvas com artrópodes “contaminados”; (2) pela participação na decomposição de restos culturais do milho transgênico; ou (3) pelo consumo do honeydew por formigas associadas a hemípteros. Muitas espécies usam nectários extraflorais para consumo de açúcares, ao se alimentarem do néctar (Holldobler & Wilson, 1990), assim, algumas espécies de formigas podem buscar néctar nas flores do milho. Mas, essa secreção não parece ser problema para elas, pois, de acordo com Groot & Dicke, (2002), não contém proteínas *Bt*. Esse fato precisa ser claramente elucidado. É conhecido, também, que essas proteínas são expressas no pólen do milho, sendo uma forma direta de contato com a proteína por formigas que usam o pólen como fonte de carboidrato.

A maior parte das formigas onívoras encontradas foi dos gêneros *Pheidole* e *Solenopsis*, pertencentes à subfamília Myrmicinae que é a mais abundante em espécies na região Neotropical (Caetano et al., 2002), pois apresentam hábito alimentar e nidificação

diversificados (Fowler et al., 1991). O resultado encontrado no presente estudo é semelhante aos encontrados por outros trabalhos, os quais, também, utilizaram armadilhas “pitfall” para levantamento de entomofauna (Soares et al., 1998; Dantas et al., 2012). Ao se comparar os resultados das áreas de milho convencional com as de milho transgênico, pode-se deduzir que a guilda das onívoras não é afetada pela proteína *Bt*, pois o número de espécies dessa guilda nos tratamentos (*Bt* e não *Bt*) foi semelhante nos dois períodos de amostragem.

Nos dois experimentos, o número de espécies da mata não teve a superioridade esperada em relação às áreas de milho e não apresentou uma riqueza de espécies superior. Possivelmente o milho *Bt* parece não afetar, negativamente, a comunidade de formigas de solo e por isso a riqueza das áreas de cultivo de milho apresenta riqueza de espécies de formigas semelhantes as da mata. É importante ressaltar que a área de vegetação nativa avaliada não apresentava sinais de antropização. Este fato pode certificar seu bom estado de conservação. Além disso, esse tratamento apresentou alta frequência da espécie *Labidus praedator*, nos dois períodos distintos de amostragem. Essa espécie pertence à guilda das formigas legionárias (Delabie et al., 2000, Brandão et al., 2009), que são caçadoras, forrageiam em grupo e necessitam de elevada quantidade de recursos proteicos (Fowler et al. 1991). Para suprir essa demanda alimentar, precisam de lugares que ofereçam abundância de presas como artrópodes e pequenos animais, condição encontrada em ambiente bem estruturado.

Por outro lado, eventos de perturbação costumam ter efeitos sobre a estrutura das comunidades de formigas, mas nem sempre sobre a riqueza (Schimidt et al., 2012). Isso pode tornar os resultados, baseados na riqueza de espécies, como uma medida de diversidade ineficiente. Mas, ao se analisar os resultados dos agrupamentos formados pelo índice de Jaccard, no primeiro período de amostragem, a mata apresentou similaridade próxima aos tratamentos de milho *Bt* e convencional. Esse resultado pode ser considerado como indício da ausência de efeitos negativos das proteínas inseticidas sobre as comunidades de formigas de solo nas áreas cultivadas com milho.

No primeiro período de amostragem, a guilda de formigas predadoras generalistas de serapilheira apresentou maior quantidade de espécies na parcela com milho *Bt* 30F35HX (Cry1F), superando mesmo a área de mata nativa e a área de milho convencional. Essas formigas são consideradas importantes predadoras (Way et al., 2002; Agarwal et al., 2007) e agentes de controle biológico de pragas e doenças em algumas culturas (Philpott &

Armbrecht, 2006). O maior número de espécies de formigas dessa guilda, em área de milho *Bt*, pode sugerir, também, que esse tratamento não afetou, negativamente, as espécies de formigas predadoras. Esse é um aspecto positivo, porque caso a sua ocorrência fosse afetada, haveria um prejuízo na atuação delas como possíveis agentes de controle biológico. Possíveis efeitos da transgenia no milho que poderiam resultar em diminuição do tamanho das presas e sua toxicidade, aumento da produção de aleloquímicos pelas plantas levando à diminuição do número de herbívoros não-alvo, usados como presas (Groot & Dick, 2002), parecem não interferir na guilda das formigas predadoras generalistas. Mas, ao mesmo tempo, pode-se pensar em favorecimento das espécies predadoras, por encontrar as pragas-alvo do transgênico mais suscetíveis e com isso favorecer o aumento da ocorrência de espécies e indivíduos dessa guilda.

Durante o segundo período de amostragem, foi observado maior número de espécies da guilda cultivadoras de fungo, coletadas nas áreas de milho. Algumas das espécies de formigas dessa guilda são desfolhadoras de material vegetal fresco, para cultivo de fungo simbiote (Della Lucia, 2003) do qual se alimentam, entretanto Silva et al. (2003) relataram que elas, também, alimentam-se da seiva de plantas no momento do corte. Nesse caso, ao cortar as plantas, elas poderiam entrar em contato direto com a proteína, embora Groot & Dick (2002) afirmarem que não há indícios de que a seiva da planta do milho contenha o gene do *Bt*. Foi observado, também, maior frequência de espécies de *Atta* e *Acromyrmex* no milho *Bt*. Possivelmente esse aumento das espécies de cortadeiras neste tratamento ocorreu em razão de seu comportamento refinado de recusarem plantas previamente atacadas como foi observado por Oliveira et al., (2004), já que os tratamentos com milho *Bt* sofreram menos ataques por lepidópteros que o tratamento convencional. Resta saber se o fungo cultivado nas folhas do milho *Bt* tem a mesma qualidade nutricional comparada ao milho convencional. De acordo com nossos resultados, parece não haver uma rejeição das formigas ao milho *Bt*, pois houve corte de cultivares transgênicos por essas espécies, o que sugere que a palatabilidade e composição química dos transgênicos testados parece não afetá-las negativamente. É conhecido que as formigas-cortadeiras são seletivas ao corte e são capazes de realizar escolhas refinadas do material vegetal a ser cortado (Hubbell & Wiemer, 1983), inclusive, realizando escolha dentro de uma mesma espécie de planta, mas de diferentes procedências (Santana & Couto, 1990). Neste caso, se as formigas-cortadeiras encontradas nas áreas de estudo detectassem alguma substância que poderia ser prejudicial para elas ou para o seu

fungo simbiote, esta planta não seria cortada. Seria interessante testar diferentes tipos de proteínas diretamente nas formigas ou no seu fungo simbiote para que possamos determinar se essas proteínas podem ou não prejudicar essa guilda de formigas.

