

Controle da formiga cortadeira (*Atta sexdens rubropilosa*) em agricultura orgânica no bioma Cerrado

Bruno Luiz da Silva ^{(1)*}; Antônio Carlos Machado da Rosa ⁽²⁾

⁽¹⁾ Acadêmico do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina. Rod. Admar Gonzaga, 1346, Bairro Itacorubi, Caixa Postal 476, CEP 88040-900, Florianópolis, SC, Brasil.

* Autor correspondente – bruno.silva1203@gmail.com

⁽²⁾ Professor assistente, Departamento de Zootecnia e Desenvolvimento Rural, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina. Rod. Admar Gonzaga, 1346, Bairro Itacorubi, Caixa Postal 476, CEP 88040-900, Florianópolis, SC, Brasil.

Resumo: O objetivo foi estabelecer o controle de formigas cortadeiras (*Atta sexdens rubropilosa*) na agricultura orgânica, aplicando métodos biológicos. Estes foram: a) a identificação da distribuição espacial dos formigueiros em conformidade com a matriz da paisagem; b) aplicações de bioisca; *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Trichoderma lignorum*; e a junção de bioisca com fungos. O experimento foi conduzido na fazenda Malunga, situada no Plano de Assentamento Distrital - PAD-DF, localizada no distrito do Paranoá-DF, contou com identificações e avaliações dos formigueiros presentes na propriedade. A avaliação foi feita visualmente conforme movimentação das formigas e redução de danos no tomate, couve-manteiga e alface. O uso da identificação da distribuição espacial indicou a concentração de formigueiros de acordo com seus tamanhos e característica de solo. Os resultados mostraram um bom potencial para inativação dos formigueiros, porém não tão expressivos quanto a eliminação do formigueiro, conforme comparação em testes laboratoriais. A bioisca apresentou potencial controlador quando aplicado corretamente, não havendo ataques as culturas durante todo o processo de implantação do experimento. A junção de controle com fungos mais bioisca, apresentou os resultados mais rápidos de inativação.

Palavras-chaves: Saúvas, manejo orgânico, controle biológico.

Abstract: The objective was to establish control of leaf-cutting ants (*Atta sexdens rubropilosa*) in organic agriculture, using organic methods. These were: a) the identification of the spatial distribution of nests in accordance with the matrix of the

landscape; b) bioisca applications; *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Trichoderma lignorum*; and the junction of bioisca with fungi. The experiment was conducted at Malunga farm, located in the District Plan Settlement - PAD-DF, located in Paranoá-DF district, had IDs Reviews ant colonies present on the property. The evaluation was done visually as movement of ants and harm reduction in tomatoes, kale and lettuce. The use of the spatial distribution identification indicated the concentration of anthills according to their sizes and soil characteristics. The results showed a good potential for inactivating the nests, but not as significant as the elimination of the nest, as compared in laboratory tests. The bioisca presented potential driver when applied correctly, with no attacks cultures throughout the experiment of the deployment process. The control junction with more bioisca fungi, presented the results faster inactivation.

Keywords: ants, organic management, biological control.

INTRODUÇÃO

Desde a implantação da revolução verde, vem sendo discutidos assuntos relacionados aos impactos sócio-ambientais negativos, onde há a busca de uma nova forma de desenvolvimento e transição no meio rural, analisando a relação das práticas agrícolas com o agroecossistema. Segundo Gliessman (2000), os meios de transição estão em reduzir o uso e consumo de insumos externos, e que podem trazer prejuízos ao meio ambiente. Havendo uma substituição de práticas convencionais por práticas alternativas, como é o caso da agricultura orgânica.

A agricultura orgânica possui uma multiplicidade de características, podendo ser definida como a forma de estabelecer um sistema agrícola ecologicamente equilibrado, contínuo e com grande produtividade. Para o Ministério da Agricultura (2016), um produto para ser considerado orgânico, o alimento deve estar inserido em um ambiente orgânico, onde os princípios de manejo devem seguir de maneira ecológica.

As formigas cortadeiras, pertencentes da tribo Attini e gênero *Atta*, são nativas do continente americano, conforme figura 1, sendo conhecidas no Brasil como “saúvas” e “quenquéns” ou “xenxéns”. Estas, possuem uma agricultura de simbiose mutualística com fungo, a qual surgiu há mais de 50 milhões de anos, muito antes do homem existir (DELLA LUCIA; SOUZA, 2011). As formigas-cortadeiras se destacam pelo fato de cortarem material vegetal fresco que serve de substrato para o seu fungo simbiote

mutualista, precisando disponibilizar constantemente alimento na colônia. Em sua totalidade, o fungo cultivado pelas Attini, pertencem a dois gêneros – *Leucoagaricus* e *Leucocorinus* – pertencentes à tribo Leucocoprineae, da família Lepiotaceae (Agaricales: Basidiomycota) (DELLA LUCIA; SOUZA, 2011).



Figura 1: Mapa apresentando a distribuição das formigas do gênero *Atta sexdens* no continente americano. Fonte: DISCOVERLIFE, 2016.

O fato das formigas cortarem folhas que servem de substrato para o cultivo de seu fungo, se torna de grande importância econômica, principalmente, pois competem conosco. Sendo assim, descrever sua importância nos leva pensar, em primeiro lugar, aos prejuízos causados na agricultura, agrossilvicultura e pastagens naturais ou cultivadas. As formigas cortadeiras se inserem entre os insetos eussociais, onde, situa-se como o único grupo de animais, assim como o homem, que desenvolveu uma agricultura avançada (DELLA LUCIA & SOUZA, 2011).

As formigas possuem uma organização social considerada como uma das mais complexas quando comparados com outros insetos eussociais. O gênero *Atta* possui um polimorfismo bastante aparente, onde tais características permitem a realização de várias tarefas em cooperação, como por exemplo a manutenção do formigueiro, reprodução das colônias e a integração social de comunicação no forrageamento.

Um formigueiro do gênero *Atta* é constituído na parte superficial do solo por: murumbu (monte de terra solta), olheiro de suspiro (olheiro de ventilação) e olheiro de trabalho (realizar o forrageamento). Já no interior do ninho é constituído por: câmara de limpeza (panela com lixo), câmara de fungo (panela com fungo), câmara vazia (panela vazia) e corredores (galeria de trabalho), conforme figura 2. O formigueiro é reconhecido

pela presença do montante de terra solta na superfície do solo, feito pela escavação das câmaras de fungo simbiote e limpeza.

