

ALESSANDRO ALVES LARA

FORMIGAS CORTADEIRAS E MÉTODOS DE CONTROLE

**BOM SUCESSO
2021**

ALESSANDRO ALVES LARA

FORMIGAS CORTADEIRAS E MÉTODOS DE CONTROLE

Trabalho de Conclusão apresentado ao Campus Avançado Bom Sucesso, do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, como parte das exigências do curso de Graduação de Tecnologia em Gestão Ambiental para a obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: Dr. José A. Junqueira Júnior

BOM SUCESSO
2021

Dados internacionais de catalogação na publicação (CIP)
Bibliotecária responsável Maria de Lourdes Cardoso CRB-6/3242

L318f Lara, Alessandro Alves, 1983 -

Formigas cortadeiras e métodos de controle / Alessandro Alves Lara. --
2021.

25 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: José Alves Junqueira Júnior

Monografia (Graduação) - Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais,
Campus Avançado Bom Sucesso, Curso de Gestão Ambiental, Bom Sucesso-MG,
2021.

1. Formiga-cortadeira. 2. Barbatimão. 3. Agave (Planta). I. Junqueira Júnior,
José Alves. II. Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Campus Avançado
Bom Sucesso. III. Título.

CDD: 595.796



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUDESTE DE MINAS GERAIS

ATA DE APROVAÇÃO DE CURSO Nº 17 / 2021 - BSCNA (11.01.10.01.01.02)

Nº do Protocolo: 23223.003224/2021-97

Juiz de Fora-MG, 10 de Setembro de 2021

TERMO DE APROVAÇÃO

Alessandro Alves Lara

Fornigas Cortadeiras e Métodos de Controle

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado e aprovado como requisito parcial para a obtenção do grau de Tecnólogo em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - Campus Avançado Bom Sucesso.

Bom Sucesso, 10 de setembro de 2021.

(Assinado digitalmente em 14/09/2021 11:35)

DENISSON NEVES MONTEIRO
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
Matrícula: 1857310

(Assinado digitalmente em 10/09/2021 11:20)

JOSE ALVES JUNQUEIRA JUNIOR
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
Matrícula: 1550608

(Assinado digitalmente em 10/09/2021 12:45)

OSWALDO GUIMARAES FILHO
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
Matrícula: 1095841

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sig.ifsudestemg.edu.br/documentos/> informando seu número: **17**, ano: **2021**, tipo: **ATA DE APROVAÇÃO DE CURSO**, data de emissão: **10/09/2021** e o código de verificação: **1ec6932120**

AGRADECIMENTOS

Ao senhor Deus por caminhararmos juntos nessa trajetória de cursar gestão ambiental no IFSUDESTE BOM SUCESSO, onde aprimorei meus conhecimentos junto com meus colegas de classe.

Aos professores pela dedicação e compromisso. Também minha família que me incentivou, principalmente, minha mãe Maria de Lourdes Alves Lara a vencer mais esta etapa da minha vida. OBRIGADO!

RESUMO

As colônias das formigas cortadeiras, principalmente as do gênero *Acromymex* são bem organizadas sendo a rainha (içá) a principal reprodutora das larvas no formigueiro, onde dará origem a novas formigas fecundadas por 7 machos (bitus) durante um voo nupcial. Contam com uma associação mutualística com um tipo de fungo específico que ajudam na sua alimentação funcionando como um estomago externo digerindo a celulose contida nas folhas das plantas. Foi realizado na zona rural no município de São Tiago Minas Gerais uma pesquisa de campo referente o ataque de formigas cortadeiras a pastagem entre os meses de junho e julho do ano de 2021 observando reações adversa com os métodos naturais para o combate de formigas cortadeiras um dos objetivos foi utilizar plantas que possam alterar a relação simbiótica que as formigas cortadeiras tem com seu fungo específico fazendo com que elas percam o interesse de corta folhas que irão para o formigueiro e assim enfraquecendo a simbiose que existe com seu fungo específico que lhe traz alimento e proteção contra substâncias tóxicas produzidas pelos vegetais. No trabalho de campo utilizou várias plantas, mas as duas plantas que se destacaram foram o “barbatimão” e a “piteira” sendo confeccionado uma solução para cada aplicação de forma direta no “olho do formigueiro” com carência de 8 dias para cada teste observar as reações adversas para o combate de formigas cortadeiras. Durante toda a pesquisa qualitativa os objetivos foram alcançados.

Palavras-chave: barbatimão; piteira; método ecológico.