Por outro lado, é importante que o milho transgênico não seja atrativo a espécies cortadeiras, já que são importantes pragas em muitas culturas e isso poderia levar ao aumento dos gastos dos produtores, ao favorecer uma praga que é secundária nessa cultura e, por isso, é um aspecto que precisa ser mais bem estudado.

A guilda das dominantes de solo ou serapilheira, que é dividida em onívoras verdadeiras e predadoras de solo, também, foi frequente nos dois períodos de avaliação. Possivelmente os mesmos fatores que favoreceram a presença das onívoras e das predadoras generalistas, já mencionadas anteriormente, também, favoreçam-nas. É importante ressaltar que a guilda de espécies dominantes de solo pode ter uma alta exposição às proteínas inseticidas do milho *Bt* por causa do contato direto com o solo. Segundo Saxena et al. (2002), Cry1Ab liberado no solo pelos exudados da raiz do milho transgênico que expressa essa proteína, pode permanecer sobre o mesmo por muitos dias. Isso poderia afetar as comunidades de formigas de solo, ao nidificar ou se alimentar da fauna edáfica, caso as proteínas transgênicas causassem algum efeito sobre elas.

Com relação às espécies mais frequentes, foi observado que *Pheidole gr. flavens* sp. 2, *Pheidole radoszkowskii* e *Solenopsis* sp. 2 estiveram entre as espécies mais frequentes em todos os tratamentos de milho no primeiro período de amostragem. Silvestre et al. (2003) consideram que algumas espécies dos gêneros *Pheidole* e *Solenopsis* são favorecidas em ambientes perturbados, pois constroem ninhos pouco profundos em áreas que passaram por algum tipo de estresse. Essa é uma característica do histórico das áreas avaliadas, nas quais tiveram o solo, intensivamente, manejados para o plantio do milho seja ele convencional ou *Bt*.

Na área da encosta, a espécie *Pheidole oxyops* foi a que apresentou maior frequência em todos os tratamentos com milho. Essa espécie de formiga, que também pertence à guilda das onívoras, alimenta-se de itens variados, mas, principalmente, de insetos mortos (Czaczkes & Ratnieks, 2011). Mesmo se essas formigas consumiram restos de lagartas-alvo, pois houve ataque de lepidópteros mesmo nos milhos transgênicos, ou qualquer outro inseto que tenha se alimentado da planta transgênica (milho *Bt*), isso parece não ter afetado essa espécie que foi frequente e abundante tanto no milho convencional como no *Bt*. Isso reforça

mais uma vez, a hipótese de que a proteína do milho transgênico não afeta a comunidade de formigas de solo. Como esta espécie ocorreu em poucas amostras coletadas na área da mata, ela pode ser considerada uma espécie bioindicadora de ambiente antropizado.

Os dados da área de encosta se mostraram bem semelhantes em relação ao número de espécies por cada guilda encontrada nos tratamentos avaliados, mais um indício da ausência de efeitos do milho *Bt*. Também, deve ser levado em consideração, que não foram aplicados inseticidas em todo o ciclo do cultivo de milho, nos dois períodos de amostragem, o que, provavelmente, afetou positivamente a riqueza de formigas e de outros artrópodes que de alguma forma interagem com elas.

Pela análise de similaridade, pode-se observar que a área de vegetação nativa diferiu das demais áreas no primeiro período de amostragem. Isso se deve, provavelmente, à maior diversidade de espécies desse habitat que é mais heterogêneo em espécies vegetais e faunísticas, o que segundo Dean & Milton (1995) reflete, diretamente, no número de espécies de um local. Entretanto, a diferença não foi representativa para os dados coletados no segundo período de amostragem, onde a mata ficou no mesmo grupo de duas variedades de milho (30F35 e 30F35HX-Cry1F), o que mostra que não há dissimilaridade evidente na composição de espécies desses tratamentos. Nos dois experimentos, o milho transgênico (30F35HX-Cry1F) apresentou maior similaridade à sua isolinha não-*Bt* (30F35), indicando que eles apresentam respostas semelhantes na interação com o ambiente. Isso sugere que o milho *Bt* não promoveu efeitos de forma diferenciada quando comparado ao milho convencional no que diz respeito aos organismos não-alvo. Ao contrário disso, Marvier et al. (2007), em estudos com invertebrados, constataram que esses organismos não-alvo são mais abundantes em áreas cultivadas com o milho *Bt* que em áreas com o milho convencional e com aplicação de inseticidas. Já em outro estudo avaliando o efeito do milho *Bt*, utilizando a toxina Cry3Bb sobre besouros predadores, Stephens et al. (2012) encontraram que a captura de carabídeos em armadilhas do tipo pitfall em áreas tratadas com o inseticida teflutrina foi menor que nas áreas controle e milho *Bt*.

Avaliando a similaridade entre os milhos transgênicos 30F35YG (Cry1ab) e Impacto Viptera (Vip3A) foi possível observar que esses tratamentos se mostraram mais semelhantes entre si que as outras variedades de milho. No primeiro experimento, essas variedades formaram um grupo separado dos demais tratamentos e, no segundo experimento, elas não formaram um grupo, mas foram as áreas que mais apresentaram similaridade em relação à

mata nativa. A avaliação da riqueza de espécies não apresentou diferenças entre os tratamentos. Nesse caso, seria necessária a investigação de outros fatores, como, por exemplo, fatores regionais e proximidade com áreas distintas daquelas estudadas neste trabalho para a confirmação do padrão de diversidade encontrado.

Os resultados encontrados até o momento mostram que formigas não são afetadas, negativamente, pelo cultivo do milho *Bt*, mesmo expostas direta e indiretamente às proteínas inseticidas desse OGM. No entanto, a avaliação de riscos para diversidade biológica precisa ser realizada a longo prazo (Andow & Zwahlen, 2006). Por isso, sugere-se que este experimento seja repetido, nas mesmas áreas estudadas e em outras áreas, pois há poucos estudos a respeito da possível bioacumulação dessas proteínas no ambiente, para só assim, chegar-se a conclusões seguras dos efeitos sobre as formigas e outros organismos, que são intimamente ligadas ao solo.