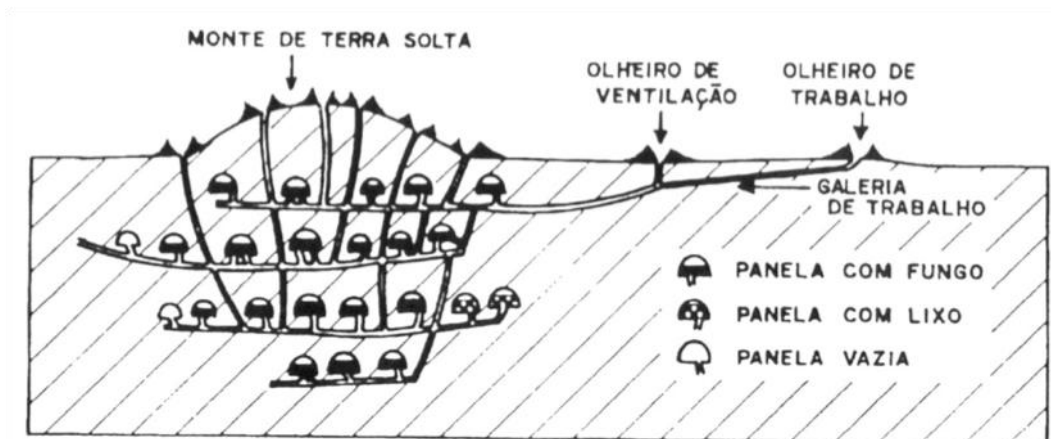


Figura 2. Ilustração da arquitetura de um formigueiro do gênero *Atta*. Fonte: DELLA LUCIA, 1993.

O tamanho de formigueiro é o resultado de seu tempo de existência. Um formigueiro de *Atta sexdens rubropilosa* em sua fase adulta pode ter uma profundidade de até 5 metros abaixo do nível da superfície do solo (DELLA LUCIA, 2011). Considerando que o número total da população do formigueiro é proporcional ao seu tamanho, não é fácil relacionar dados de aplicações de controle de biológico sem saber o seu tamanho real.

Essa auto-organização, pode ocorrer tanto em caráter de complexidade individual, conforme a necessidade da colônia de formigas, quanto em interações de comportamento coletivo, estando altamente estruturado. Um exemplo disso é o forrageamento, onde se pode ver a complexidade individual pelo polimorfismo físico, e a interação entre os indivíduos formando as trilhas físicas no ambiente para circulação, garantindo o monopólio do recurso alimentar (SOUZA et. al., 2011).

A implantação de monocultivo em áreas agrícolas tem proporcionado o aumento na densidade populacional de espécies pragas, dentre elas a formiga. Isso se deve a redução da diversidade ecológica no ambiente. Uma vez que, a técnica de preservação, está inserida na manutenção de faixas de vegetação nativa, rotação de culturas e consórcio de culturas, pois tendem a aumentar a diversidade de inimigos naturais presente na área. Segundo Bianchi et. al. (2006), as populações de inimigos naturais são maiores e de pragas menores em paisagens complexas, já em paisagens simples esse dado se inverte, podendo resultar em danos na cultura.

De acordo com Mariconi (1970), as rainhas tendem a procurar locais livres, sem presença de vegetação para a formação de ninhos. Não muito diferente, a agricultura orgânica em alguns casos (ainda mais a convencional), tende a facilitar o estabelecimento dessas espécies de saúvas, devido a constante remoção e exposição do solo com máquinas de arado. Porém são fatos que devem ser repensados com objetivo de solução, para readequar a agricultura novamente num equilíbrio ecológico.

Para tanto, algumas alternativas e métodos de controle devem ser utilizadas, como o respeito à natureza, diversificação de culturas e entender o solo como um organismo vivo, todos esses princípios são chave para a obtenção de sustentabilidade e equilíbrio biológico no sistema.

O solo é um ambiente muito rico em microrganismo, exercendo grandes influências a diversidade biológica (INGHAM et al., 2000). Considerando que as fêmeas fundadoras de formigas-cortadeiras podem facilmente se contaminar com patógenos durante a fundação do novo formigueiro no solo, seria possível a existência de fungos entomopatogênicos especializados em infectar essa nova colônia.

O controle biológico com fungo entomopatogênico deve ser implantado como fator de correção do desequilíbrio ecológico. Como é o caso de espécies dos gêneros de fungos ascomicetos *Metarhizium*, *Beauveria* e *Trichoderma*. Onde se tem relatos desses gêneros infectando insetos sociais, porém deve ser melhor estudado, pois não se tem dados tão significativos para as formigas cortadeiras (SCHMID-HEMPEL, 1998).

O controle com isca granulada (bioisca) é uma tecnologia produzida a partir de extratos naturais oferecida as formigas, com capacidade de infectar o fungo simbiote de sua alimentação sem nenhum dano ecológico. A premissa é de que em poucos dias os canteiros das culturas sejam abandonados.

São iscas bastante atrativas e utilizadas na agricultura orgânica, sendo distribuídas nas trilhas, próximas a entrada dos olheiros, sendo carregadas pelas formigas para seu fungo simbiote, dentro do ninho. Assim que os fungos simbiontes ingerem esses compostos, reduzem sua capacidade de proliferação e multiplicação, deixando as formigas sem quantidade desejada de alimentação.

Dentre deste contexto, o objetivo geral desse trabalho foi estabelecer o controle de formigas cortadeiras (*Atta sexdens rubropilosa*) na agricultura orgânica, aplicando métodos biológicos. Os específicos foram: a) a identificação da distribuição espacial dos

formigueiros em conformidade com a matriz da paisagem; b) avaliar os resultados de aplicações de bioisca; *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Trichoderma lignorum*; e a junção de bioisca com fungos entomopatogênicos. Identificando os custos das tecnologias.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Malunga que está situada no Plano de Assentamento do Distrito Federal – PAD-DF, no distrito regional de Paranoá, a 70 km do Plano Piloto, Brasília, na divisa entre os estados de Goiás e Minas Gerais, a 890 metros acima do nível do mar, sendo o bioma da região o Cerrado. A propriedade possui 158 hectares de terra certificada para produção orgânica, de onde 65 hectares atualmente estão em uso agrícola e pecuária.

O trabalho consistiu na observação dos danos causados no tomate, couve-manteiga e alface, submetido a diferentes tratamentos (bioisca; fungos entomopatogênicos; e junção de bioisca e fungos entomopatogênicos). Foi realizado a montagem de um banco de dados dos formigueiros presentes em todos os setores em produção agrícola, analisando sobretudo a matriz da paisagem (vegetação com maior área) e posterior aplicados os testes mencionados a seguir.