Este trabalho foi um estudo pioneiro envolvendo milho *Bt* e formigas como espécies não-alvo. Faz-se necessária a realização de outros estudos, inclusive, utilizando outros invertebrados que apresentem importância ecológica. Entretanto, os resultados encontrados neste estudo determinam que o milho *Bt* não afeta a comunidade de formigas de solo. Como essa tecnologia é considerada benéfica ao ambiente, pois reduz o número de aplicação de inseticidas, favorecendo o manejo integrado de pragas, essa tecnologia parece ser uma boa alternativa para os produtores de milho, sem afetar espécies que não são alvo das toxinas, como as formigas.

6 CONCLUSÃO

O milho *Bt* não afeta no número de espécies de formigas de solo, entretanto afeta a sua composição nos ambientes avaliados. As áreas com milho apresentam uma menor diversidade de formigas em relação à mata e há similaridade entre ambientes com milho convencional e *Bt*. Ou seja, as proteínas do milho *Bt* parecem não alterar a comunidade de formigas de solo, organismo não- alvo, no agroecossistema do milho, o que leva a aceitar a hipótese de nulidade (H_0).

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMILHO. Associação Brasileira dos Produtores de Milho. Notícias. Disponível em: <http://www.abramilho.org.br/noticias>. Acesso em 20 maio 2014.
- AGARWAL, V.M.; RASTOGI, N.; RAJU, S.V.S. Impacto f predatory ants on two lepdopteran insect pests in Indian cauliflower agroecosystems. **Journal of Applied Entomology**, v. 131, p. 493-500. 2007.
- ALBAJES R.; LUMBIERRES, B.; PONS, X.; COMAS, J. Representative taxa in field trials for environmental risk assessment of genetically modified maize. **Bulletin of Entomological Research**, v. 103, p. 723-733. 2013.
- ALONSO, L.E. Ants as indicator of diversity. In: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E.; SCHULTZ, T. R. (Eds.). **Ants standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington, Smithsonian Institution. 2000. p- 80-88.
- ANDERSEN, A. N.; MAJER, J. D. Ants Show the way down under: invertebrates as bioindicators in land management. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v.2, p.291-298, 2004.
- ANDRADE, G.; NOGUEIRA, M.A. Bioindicadores para uma análise de risco ambiental: Organismos geneticamente modificados e grupos funcionais de microrganismos do solo. **Biociência, Ciência e Desenvolvimento**, v.34, 2005.
- ANDOW, D.A.; HILBECK, A. Science-based risk assessment for nontarget effects of transgenic crops. **BioScience**, v. 54, p. 637-649. 2004.
- ANDOW, D.A.; ZWAHLEN, C. Assessing environmental risks of transgenic plants. **Ecology Letters**, v. 9, p. 196-214, 2006.
- ARMBRECHT I.; PERFECTO, I. Litter-twig dwelling ant species richness and predation potential within a forest fragment and neighboring coffee plantations of contrasting habitat quality in Mexico. **Agriculture, Ecosystems and Environmental**, v.97, p.107-115, 2003.
- BHATTI, M.A.; DUAN, J.; HEAD, G.; JIANG, C.; MCKEE, J.M.; NICKSON, T.E.; PILCHER, C.L.; PILCHER, C.D. Field Evaluation of the Impact of Corn Rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) Protected *Bt* Corn on ground-dwlling invertebrates. **Entomological Society of America**. 2005.
- BORÉM, A. A história da Biotecnologia. **Biociência, ciência e desenvolvimento**, v. 84, p.10-12. 2005.
- BRANDÃO, C.R.F.; SILVA, R.R.; DELABIE, J.H.C. Formigas: Hymenoptera). In: **Bioecologia e nutrição de insetos. Base para o manejo integrado de pragas**. Panizzi, A.R., Parra, J. R. P. (Eds.).Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 323-369p. 2009. 1164p.

- CAETANO, F.H.; JAFFÉ, K.; ZARA, F.J. **Formigas: biologia e anatomia**. Araras. Gráfica e Editora Topázio. 2002. 131p.
- CÉLERES. Relatório de Biotecnologia. 2012. Uberlândia. Disponível em: <http://www.celeres.com.br>. Acesso em 20 maio 2014.
- CÉLERES. Informativo de Biotecnologia. 2013. Uberlândia. Disponível em: <http://www.celeres.com.br>. Acesso em 20 maio 2014.
- CIB. Conselho de Informações sobre biotecnologia. 2008. A aplicação da biotecnologia na cultura. Boletim Informativo. Disponível em : <http://www.cib.org.br>. Acesso em 20 maio 2014.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira – Grãos. 2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>.
- COSTA, T.C.C. **Classificação de vegetação da Embrapa** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <assis.valeria@hotmail.com>. Em 27 jul. 2014.
- CREPALDI, R.A.; PORTILHO, I.I.R.; SILVESTRE, R.; MERCANTE, F.M. Formigas como bioindicadores da qualidade do solo em sistema integrado lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, v. 44, p.781-787, 2014.
- CRUZ, I.A lagarta-do-cartucho na cultura do milho. 1995. EMBRAPA-CNMS. **Circular técnica 21**, 45 p. Sete Lagoas. Disponível em <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/475779>. Acesso em 15 abr. 2014.
- CRUZ, J.C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M.A.R.; MAGALHÃES, P.C. **A cultura do milho**. Embrapa Milho e Sorgo. 2008. 517p.
- CRUZ, I.; MONTEIRO, M.A.R. Controle biológico da lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum*. Embrapa Milho e Sorgo, **Comunicado técnico 114**. 2004.
- CZACZKES, T.J.; RATNIEKS, F.L.W. Simple rules results in the adaptative turning of food items to reduce drag during cooperative food transport in the ant *Pheidole oxyops*. **Insects Sociaux**, v.58, p. 91-96, 2011.
- DANTAS, J.O.; SANTOS, M.J.C.; SANTOS, F. R.; PEREIRA, T.P.B.; OLIVEIRA, A.V.S.; ARAÚJO, C.; PASSOS, C.S.; RITA, M.R. Levantamento da entomofauna associada em sistema agroflorestal. **Scientia Plena**, v. 8, p. 1-7, 2012.
- DEAN, W.R.J.; MILTON, S.J. Plant and invertebrate assemblages on old fields in the arid southern Karoo, South Africa. **African Journal Ecology**, v. 33, p. 1-13, 1995
- DELABIE, J.H.C.; AGOSTI, D.; NASCIMENTO, I.C. do. Litter ant communities of the Brazilian Atlantic rain forest region. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.; ALONSO, L.; SCHULTZ, T. (eds) Sampling ground-dwelling ants: case studies from the worlds` rain forests. (S. 1.): **School of environmental Biology**. (Bulletin, 18), 2000.