No que diz respeito ao banco de dados dos formigueiros, foram identificados e plotados num mapa os formigueiros presentes nos setores da fazenda a campo, sendo organizado da seguinte forma: 1) número do setor e sub setor; 2) o lote dos canteiros; 3) dividido o lote em seis quadrantes, para facilitar a procura; 4) nível de dano causado na cultura (1- fraco; 2- moderado e 3- alto); 5) tamanho do formigueiro (P- pequeno – 1 à 10 m²; M- médio – 11 à 25 m²; G- grande – maior que 26 m²) e 6) vegetação, conforme exemplo anexo 1. Na matriz da paisagem, foi anotado a vegetação ao redor com maior frequência nos lotes dos setores, avaliando o nível de dano causado pelos formigueiros.

Quanto ao controle imediato de formigas cortadeiras, inicialmente, foram feitas avaliações diárias nos setores da fazenda, sendo feito um mapeamento do número de formigueiros, quantidade de olheiros presente, e nível de agressividade perante as culturas. A partir disso, foram utilizadas três formas de controles em diferentes setores da fazenda, para redução de ataques das formigas. São eles: Isca granulada (Bioisca); três tipos de fungos entomopatogênicos (*Beauveria bassiana*; *Metarhizium anisopliae* e

Trichoderma lignorum); e a junção de bioisca + três tipos de fungos entomopatogênicos (*Beauveria bassiana*; *Metarhizium anisopliae* e *Trichoderma lignorum*).

Um dos métodos de controle é a Bioisca, única isca granulada registrada no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, para a agricultura orgânica, número registro 4712, Instrução normativa conjunta sda/sdc n° 3, de 11 de maio de 2012, Ministério da Agricultura (2016). Essa isca, possui formato de pellets sendo composta por: *Tephrosia candida* (33,5% m/m), oriunda da parte aérea; Teor do princípio ativo, Flavonas saponínicas do tipo ratenóide (0,45% m/m); Extrato oleoso (1% m/m) retido 30% das folhas de *Psychotria marcgravii*; e outros ingredientes (66,05% m/m).

No tratamento 1, as bioiscas foram colocadas dentro de garrafas pets e distribuídas ao longo dos olheiros no campo, sendo registrado a quantidade de olheiros e de qual formigueiro provêm. Foi realizado uma avaliação quanto ao consumo diário da bioisca, foram anotados e retratados em forma de tabela a quantidade aplicada, consumida e de sobra, anexo 2. Dessa forma foi possível avaliar a atividade de movimentação do formigueiro com o passar dos dias, sendo possível fazer uma avaliação minuciosa quanto ao consumo de isca, redução do número de formigas do formigueiro e a redução do nível de dano nas culturas. Além do que, para poder visualizar a formação do trilho, que no tempo nos mostraria se o trilho estava ativo ou não.

No tratamento 2, foram reunidos e misturados em água três tipos de fungos entomopatogênicos, são eles: *Beauveria bassiana*; *Metarhizium anisopliae* e *Trichoderma lignorum*. São preparos fúngicos, com permissão específica da certificadora, conforme Instrução normativa n° 64, de 18 de dezembro de 2008, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2016). Foi feito um coquetel diluído em água. A proporção foi de 3 gramas/Litro para *Beauveria bassiana*; 3 gramas/Litro para *Metarhizium anisopliae* e 0,5 gramas/Litro para *Trichoderma lignorum*. A concentração destes fungos é medido pelo número de conídios viáveis e deve ser no mínimo 1×10^8 Unidade Formadora de Colônia (UFC) por grama .

Antes do tratamento os formigueiros foram localizados, limpos (remoção de sujeiras ao redor da superfície) e medidos. Sendo aplicado em cada olheiro de suspiro, olheiro de trabalho e murumbu, 10 litros desse coquetel contendo (*Beauveria bassiana*; *Metarhizium anisopliae* e *Trichoderma lignorum*). Os dois primeiros fungos ascomicetos citados, levam seus hospedeiros a morte ao se reproduzirem. Já o *Trichoderma lignorum*, infecta a jardim de fungo simbiote do hospedeiro, no qual se sobressai na sua

multiplicação. A aplicação teve uma variação de um intervalo de tempo, entre 7 a 14 dias, dependendo do critério de movimentação das formigas observado a campo, sendo anotado o formigueiro, quantidade de olheiros e a dosagem de fungos aplicada nos olheiros, anexo 3.

No tratamento 3, foram localizados os formigueiros e aplicados inicialmente os três tipos de fungos entomopatogênicos: *Beauveria bassiana*; *Metarhizium anisopliae* e *Trichoderma lignorum*. Para a aplicação dos fungos, foi feito um coquetel diluído em água na proporção de 3 gramas/Litro para *Beauveria bassiana*; 3 gramas/Litro para *Metarhizium anisopliae* e 0,5 gramas/Litro para *Trichoderma lignorum*. A concentração destes fungos é medido pelo número de conídios viáveis e deve ser no mínimo 1×10^8 UFC por grama. Ao mesmo tempo foram colocadas as garrafas pets com a bioisca, nos olheiros. A intenção foi reduzir a população de formigas com a aplicação dos fungos na panela de limpeza, e nos olheiros fornece uma forma vegetativa trazendo problemas para o fungo simbionte. Foram anotadas todas as aplicações realizados com fungos entomopatogênicos, e a quantidade de bioisca transportada, recolocada e o que sobrava diariamente, anexo 4.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação a plotagem dos formigueiros presentes nos setores em produção a campo da fazenda, foram registrados 130 formigueiros em 40 hectares, possuindo formigueiros dos tamanhos: 39 pequenos (1 à 10 m²); 51 médios (11 à 25 m²) e 40 grandes (maior que 26 m²), figuras 3A, 3B, 3C. Dentre eles pode ser feito a análise de que quanto maior o formigueiro, maior é seu dano econômico nas culturas presentes no campo, já os formigueiros considerados médio e pequeno não se tem essa percepção de comparação tão aparente, possuindo um forrageamento mediano perante as culturas. Porém, o cuidado com controles deve iniciar nessa fase, não deixando o formigueiro ganhar tamanho de forma rápida.