- DELABIE, J.H.C; CÉRÉGHINO, R.; GROG,S.; DEJEAN, A.; GIBERNAU, M.; CORBARA, B.; DEJEAN, A. Ants as biological indicators of Wayana Ameridian land use in French Guiana. **Comptes Rendus Biologies**, v. 332, p. 673-684, 2009.
- DELLA LUCIA, T.M.C. 2003. Hormigas de importancia económica en la región Neotropical. In: FERNÁNDEZ, F. (Ed.). **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003. p. 337-349.
- DEVOS Y.; SCHRIJVER, A. D.; CLERCQ P.D.; KISS J.; ROMEIS J. Bt-maize event MOM 88017 expressing Cry3Bb1 does not cause harm to non-target organisms. **Transgenic Research**, v. 21, p. 1121- 1214, 2012.
- DIAS, N.S.; ZANETTI, R.; SANTOS, M.S.; LOUZADA, J.; DELABIE, J. Interação de fragmentos com agroecossistemas adjacentes de café e pastagem: respostas das comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae). **Série Zoologia**, v.98. p.136-142. 2008.
- ECKERT, J.; SCHUPHAN, I.; HOTHORN, L.A.; GATHMANN, A. Arthropods on maize ears for detecting impacts of Bt maize on nontarget organisms. **Environmental Entomology**. v.35, p. 554-560, 2006.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Agência Embrapa de Informação tecnológica. 2009. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arvore/arroz>. Acesso em 20 maio 2014.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Publicações Embrapa Milho e Sorgo**. 2012. Disponível em: <http://www.cnpmc.embrapa.br/publicacoes>. Acesso em 20 maio 2014.
- FAO. Arquivo de notícias. 2013. Disponível em: <http://www.fao.org.br/destaques.asp>. Acesso em 20 maio 2014.
- FERNANDES, O.D.; PARRA, J.R.; NETO, A.F.; PÍCOLI, R.; BORGATTO, A.F.; DEMÉTRIO, C.G.B. Efeito do Milho Geneticamente Modificado MON810 sobre a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2(2), p.25-35. 2008.
- FERNANDÉZ, F.; PALACIO, E. E. Clave para las subfamilias e géneros. In: FERNÁNDEZ F. (Ed.). **Introducción a las Hormigas de la región Neotropical**. Colômbia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2003. p. 233-260.
- FISHER, B.; TURNER, R.K.; MORLING, P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. **Ecological Economics**, v. 68, p.643-653. 2008.
- FOLGARAIT, P. J. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. **Biodiversity and Conservation**, v.7, p. 1221-1244. 1998

- FOWLER, H.G.L., FORTI, C., BRANDÃO, C.R.F., DELABIE, J.H.C.; VASCONCELOS, H.L. 1991. Ecologia nutricional de formigas, p. 131-209. In A.R. Pazzini, & J.R.P. Parra (eds). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo, Manole, 359p.
- FREITAS, A.V.L.; LEAL, I.R. ; PRADO, M.U.; IANUZZI, L. Insetos como indicadores de conservação da paisagem. In: ROCHA, C.F.; BERGALO, H.; VAN SLUYS, M.; ALVES, M.A. (Eds.). **Biologia da conservação: essências**. São Carlos, Rima Editora. 2006. p. 357-385.
- GALVÃO, J.C.C, MIRANDA, G.V. **Tecnologias de produção do milho**. Viçosa, Editora UFV. 2004. 366p.
- GROOT, A.T.; DICKE, M. Insect-resistant transgenic plants in a multi-trophic context. **The Plant Journal**, v. 31, p. 387-406, 2002.
- HOLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The ants**. Cambridge: Harvard University Press. 1990 732p.
- HOLT, E.A., MILLER, S.W. Bioindicators: Using Organisms to Measure Environmental Impacts. **Nature Education Knowledge** v.3 (10). 2011. Disponível em: <http://www.nature.com/scitable/knowledge/library/bioindicators-using-organisms-to-measure-environmental-impacts-16821310>. Acesso em 20 set. 2013.
- HUBBELL, S.P.; WIEMER, B. F. Host plant selection by an attine ant. In: Jaisson, P. (ed.). **Social insects in the tropics**, S.I, s.n, p. 133-154., 1983.
- IANNI, A.M.Z. 2005. Biodiversidade e a Saúde Pública: questões para uma nova abordagem. **Saúde e Sociedade**, vol. 14, n. 2, p.77-88. 2005.
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. LSPA, Levantamento sistemático da produção agrícola. 2013. Disponível em: [http:// www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acesso em 20 maio 2014.
- LEITÃO, S.N., EL-DEIR, S. **Bioindicadores da Qualidade Ambiental**. Recife. Instituto Brasileiro Pró-Cidadania. 2009. 298p.
- LOBRY DE BRUYN, L.A. Ant as bioindicators of soil function in rural environments. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 74, p. 425-441, 1999.
- MAJER, J. D. Ants: bio-indicators of Minesite Rehabilitation, Land Use, and Land Conservation. **Environ. Manag.** v.4, n.7, p. 375-383, 1983.
- MAJER, J.D. Animals in the restoration process – progressing the trends. **Restoration Ecology**. v.17, p.315-319, 2009.

- MAJER, J.D.; BRENNAN, K.E.C.; MOIR, M.L. Invertebrates and the Restoration of a Forest Ecosystem: 30 Years of Research Following Bauxite Mining in Western Australia. **Restoration Ecology**. v.15, n. 4, p104-115, 2007.
- MAJER, J.D.; NICHOLS, O.G. Long-term recolonization patterns of ants in Western Australian rehabilitated bauxite mine sites with reference to their use as indicators of restoration success. **Journal of Applied Ecology**, v.35, p.161-182, 1998.
- MARINHO, C.G.S.; ZANETTI, R.; DELABIE, J.H.C.; SCHLINDWEIN, M.N.; RAMOS, L.R. Diversidade de Formigas (Hymenoptera: Formicidae) da Serapilheira em Eucaliptais (Myrtacea) e Área de Cerrado de Minas Gerais. **Neotropical Entomology**, v. 31, p. 187-195, 2002.
- MARVIER, M.; McCREEDY, C.; REGETZ, J.; KAREIVA, P. A meta-analysis of effects of Bt cotton and maize on nontarget invertebrates. **Science**, Washington, v. 316, p. 1475-1477, 2007.
- MATOS, J.Z.; YAMANAKA, C.N.; CASTELLANI, T.T.; LOPES, B.C. Comparação da fauna de formigas de plantio de *Pinus elliottii*, com diferentes graus de complexidade estrutural (Florianópolis, SC). **Biotemas**, v.7, P. 57-64, 1994.
- MENDES, S.M.; BOREGAS, K.G.B.; LOPES, M.A.; WAQUIL, M.S.; WAQUIL, J.M. Respostas da lagarta-do-cartucho a milho geneticamente modificado expressando a toxina Cry 1A(b). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 239-244, 2011.
- MENDES, S.M.; RESENDE D.C.; LEITE N.A. Avaliação de variáveis comportamentais como metodologia para estudo de organismos não alvo em milho Bt. 2012. **Circular técnica 185**. 17p. Sete Lagoas. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/953726>. Acesso em 20 maio 2014.
- NEVES, F.S.; QUEIROZ-DANTAS, K.S.; ROCHA, W.D.; DELABIE, J.H.C. Ants of three adjacent habitats of a transition region between the Cerrado and Caatinga biomes: the effects of heterogeneity and variation in canopy cover. **Neotropical Entomology**, v.42, p.258-268, 2013.
- NODARI, R.F.; GUERRA, M.P. Avaliação dos riscos ambientais de plantas transgênicas. **Caderno de Ciência e Tecnologia**, v. 18, p.81-116, 2001.
- O' CALLAGHAN M.; GLARE T.R.; BURGESS E.P.J; MALONE, L.A. Effects of plant genetically modified for insect resistance on nontarget organisms. **Annual Review of Entomology**, v.50, p. 271-292, 2005.
- OLIVEIRA, H.G.; LACERDA, F.G.; MARINHO, C.G.S.; DELLA LUCIA, T.M.C. Atratividade de *Atta sexdens rubropilosa* por plantas de eucalipto atacadas previamente ou não por *Thyrinteina arnobia*. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 285-287, 2004.

- PECK, S.L.; MCQUAID, B; CAMPBELL, C.L. 1998. Using ant species (Hymenoptera: Formicidae) as a biological indicator of agroecosystem condition. **Environmental Entomology**, v. 27(5), p.1102-1110, 1998.
- PEDIGO, L.P.; RICE, M. E. **Entomology and pest management**. Columbus: Pearson. 2009. 784p.
- PHILPOTT, S.M.; ARMBRECHT, I. Biodiversity in tropical agroflorests and the ecological role of ants and ant diversity in predatory function. **Ecological Entomology**, v.31, p. 369-377, 2006.
- RAMOS, L.S.; FILHO, R.Z.B.; DELABIE, J.H.C.; LACAU, S.; SANTOS, M.F.S.; NASCIMENTO, I.C., MARINHO, C.G.S. Comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de serapilheira em áreas de cerrado 'stricto sensu' em Minas Gerais. **Lundiana**, v.4, p. 95-102, 2003.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2008. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, Disponível em: <http://www.Rproject.org>
- ROMEIS, J.; BARTSCH, D.; BIGLER, F.; CANDOLFI, M.P.; GIELKENS, M.; HARTLEY, S.E.; HELLMICH, R.; HUESING, J. E.; JEPSON, C.; LAYTON, R.; QUEMADA, H.; RAYBOULD, A.; ROSE, R.I.; SCHIEMANN, J.; SEARS, M.K.; SHELTON, A.M.; SWEET, J.; VAITUZIS, Z.; WOLT, J.D. Nontarget arthropod risk assessment of insect-resistant GM crops. **Nature Biotechnology**, v. 26, p. 203-208, 2008.
- SANTANA, D.L.Q; COUTO, L. Resistência Intra-Específica a formigas cortadeiras. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.20, p. 13-21, 1990.
- 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 Rio Grande, MG, Brasil. **Revista Iheringia**, Série Zoologia, v. 96, p. 95-101, 2006.
- SAXENA, D.; FLORES, S.; STROTZKY, G. Vertical movement in soil of inseticidal Cry1Ab protein from Bacillus thuringiensis. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 34, p. 111-120, 2002.
- SCHLICK-STEINER, B.C.; STEINER, F.M.; MODER, K.; BRUCKNER A.; FIEDELER, K.; CHRISTIAN, E. Assessing ant assemblages: pitfall trapping versus nest couting (Hymenoptera, Formicidae). **Insectes Sociaux**, v. 53, p. 274-281, 2006.
- SCHMIDT, F.A.; DIEHL,E. What is the Effect of Soil Use on Ant Communities? **Neotropical Entomology**, v. 37(4) p.381-388, 2008.