Mapeamento dos formigueiros presentes a campo, fazenda Malunga (2016)

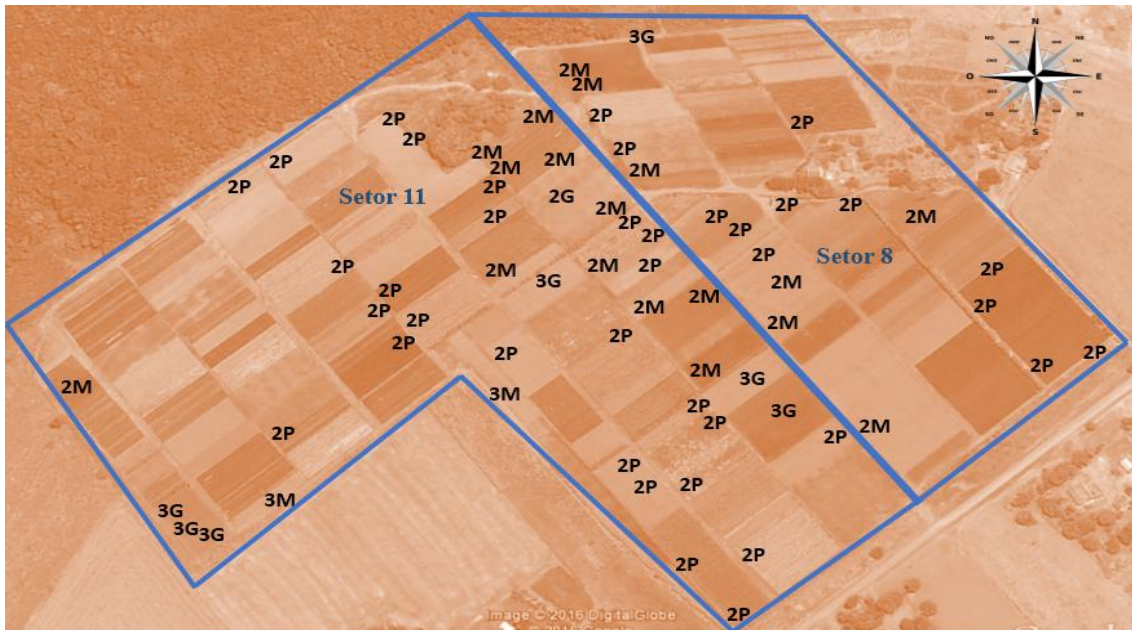


Figura 3A. Plotagem dos formigueiros nos setores 8 e 11 da fazenda Malunga, analisando o nível de dano do formigueiro (1- pequeno; 2- moderado; 3- alto) e tamanho do formigueiro (P- pequeno; M- médio; G- grande) presentes nos lotes.

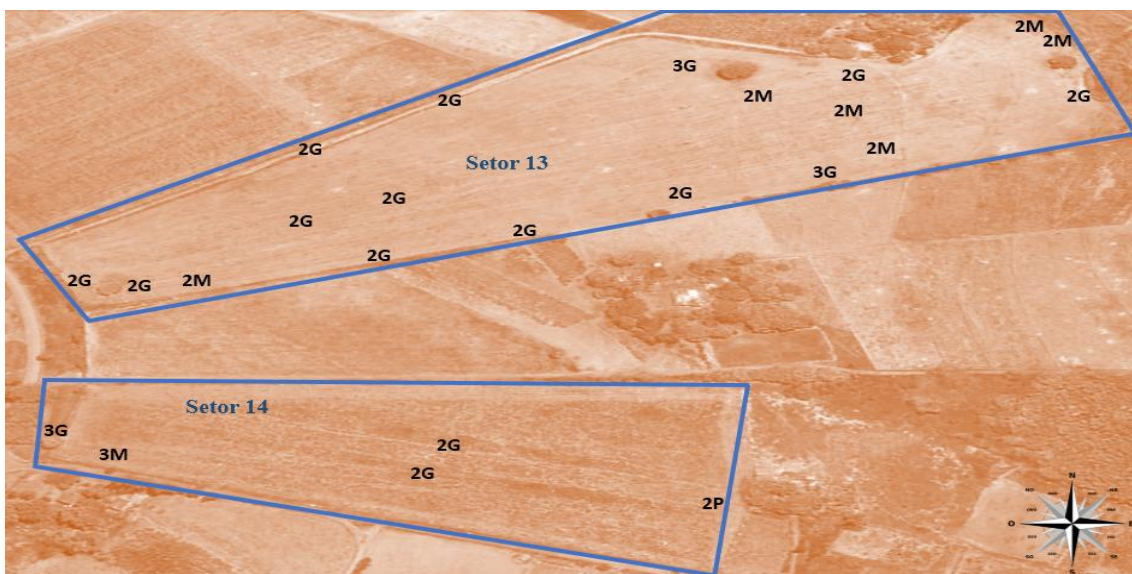


Figura 3B. Plotagem dos formigueiros nos setores 13 e 14 da fazenda Malunga, analisando o nível de dano do formigueiro (1- pequeno; 2- moderado; 3- alto) e tamanho do formigueiro (P- pequeno; M- médio; G- grande) presentes nos lotes.

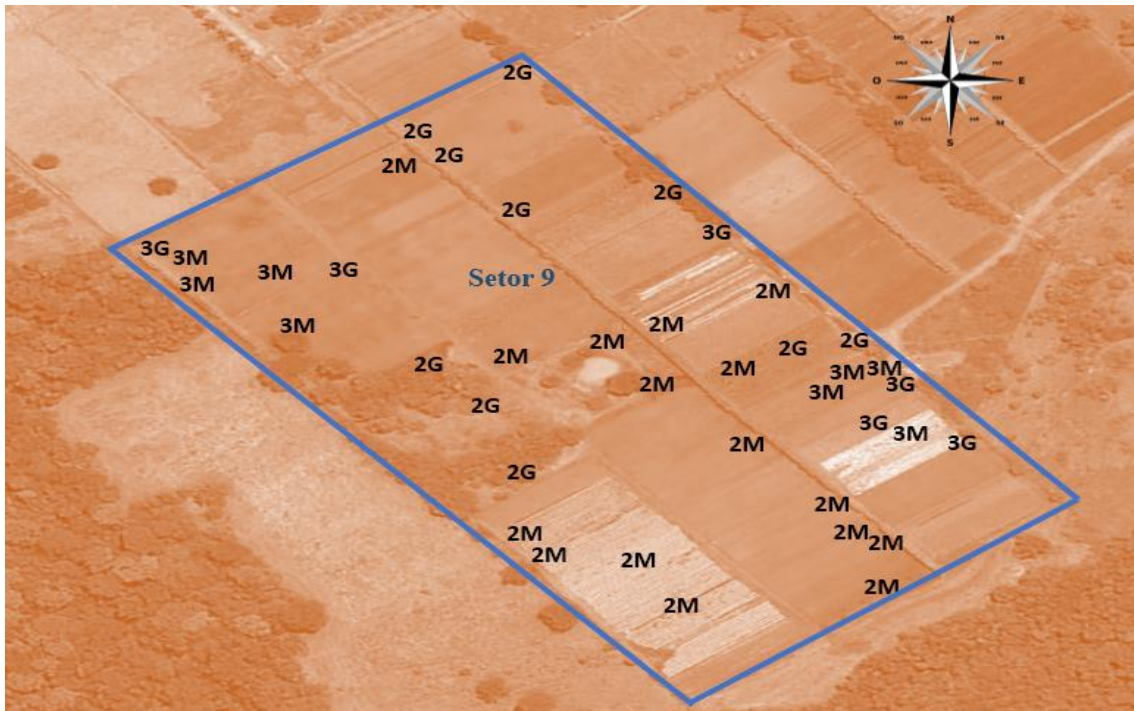


Figura 3C. Plotagem dos formigueiros no setor 9 da fazenda Malunga, analisando o nível de dano do formigueiro (1- pequeno; 2- moderado; 3- alto) e tamanho do formigueiro (P- pequeno; M- médio; G- grande) presentes nos lotes.