- SCHMIDT, F.A.; RIBAS, C.R.; SCHOEREDER, J.H. How predictable is the response of the ant assemblages to natural forest recovery? **Ecological Indicators**, v. 24, p. 158-166, 2013.
- SOARES, S.M.; MARINHO, C.G.S.; DELLA LUCIA, T.M.C. Riqueza de formigas edáficas em plantação de eucalipto e em mata secundária nativa. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 15, p. 889-898, 1998.
- SILVA, A.; BACCI JR., M.; SIQUEIRA, C.G.; BUENO, O.C.; PAGNOCCA, F.C.; HEBLING, M.J.A. Survival of *Atta sexdens* workers on different food sources. **Journal of Insect Physiology**, v. 49, p. 307-313, 2003.
- SILVA, R.R.; BRANDÃO, C.R.F. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como indicadores da qualidade ambiental e da biodiversidade de outros invertebrados terrestres. **Biotemas**, v. 12, p. 55-73, 1998.
- SILVESTRE, R. **Estrutura de comunidades de formigas do cerrado**. Ribeirão Preto: USP, 2000. 216p. (Dissertação – Doutorado em Ciências).
- SILVESTRE, R.; BRANDÃO, C.R.F.; SILVA, R.R. Grupos funcionales de hormigas: el caso de los gremios del Cerrado. In: FERNÁNDEZ F. (Ed.). **Introducción a las Hormigas de la región Neotropical**. Colômbia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2003. p. 113-148.
- SILVESTRE, R.; SILVA, R.R. Guildas de Formigas da Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP: sugestões para aplicação do modelo de guildas como bioindicadores ambientais. **Biotemas**, v. 14, n. 1, p. 37-69. 2001.
- STEPHENS, E.J.; LOSEY, J.E.; ALLEE, L.L.; DITOMMASO, A.; BODNER, C.; BREYRE, A. The impact of Cry3Bb Bt-maize on two guilds of beneficial beetles. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.156, p.72-81, 2012.
- WAQUIL, J.M.; VILELLA, F.M.F; FOSTER, J.E. Resistência do Milho (*Zea Mays* L.) transgênico (Bt) à lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.3, p.1-11. 2002.
- WAQUIL, J. M.; VILELLA, F. M. F; SIEGFRIED, B. D.; FOSTER, J. E. Atividade biológica das toxinas do Bt Cry1Ab e Cry1F em *Spodoptera Frugiperda* (Smith) (Leptoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, p. 161-171, 2004.
- WAY, M. J.; JAVIER, J.; HEONG, K. L. The role of ants, especially the fire ant, *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae), in the biological control of tropical upland rice pests. **Bulletin of Entomological Research**, v. 92, p. 431-437, 2002.
- YATES, M.; ANDREW, R.N. Comparison of ant community composition across different land-use types: assesing morphological traits with more common methods. **Australian Journal of Entomology**, v.50, p.118-124. 2011.

ANEXOS

ANEXO I

Lista de espécies de formigas coletadas com armadilhas “pitfall” em áreas de vegetação nativa (Mata), milho convencional 30F35(MC), e milhos transgênicos 30F35HX (Cry1F), 30F35YG (Cry1Ab), e Impacto Viptera (Vip3A). Sete Lagoas, MG. Outubro de 2012 a fevereiro de 2013.

	Espécies de Formicidae	Autor	Ocorrência				
			MT	MC	Cry1F	Cry1Ab	Vip3A
Dolichoderinae	<i>Dolichoderus</i> sp.1		X	-	-	-	-
	<i>Dorymyrmex</i> sp.1		-	-	X	-	-
	<i>Dorymyrmex</i> sp.2		-	X	-	-	-
	<i>Linepithema pulex</i>	(Wild,2007)	X	-	X	-	-
Ecitoninae	<i>Labidus coecus</i>	(Latreille,1802)	X	-	-	-	-
	<i>Labidus praedator</i>	(Smith,1858)	X	-	X	-	-
Formicinae	<i>Brachymyrmex patagonicus</i>	(Mayr, 1868)	X	X	X	X	X
	<i>Brachymyrmex</i> sp.2		-	-	X	-	X
	<i>Brachymyrmex</i> sp.3		-	-	-	-	X
	<i>Brachymyrmex</i> sp.4		-	-	X	-	-
	<i>Camponotus atriceps</i>	(Smith, 1885)	-	-	-	X	-
	<i>Camponotus(Tanaemyrmex)sp.1</i>		X	-	-	-	-
	<i>Camponotus renggeri</i>	(Emery, 1894)	-	X	-	-	-
	<i>Camponotus senex</i>	(Smith, 1858)	X	-	-	-	-
	<i>Camponotus</i> sp.1		X	X	X	-	-
	<i>Camponotus</i> sp.4		X	-	-	-	-
	<i>Camponotus</i> sp.6		-	-	X	-	-
	<i>Camponotus</i> sp.8		X	X	X	-	-
	<i>Camponotus</i> sp.10		X	-	-	-	-
	<i>Camponotus</i> sp.12		X	-	-	-	-
	<i>Camponotus</i> sp.13		-	-	-	X	-
Myrmicinae	<i>Acromyrmex balzani</i>	(Emery, 1890)	-	-	X	-	-
	<i>Acromyrmex</i> sp. 3		X	-	-	-	-
	<i>Atta sexdens rubropilosa</i>	(Forel, 1908)	X	X	X	X	X
	<i>Cardiocondyla</i> sp.1		-	-	X	X	X
	<i>Cephalotes minutus</i>	(Fabricius,1804)	X	-	-	-	-
	<i>Cephalotes pusillus</i>	(Klug, 1824)	X	-	-	-	-
	<i>Crematogaster acuta</i>	(Fabricius,1804)	-	X	X	X	X
	<i>Crematogaster</i> sp.1		-	-	-	X	X
	<i>Crematogaster</i> sp.2		-	-	X	-	X
	<i>Crematogaster</i> sp. 4		-	X	X	-	-
	<i>Crematogaster</i> sp. 7		X	-	-	-	-
	<i>Crematogaster</i> sp. 8		-	-	-	X	-
	<i>Cyphomyrmex transversus</i>	(Emery, 1894)	X	X	X	-	-
	<i>Monomorium</i> sp. 1		X	-	-	-	-
	<i>Monomorium</i> sp. 2		-	-	X	-	-
	<i>Monomorium</i> sp. 4		X	-	-	-	-
	<i>Mycocepurus goeldii</i>	(Forel, 1893)	X	-	X	-	-
	<i>Phalacromyrmex</i> sp. 1		X	-	-	-	-
	<i>Pheidole diligens</i>	(Santschi, 1923)	X	X	X	-	-
	<i>Pheidole fallax</i> sp. 4		X	X	X	-	-