Segundos dados fornecidos pela fazenda, através de amostras de solo, nos setores 8, 11 e 14 o tipo de solo é latossolo vermelho amarelo com 3% de matéria orgânica, o setor 13 é gleissolo com 4,5% de matéria orgânica, já o setor 9 temos um argissolo com 5,3% de matéria orgânica. Além do que, todos esses setores apresentaram grande presença de formigueiros.

Nos setores 9 e 13 apresentaram uma maior quantidade de matéria orgânica, justamente os setores com maior presença de formigueiros de tamanho grande, indicando que as formigas ao longo do tempo auxiliam nas propriedades a decomposição da matéria orgânica. Já os setores 8, 11 e 14, apresentam menor quantidade de matéria orgânica, com uma menor presença de formigueiros de grande tamanho. Segundo Conde et. al. (2014), a matéria orgânica tem valores maiores na presença de atividades do formigueiro, onde as formigas juntamente com outros microorganismos decompõem esse material, sendo transformado em húmus, deixando o solo com uma dinâmica e estrutura físico-química melhor.

Os setores 13 e 9 se caracterizam pela presença de um número maior de formigueiros grandes, estando relacionado pelo pouco rodízio de culturas a campo, sendo cultivado constantemente alface e couve-manteiga. O fornecimento de material vegetal sem diversidade favorece as formigas no contínuo forrageamento, aumentando os

formigueiros de tamanho e auxiliando no aumento de teores de matéria orgânica. Segundo Conde et. al. (2014), além desse aspecto, o solo ganha em fertilidade, garantindo a boa qualidade de solo, aumentando a presença de nutrientes, sendo favorável ao desenvolvimento das plantas. Porém, o aspecto negativo é que o grande número de formigueiro acarreta em dano para as culturas.

Quanto mais o solo é removido e exposto sem ficar vegetação diversificada, mais fácil fica o desenvolvimento de novos formigueiros, devido a menor resistência do solo. Os ninhos são encontrados em solos mais macios, com pouca estrutura e baixa resistência (VAN GILS, 2010), portanto, a cobertura vegetal é relacionada ao desenvolvimento de *Atta sexdens rubropilosa*. Segundo Bass, 1997 citado por van Gils et. al., 2010, terrenos agrícolas com vegetação baixa e sem diversidade, implica numa redução de forrageamento adequado que tornaria prejudicial ao formigueiro.

Os resultados no controle de formigas com o tratamento 1, mostrou bom desempenho como controlador, com variações de dias e também de transporte de bioisca para cada formigueiro, gráfico 1. Isto está relacionado com o tamanho do formigueiro, uma vez que a disposição de câmaras de fungo simbiote é maior em formigueiros grandes, necessitando de maior quantidade de material vegetal fresco. Vale lembrar que durante todo o período de tratamento não se teve ataque as culturas a campo.

Contudo, as observações quanto ao controle começam a ficar evidentes alguns dias antes de ele ficar inativo, como no caso: 1) as formigas diminuem o transporte de bioisca; 2) poucas formigas movimentando-se em volta do ninho; 3) movimentação de forma isolada e desorganizada; 4) sem presença de trilhos; 5) sem ataque as culturas presentes no campo e 6) apresentavam uma coloração amarelo pardo. Esse último item acredita-se que a coloração é característica de que o formigueiro esta ‘morrendo’ lentamente, ou seja, perdendo a atividade pela falta de alimento, o efeito natural da bioisca tinha afetado o fungo simbiote do formigueiro.

Em *A. sexdens rubropilosa*, a formação de trilha só fica evidente se a disposição de recurso alimentar for concentrada, quando o alimento está disperso, as trilhas não são formadas. Entretanto, a quantidade de alimento transportada não varia para ambos os casos (SOUSA-SOUTO et. al., 2008).

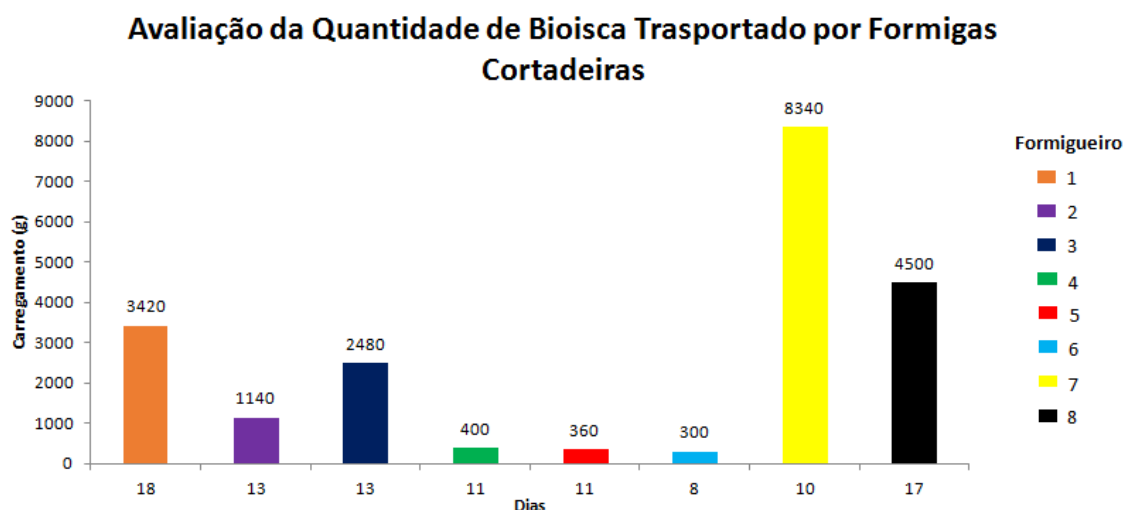


Gráfico 1. Avaliação de transporte de Bioisca por formigueiro e o tempo de controle de inativação das formigas cortadeiras nos olheiros.

Os formigueiros controlados após os dias de paralisação de transporte de bioisca, foram monitorados semanalmente para confirmação de tal feito. Três dos formigueiros avaliados, foram realizadas análises de movimentação oito semanas após ficarem inativos (formigueiro 4,5 e 6), os demais não foi possível observar devido ao pouco tempo restante. Curiosamente, estes foram os formigueiros com menor transporte de bioisca permitindo assim dizer que quanto menor a concentração de bioisca para dentro do formigueiro, a sua efetividade diminui. Os formigueiros de cortadeiras podem ficar inativos num período de até quatro meses, portanto esse período que é chamado de ‘amoagem’, diz respeito que o formigueiro fica paralisado, não havendo forrageamento, pois o número de formigas operárias diminuem, necessitando que o formigueiro reconstrua sua população novamente e desinfeste seu fungo simbiote.

Os resultados no controle de formigas cortadeiras no tratamento com fungos entomopatogênicos, tratamento 2, tiveram efeitos de paralisação do formigueiro, com variações de dias e dosagem de coquetel aplicado em cada formigueiro, gráfico 2, essa variação também se relaciona ao tamanho do formigueiro. Foram observados a movimentação semanalmente quanto ao forrageamento, até pararem definitivamente.

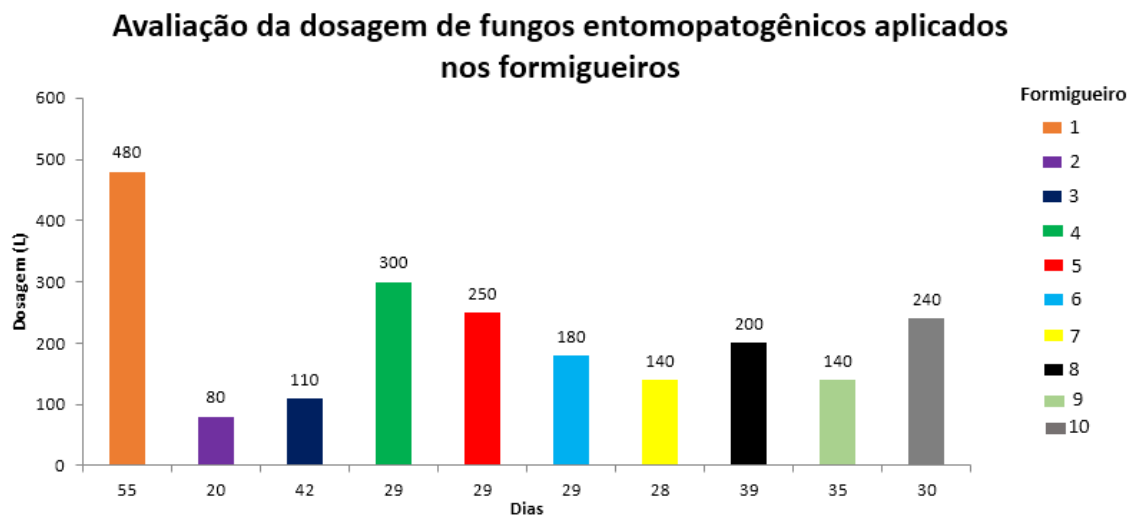


Gráfico 2. Avaliação da quantidade de dosagem aplicado com o coquetel dos fungos entomopatogênicos (*Beauveria bassiana*; *Metarhizium anisopliae* e *Trichoderma lignorum*) até o controle, em dias, do formigueiro.

A quantidade de dias para realizar o controle teve uma variação de dias maior quando comparado com o tratamento de bioisca, tendo chegado até quatro vezes mais. Os formigueiros controlados com fungo tiveram no mínimo três semanas para iniciar uma paralização, o que nos remete dizer que se torna um processo de controle mais lento e demorado. Dos formigueiros avaliados, apenas um foi analisado movimentação após sete semanas de inatividade (formigueiro 2), cujo valores de dosagem e dias foram menores. O restante dos formigueiros não foi possível observar até o fechamento do tempo de experimento, porém não se pode afirmar quanto a morte total dos formigueiros uma vez que eles têm a capacidade de ficar inativos por determinado tempo, como já mencionado.

Um fator levado em conta é que, se obteve um maior número de formigueiros por mais tempo inativos, porém devemos analisar que o processo para realizar o controle é mais demorado, necessitando mais de três semanas para deixar o formigueiro inativo, não deve-se esquecer que durante esse tempo as formigas ainda continuaram fazendo o ato de forrageamento, porém com menor intensidade, devido ao processo de redução do número de formigas causados pelos fungos controladores biológicos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*.

Pouco se sabe sobre a ação desses fungos como controlador biológico a campo, vários estudos e pesquisas são elaboradas em laboratórios, o que não assegura um resultado confiante para as condições a campo. Um dos trabalhos de Cardoso (2010) em laboratório, avaliou esses efeitos de virulência somente com *Beauveria bassiana*, onde o controlador conseguiu eliminar o formigueiro.

A organização social das formigas cortadeiras pode ser um fator negativo ao controle biológico, pois a medida que as formigas começam a impor um comportamento de higiene, acaba apresentando um sistema de defesa da colônia, reconhecendo e gravando o material danoso, a reação delas é de remoção desse material contaminante, incluindo as formigas doentes e mortas (CARDOSO, 2010). Além disso, as formigas produzem exsudatos, substâncias antibióticas que protegem o fungo simbiote, no qual todo material vegetal trazido pelas operárias é avaliado para não contaminar o fungo.

Porém, se sabe que o fungo simbiote é produzido em forma de monocultura (PANIZZI et. al., 1991), no qual contribui para a baixa variabilidade genética dele. Não é de espantar que, à semelhança das monoculturas praticadas pelo homem, os jardins de fungos das formigas cortadeiras estejam sujeitas à ação de vários competidores.

No tratamento 3, obteve resultados muito bons, inativando o formigueiro em menor espaço de dias, onde a paralisação do formigueiro quanto ao forrageamento foi eficaz, sendo que os resultados foram bem mais rápidos quando comparados com os tratamentos anteriores.

Esse tratamento por ter começado duas semanas antes do plantio de couve-manteiga, não trouxe nenhum dano a cultura, pois no setor de plantio os formigueiros já haviam sido inativados. O consumo de bioisca foi menor que a média de transporte de demais formigueiros do tratamento 2, usado somente a bioisca como controlador, gráfico 3. Isto se deve pois os fungos aplicados simultaneamente, auxiliaram na contaminação e redução populacional das formigas. Assim também, se correlaciona o fato da aplicação de fungos entomopatogênicos ter sido menor, gráfico 4, com apenas duas aplicações, pois a bioisca auxiliou na contaminação do fungo simbiote do formigueiro.