	<i>Pheidole fallax</i> sp. 6		-	-	-	-	X
	<i>Pheidole fimbriata</i>	(Roger, 1863)	X	X	-	-	-
	<i>Pheidole flavens</i> sp. 1		X	-	X	-	-
	<i>Pheidole flavens</i> sp. 2		X	X	X	X	X
	<i>Pheidole flavens</i> sp. 4		X	X	X	-	-
	<i>Pheidole oxyops</i>	(Forel, 1908)	X	X	X	X	X
	<i>Pheidole radoszkowskii</i>	(Mayr, 1884)	X	X	X	X	X
	<i>Pheidole rufipilis</i>	(Forel, 1908)	X	X	-	-	-
	<i>Pheidole subaberrans</i>	(Kusnezov, 1952)	X	X	X	X	X
	<i>Pheidole subarmata</i>	(Mayr, 1884)	-	-	-	X	X
	<i>Pheidole tristes</i> sp. 4		X	X	X	-	-
	<i>Pheidole</i> sp. 1		X	-	X	-	-
	<i>Pheidole</i> sp. 2		X	X	X	-	-
	<i>Pheidole</i> sp. 7		-	-	X	-	-
	<i>Pheidole</i> sp. 8		-	X	X	-	-
	<i>Pheidole</i> sp. 9		-	X	-	-	-
	<i>Pheidole</i> sp. 10		-	X	X	-	-
	<i>Pheidole</i> sp. 15		X	X	X	-	-
	<i>Pheidole</i> sp. 17		X	-	-	-	-
	<i>Pheidole</i> sp. 18		-	-	X	-	-
	<i>Pheidole</i> sp. 19		X	-	-	-	-
	<i>Pheidole</i> sp. 22		-	-	-	-	X
	<i>Pheidole</i> sp. 28		-	-	-	X	-
	<i>Pheidole</i> sp. 29		X	-	-	X	X
	<i>Rogeria</i> sp. 1		-	-	-	-	X
	<i>Solenopsis globularia</i>	(Smith, 1858)	-	-	X	X	X
	<i>Solenopsis invicta</i>	(Buren, 1972)	X	X	X	X	X
	<i>Solenopsis substituta</i>	(Santschi, 1925)	-	-	-	X	X
	<i>Solenopsis</i> sp. 1		X	X	X	X	X
	<i>Solenopsis</i> sp. 2		X	-	X	X	X
	<i>Solenopsis</i> sp. 3		-	X	X	X	-
	<i>Solenopsis</i> sp. 5		X	-	X	X	-
	<i>Solenopsis</i> sp. 7		X	-	-	X	-
	<i>Stegomyrmex</i> sp. 1		X	-	-	-	-
	<i>Strumigenys denticulata</i>	(Mayr, 1887)	X	X	X	X	X
	<i>Strumigenys gundlachi</i>	(Roger, 1862)	X	X	X	X	X
	<i>Tetramorium</i> sp. 1		-	-	-	-	X
Ponerinae	<i>Anochetus diegensis</i>	(Forel, 1912)	-	-	-	-	X
	<i>Anochetus</i> sp. 1		-	X	X	-	-
	<i>Ectatoma</i> sp. 1		-	-	X	-	-
	<i>Gnamptogenys moelleri</i>	(Forel, 1912)	X	X	X	X	X
	<i>Gnamptogenys</i> sp. 2		X	-	X	-	-
	<i>Gnamptogenys</i> sp. 3		-	-	X	-	-
	<i>Hypoponera</i> sp. 1		-	X	-	-	-
	<i>Hypoponera</i> sp. 4		-	-	X	-	-
	<i>Hypoponera</i> sp. 5		X	X	X	-	-
	<i>Hypoponera</i> sp. 6		X	-	X	-	-
	<i>Hypoponera</i> sp. 7		X	X	X	-	-
	<i>Hypoponera</i> sp. 8		X	-	-	-	-
	<i>Odontomachus chelifer</i>	(Forel, 1893)	X	-	X	-	-
	<i>Odontomachus meinerti</i>	(Latreille, 1802)	X	-	-	-	-
	<i>Odontomachus</i> sp. 2	(Forel, 1905)	-	-	-	X	-

	<i>Pachycondyla striata</i>		X	-	-	-	-
	<i>Pachycondyla</i> sp. 1	(Smith, 1858)	X	-	X	-	-
	<i>Pachycondyla</i> sp. 3		-	-	-	-	X
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex</i> sp.2		-	-	X	-	-
	Total		55	34	53	45	45

ANEXO II

Lista de espécies de formigas coletadas com armadilhas “pitfall” em áreas de vegetação nativa (MT), milho convencional 30F35(MC), e milhos transgênicos 30F35HX (Cry1F), 30F35YG (Cry1Ab), e Impacto Viptera (Vip3A). Sete Lagoas, MG. Junho de 2013 a outubro de 2013.

Espécies de Formicidae		Autor	Ocorrência				
			MT	MC	Cry1F	Cry1Ab	Vip3A
Amblyoponinae	<i>Amblyopone</i> sp. 1		X				
Dolichoderinae	<i>Dorymyrmex</i> sp.1		-	X	X	X	X
	<i>Dorymyrmex</i> sp.2		-	X	X	X	X
	<i>Dorymyrmex</i> sp.3		-	-	X	-	
	<i>Linepithema pulex</i>	(Wild, 2007)	X	-	-	-	X
	<i>Tapinoma</i> sp.1		-	-	-	X	
Ecitoninae	<i>Labidus caecus</i>	(Latreille, 1802)	X	-	-	-	X
	<i>Labidus praedator</i>	(Smith, 1858)	X	X	X	-	-
	<i>Neivamyrmex</i> sp.1		-	-	X	-	-
Formicinae	<i>Brachymyrmex patagonicus</i>	(Mayr, 1868)	X	X	X	X	X
	<i>Brachymyrmex</i> sp.2		-	X	X	X	-
	<i>Camponotus atriceps</i>	(Smith, 1858)	-	-	X	-	-
	<i>Camponotus crassus</i>	(Mayr, 1862)	X	-	-	-	-
	<i>Camponotus melanoticus</i>	(Emery, 1894)	X	X	X	-	-
	<i>Camponotus</i> sp. 1		X	-	-	-	-
	<i>Camponotus</i> sp.3		X	-	-	-	-
	<i>Camponotus</i> (<i>Tanaemyrmex</i>)sp.1		X	-	-	-	-
	<i>Camponotus renggeri</i>	(Emery, 1894)	-	-	-	-	X
	<i>Cardiocondyla minutior</i>	(Forel, 1889)	-	X	-	-	-
Myrmicinae	<i>Acromyrmex rugosus</i>	(Smith, 1858)	X	X	X	X	X
	<i>Acromyrmex</i> sp.3		X	X	-	X	-
	<i>Acromyrmex</i> sp.5		-	-	-	X	-
	<i>Acromyrmex</i> sp.6		-	-	-	X	-
	<i>Atta sexdens rubropilosa</i>	(Forel, 1908)	X	X	X	X	X
	<i>Cardiocondyla minutior</i>	(Forel, 1889)	-	X	-	-	-
	<i>Cardiocondyla</i> sp.2		-	X	-	-	-
	<i>Cephalotes pusillus</i>	(Klug, 1824)	X	-	-	-	-
	<i>Cephalotes minutus</i>	(Fabricius, 1804)	X	-	-	-	-
	<i>Crematogaster acuta</i>	(Fabricius, 1804)	-	X	X	X	X
	<i>Crematogaster</i> sp.1		-	-	X	X	-
	<i>Crematogaster</i> sp.2		-	X	X	-	-
	<i>Crematogaster</i> sp.8		-	X	X	X	-
	<i>Cyphomyrmex transversus</i>		X	X	X	X	X
	<i>Monomorium</i> sp. 1		X	-	-	-	-
	<i>Monomorium</i> sp. 2		-	-	-	-	X
	<i>Monomorium</i> sp. 4		X	-	-	-	-
	<i>Mycetarotes parallelus</i>	(Emery, 1906)	-	X	-	-	X
	<i>Mycocepurus goeldii</i>	(Forel, 1893)	-	-	-	X	X
	<i>Mycocepurus smithii</i>	(Forel, 1893)	-	X	X	X	X
<i>Mycocepurus</i> sp.1		-	X	X	X	X	