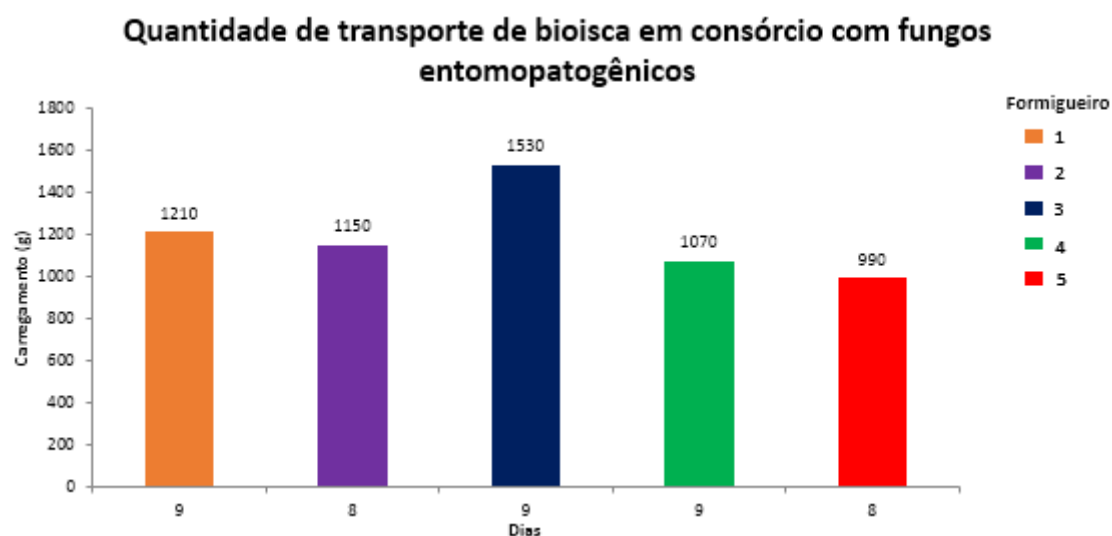


Gráfico 3. Consumo de bioisca por *Atta sexdens rubropilosa* em consórcio com fungos entomopatogênicos, avaliando a quantidade de transporte de bioisca por dia para inativação do formigueiro.

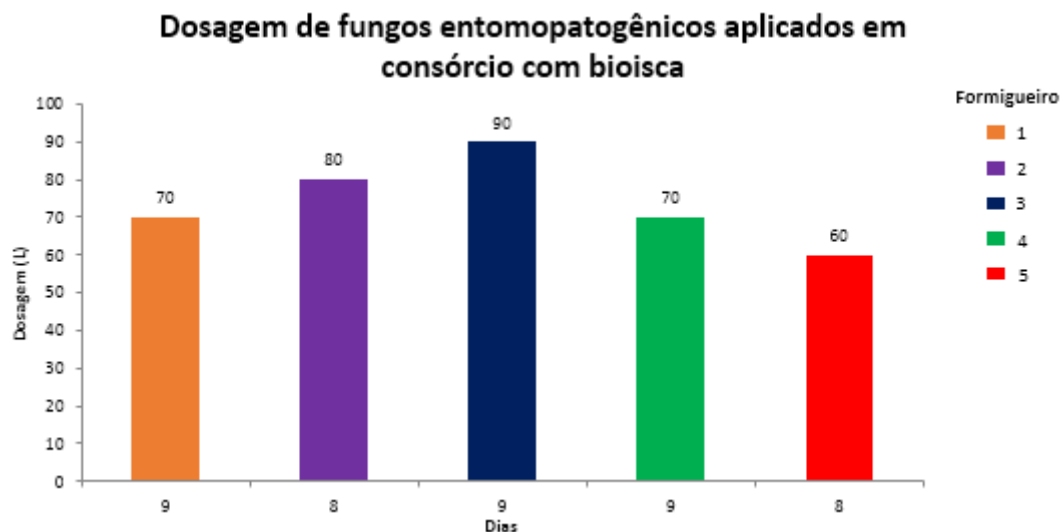


Gráfico 4. Avaliação da quantidade de dosagem aplicado com o coquetel dos fungos entomopatogênicos (*Beauveria bassiana*; *Metarhizium anisopliae* e *Trichoderma lignorum*) em consórcio com bioisca até o controle, em dias, do formigueiro.

Um fator que devemos levar em conta é a questão custo. Entre os tratamentos com bioisca, fungos e os dois simultaneamente. O custo por quilo de bioisca foi de R\$ 23,50, a aplicação de fungos por cada olheiro custou R\$ 14,21, já os tratamentos com os dois controladores juntos, custaram R\$ 37,71, contando o preço por quilo de bioisca e a dosagem de 10 litros por olheiro (tabela 1). Se comparado com custo médio de cada tratamento temos os seguintes valores:

Tabela 1. Custo de aplicação de cada controlador no combate de *Atta sexdens rubropilosa*, com o custo médio para controlar um formigueiro para cada tecnologia. Brasília, 2016.

Custo médio dos controladores por formigueiro		
Tratamento	Custo (kg e/ou 10L)	Custo médio
Bioisca (Kg)	R\$ 23,50	R\$ 61,53
Fungos (10L)	R\$ 14,21	R\$ 301,25
Bioisca (Kg) + Fungos (10L)	R\$ 37,71	R\$ 132,69

Fonte: O autor.

Por meio desses valores fica perceptível que o controle com bioisca se torna mais viável pelo custo e eficácia, pois a diferença de valores é muito ampla entre os tratamentos, sendo que no campo todos os controles apresentaram eficiência de inativar o formigueiro por determinado tempo. Embora as outras tecnologias de tratamentos

tenham sido efetivas, a discrepância nos valores de custo para controlar um formigueiro é muito grande. O critério de escolha fica por conta da disponibilidade das tecnologias no mercado da região.

CONCLUSÃO

A utilização de controle biológico com as Bioisca e os fungos *Beauveria bassiana*; *Metarhizium anisopliae* e *Trichoderma lignorum*, não objetiva o extermínio do formigueiro, mas sim na redução populacional e inativação das formigas por determinado tempo, podendo ser reduzidos danos econômicos e ambientais.

A bioisca obteve um controle eficiente, apresentando ser uma tecnologia de controle rápido e com menor custo de implantação.

Até o presente momento não se tem muitas formas de combate emergencial a fim de acabar com os formigueiros na agricultura orgânica, o controle biológico apenas auxilia na manutenção das condições ambientais, porém acarreta em um custo que poderia ser evitado.

As influências de habitat, culminam num determinado tipo de fauna presente no ambiente em determinado período do tempo. Portanto possui uma influência direta no controle biológico de formigas cortadeiras.

Há a necessidade abrangente de ampliação de estudos sobre forma de controle e disseminação de formigueiros no manejo orgânico, elaborando metodologias mais adequadas e regionalizadas, pois o clima e biota interferem nas condições a campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIANCHI, F. J. J. A.; BOOIJ, C. J. H.; TSCHARNTKE, T. **Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control**. Proc. The Royal Society. p. 1715-1727. April, 2006.

CARDOSO, S. R. S. **Morfogênese de ninhos iniciais de *Atta* spp. (Hymenoptera: Formicidae), mortalidade em condições naturais e avaliação da ação de fungos entomopatogênicos**. 149 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” (Campus de Botucatu), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2010.

CONDE, T. T.; PULCINELLI, R. A.; SANTOS, A. C. S.; OLIVEIRA, K. S.; LIMA, M. M.; BAY, M. **Análise do solo com atividade de formigueiros do instituto federal de rondônia câmpus Ariquemes**. Congresso brasileiro de química, Natal – Rio Grande do Norte, 2014.

DELLA LUCIA, T. M. C.(Ed.). **As formigas-cortadeiras**. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 1993.

DELLA LUCIA, T. M. C.; SOUZA, D. J. **Importância e história de vida das formigas-cortadeiras**. Formigas cortadeiras: da bioecologia ao manejo. Terezinha M.C. Della Lucia editora – Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011. p. 13-26.

DISCOVER LIFE. *Atta sexdens*, 2016. In: <http://www.discoverlife.org/20/q>. Acesso em 28/06/2016.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Editora da Universidade – UFRGS, 2000.

INGHAM, E. R.; MOLDENKE, A. R.; EDWARDS, C. A. **Soil Biology Primer**. In: http://www.soils.usda.gov/sqi/concepts/soil_biology/biology.html Acesso em: 30/03/2016.

MARICONI, F. A. M. **As saúvas**. São Paulo Agronômica Ceres, 1970. 367 p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **O que é um alimento orgânico?** Brasil, 2016. In: <http://www.agricultura.gov.br/portal/page/portal/Internet-MAPA/pagina-inicial/desenvolvimento-sustentavel/organicos/o-que-e-agricultura-organica/perguntas-e-respostas> Acesso em: 24/05/2016.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Produtos Fitossanitários com uso Aprovado para a Agricultura Orgânica Registrados**. Brasil, 2016. In: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Organicos/Produtos%20Fitossanit%C3%A1rios/registro/Rela%C3%A7%C3%A3o%20de%20Produtos%20registrados.pdf. Acesso em: 28/06/2016.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa nº 64, de 18 de dezembro de 2008**. Junho, 2016. In: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Producao-Integrada-Pecuaria/IN%2064%20de%202008.pdf. Acesso em: 28/06/2016.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. p. 131-223

SCHMID-HEMPEL, P. **Parasites in social insects – Monographs in behavior and ecology**. New York: Princeton University Press, 1998, 409 p.

SOUSA-SOUTO, L.; SCHOEREDER, J. H.; SCHAEFER, C. E.; SILVA, G. R.; WASHINGTON, L. **Ant nest and soil nutriente availability: the negative impact of fire**. Journal of Tropical Ecology, Cambridge, v. 24, n. 1, p.639, 2008.

SOUZA, D. J.; SANTOS, J. F.; DELLA LUCIA, T. M. C. **Organização social das formigas-cortadeiras**. Formigas-cortadeiras: da Bioecologia ao manejo. Ed. UFV, 421p. Viçosa, MG, 2011.

VAN GILS, H. A. J. A.; GAIGL, A. GOMEZ, L. E. **The relationship between soil variables and leafcutter ant (*Atta sexdens*) nest distribution in the Colombian Amazon**. International Union for the Study of Social Insects (IUSI), july, 2010.

Anexos:

Anexo 1. Exemplo

Setor	Lote	Quadrante	Nível de dano	Tamanho formigueiro	Vegetação presente
11A	L00	Q1	Moderado	Médio	Couve-manteiga
11A	L01	Q3	Moderado	Médio	Couve-manteiga
11A	L02	Q3	Moderado	Pequeno	Couve-manteiga
11A	L04	Q2	Moderado	Pequeno	Couve-manteiga
11A	L05	Q4-5	Moderado	Grande	Couve-manteiga
11A	L07	Q2	Moderado	Pequeno	Couve-manteiga
11A	L09	Q1	Moderado	Pequeno	Couve-manteiga
11A	L10	Q3-4	Moderado	Pequeno	Couve-manteiga
11A	L11	Q4	Moderado	Pequeno	Couve-manteiga
11A	L12	Q2	Moderado	Pequeno	Couve-manteiga
11A	L13	Q3-4	Moderado	Médio	Couve-manteiga
11A	L14	Q3-4	Moderado	Médio	Couve-manteiga
11A	L18	Q6	Moderado	Médio	Couve-manteiga

Anexo 2. Avaliação do transporte de Bioisca com o passar dos dias, o quanto sobrou dos dias anteriores e a reposição adequada de Bioisca como controlador de *Atta sexdens rubropilosa*. Brasília, 2016.

Planilha de Avaliação de Bioisca			
Formigueiro		Lote	
Dose (g)		Data de Aplicação	
Olheiros aplicados		Espécie	
Avaliação (data)	Carregamento (g)	Sobra (g)	Reposição (g)

Fonte: O autor.

Anexo 3. Avaliação de aplicação dos fungos entomopatogênicos, referente a dosagem aplicada em cada formigueiro dos três fungos: *Beauveria bassiana*; *Metarhizium anisopliae* e *Trichoderma lignorum*. Sendo avaliado a quantidade e necessidades de dias aplicados o coquetel de fungos para que controle o formigueiro. Brasília, 2016.

Planilha de Avaliação de Fungos Entomopatogênicos	
Formigueiro	Data de Inicial
Dose (L)	Espécie
Olheiros aplicados	Agente Biológico
Aplicação (data)	Dosagem (L)

Fonte: O autor.

Anexo 4. Avaliação de aplicação dos fungos entomopatogênicos (*Beauveria bassiana*; *Metarhizium anisopliae* e *Trichoderma lignorum*) e Bioisca em cada formigueiro. Sendo avaliado a quantidade e necessidades de dias aplicados do coquetel de fungos e transporte de bioisca para que controle o formigueiro. Brasília, 2016.

Planilha de avaliação de Bioisca e fungos			
Formigueiro		Lote	
Dose (g)		Data de Aplicação	
Olheiros aplicados		Espécie	
Avaliação (data)	Carregamento (g)	Sobra (g)	Reposição (g)
Dose (L)	Data inicial	Observações	
Panelas aplicadas	Agente Biológico		
Aplicação (data)	Dosagem (L)		

Fonte: O autor.