	<i>Pheidole diligens</i>	(Santschi, 1923)	X	-	X	X	-
	<i>Pheidole fallax</i> sp.4		X	X	X	X	X
	<i>Pheidole fallax</i> sp.6		-	X	-	X	X
	<i>Pheidole fimbriata</i>	(Roger, 1863)	X	-	-	-	-
	<i>Pheidole flavens</i> sp.1		X	-	X	-	X
	<i>Pheidole flavens</i> sp.2		X	X	X	X	X
	<i>Pheidole flavens</i> sp.4		X	-	-	-	X
	<i>Pheidole gertrudae</i>	(Forel, 1886)	X	X	X	X	X
	<i>Pheidole jeannei</i>	(Wilson, 2003)	-	X	X	X	X
	<i>Pheidole oxyops</i>	(Forel, 1908)	X	X	X	X	X
	<i>Pheidole radoszkowskii</i>	(Mayr, 1884)	X	X	X	X	X
	<i>Pheidole rufipilis</i>	(Forel, 1908)	X	X	-	-	X
	<i>Pheidole subaberrans</i>	(Kusnezov,1952)	X	X	X	X	X
	<i>Pheidole subarnata</i>	(Mayr, 1884)	-	X	X	X	X
	<i>Pheidole tristes</i> sp.3		-	X	X	X	X
	<i>Pheidole tristes</i> sp. 4		X	-	-	-	X
	<i>Pheidole tristes</i> sp.5		X	-	-	-	X
	<i>Pheidole tristes</i> sp.7			X	X	X	X
	<i>Pheidole</i> sp. 1		X	-	-	-	-
	<i>Pheidole</i> sp. 2		X	X	-	-	-
	<i>Pheidole</i> sp. 4		-	X	X	X	X
	<i>Pheidole</i> sp. 8		-	X	X	-	-
	<i>Pheidole</i> sp. 9		-	X	-	-	-
	<i>Pheidole</i> sp. 10		X	X	X	X	X
	<i>Pheidole</i> sp. 11		-	-	X	-	X
	<i>Pheidole</i> sp. 13		-	X	-	-	-
	<i>Pheidole</i> sp. 15		X	-	-	-	-
	<i>Pheidole</i> sp.19		X	-	-	-	-
	<i>Pheidole</i> sp.21		X	-	-	-	-
	<i>Pheidole</i> sp. 22		X	X	X	X	X
	<i>Pheidole</i> sp. 23		-	-	-	-	X
	<i>Pheidole</i> sp. 24		-	X	-	-	-
	<i>Pheidole</i> sp.25		X	-	-	-	-
	<i>Pheidole</i> sp.26		-	X	-	-	-
	<i>Pheidole</i> sp.27		-	X	X	X	X
	<i>Procryptocerus</i> sp. 1		X	-	-	-	-
	<i>Solenopsis invicta</i>	(Buren, 1972)	-	X	X	X	X
	<i>Solenopsis substituta</i>	(Santschi, 1925)	-		X	X	X
	<i>Solenopsis</i> sp. 1		X	X	X	X	-
	<i>Solenopsis</i> sp. 2		X	X	X	X	X
	<i>Solenopsis</i> sp. 3		X	X	X	-	-
	<i>Solenopsis</i> sp. 4		X	-	X	-	X
	<i>Solenopsis</i> sp. 7		X	-	X	X	X
	<i>Solenopsis</i> sp.10		X	X	X	-	-
	<i>Stegomyrmex</i> sp. 1		X	-	-	-	-
	<i>Strumigenys denticulata</i>	(Mayr, 1887)	-	X	X	X	X
	<i>Strumigenys gundlachi</i>	(Roger, 1862)	X	X	X	-	X
	<i>Strumigenys</i> sp. 3		X	-	-	-	-
	<i>Trachymyrmex</i> sp. 1		X	-	-	-	-
Ponerinae	<i>Anochetus diegensis</i>	(Forel, 1912)	-	-	-	-	X
	<i>Ectatoma</i> sp. 2		-	-	-	-	X
	<i>Gnamptogenys moelleri</i>	(Forel, 1912)	X	-	-	X	X

<i>Gnamptogenys</i> sp. 2		X	-	-	-	-
<i>Gnamptogenys</i> sp.3		X	X	X	X	-
<i>Hypoponera</i> sp.1		X	-	-	-	X
<i>Hypoponera</i> sp.2		X	-	X	X	-
<i>Hypoponera</i> sp.5		X	X	X	X	X
<i>Hypoponera</i> sp.6		X	X	-	-	X
<i>Hypoponera</i> sp.7		X	X	X	X	-
<i>Hypoponera</i> sp.8		-	-	X	-	-
<i>Odontomachus chelifer</i>	(Latreille, 1802)	X	-	-	-	-
<i>Odontomachus meinerti</i>	(Forel, 1905)	X	-	-	-	-
<i>Pachycondyla striata</i>	(Smith, 1858)	X	X	-	-	-
<i>Pachycondyla</i> sp.3		X	-	-	-	-
Total		61	53	52	49	50