ABSTRACT

The colonies of leaf-cutting ants, especially those of the *Acromymex* genus, are well organized, with the queen (içá) the main breeder of the larvae in the anthill where it will give rise to new ants fertilized by 7 males (bitus) during a nuptial flight. They have a mutualistic association with a specific type of fungus that help feed them by functioning as an external stomach digesting the cellulose contained in the leaves of the plants. A field research was carried out in a rural area in the municipality of São Tiago Minas Gerais regarding the attack of leaf-cutting ants on pasture between the months of June and July of 2021, observing adverse reactions with natural methods for combating leaf-cutting ants. objectives was to use plants that can change the symbiotic relationship that leaf-cutting ants have with their specific fungus, causing them to lose interest in cutting leaves that will go to the anthill and thus weakening the symbiosis that exists with their specific fungus that brings them food and protection against toxic substances produced by plants. In the field work, he used several plants, but the two plants that stood out were the "barbatimão" and the "cigarette", a solution being made for each application directly in the "eye of the anthill" with a grace period of 8 days for each test and observe the adverse reactions to the combat of leaf-cutting ants. Throughout the qualitative research the objectives were achieved.

Keyword: barbatimão; cigarette holder; ecological method.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 9 |
| 2. OBJETIVO GERAL..... | 10 |
| 2.1 OBJETIVO ESPECÍFICO..... | 10 |
| 3.REVISÃO DE LITERATURA | 10 |
| 3.1 REPRODUÇÃO DAS FORMIGAS CORTADEIRAS | 10 |
| 3.3 INTERAÇÃO COM O MEIO AMBIENTE | 13 |
| 3.4 PRAGA QUE CAUSA GRANDES PREJUÍZOS A MUITOS AGRICULTORES | 14 |
| 3.5 FORMAS DE COMBATE DE FORMIGAS CORTADEIRAS | 15 |
| 3.5.1 Iscas tóxicas | 15 |
| 3.5.2 Formulações em Pó..... | 16 |
| 3.5.3 Formulações Líquidas | 16 |
| 3.5.4 Formulações em Gases | 17 |
| 3.5.5 Termonebulização | 17 |
| 3.5.6 Nebulização..... | 17 |
| 3.5.7 Controle Biológico..... | 18 |
| 4. METODOLÓGIA | |
| 4.1 UTILIZAÇÃO DE CONTROLE ECOLÓGICO DE FORMIGAS CORTADEIRAS . | 18 |
| 4.1.1 Caracterização do local de trabalho | 18 |
| 4.1.2 Escolha e utilização do método de controle | 19 |
| 5.RESULTADOS DA APLICAÇÃO..... | 22 |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 24 |
| REFERÊNCIAS..... | 25 |

1 INTRODUÇÃO

Todas as formigas pertencem à família *Formicidae*, dentro da ordem Hymenoptera que também inclui abelhas, vespas e outras formas similares. Trata-se de uma das grandes ordens de insetos juntamente com *Coleoptera*, *Lepidoptera* e *Diptera*, todas com mais de 100.000 espécies descritas em todo mundo (MASON et al., 2006). Para *Hymenoptera*, Triplehorn & Johnson (2005), apresentam números com cerca de 115.000 espécies descritas e estimativas de 600.000 espécies. Para a região Neotropical, Fernández & Sharkey (2006), reconhecem 76 famílias e 24.000 espécies, número que acreditam ser muito maior.

A família *Formicidae* é reconhecida como um táxon monofilético e, provavelmente, tem seu parentesco próximo a *Vespidae* e *Scoliidae*. Ainda que a origem exata das formigas seja um mistério, é certo que há mais de 100 milhões de anos já existiam formigas (FERNÁNDEZ, 2003a; WILSON & HÖLLDOBLER, 2005a). Estudos moleculares estimam que as formigas surgiram por volta de 115-135 milhões de anos atrás (WARD, 2007).

A preocupação com o controle de formigas cortadeiras é constante em muitos agroecossistemas, estimando-se um consumo nacional de aproximadamente 12.000 toneladas/ano de iscas tóxicas, forma mais comumente utilizada para minimizar efeitos negativos destes insetos. (Boaretto, M.A.C. Forti, L.C.)

As empresas de reflorestamento têm empregado o controle químico de formigas cortadeiras de forma sistemática, por meio de iscas, termonebulização e fumigantes, sendo o aspecto econômico das operações de grande importância, em virtude dos altos custos envolvidos. Além do maior custo das iscas a base de sulfluramida, em relação àquelas a base de dodecacloro, a adoção do cultivo mínimo e a proibição das queimadas, têm determinado aumentos na quantidade de iscas necessária para um controle satisfatório. (Boaretto, M.A.C. Forti, L.C.)

Os aspectos econômicos e ambientais têm levado as empresas a melhorar o rendimento operacional das técnicas de controle químico empregadas (iscas, termonebulização), bem como a possibilitar a experimentação de novas tecnologias e de novos princípios ativos tóxicos. Nos últimos anos, tem aumentado o número de trabalhos nas áreas de controle biológico, especialmente, sobre controle microbiano, e de controle cultural, principalmente em relação a resistência de plantas, na tentativa

de buscar alternativas ao químico ou mesmo viabilizar uma associação de diferentes estratégias de controle para formigas cortadeiras em áreas de reflorestamento. (Boaretto, M.A.C. Forti, L.C.)

Diante deste cenário o uso de produtos químicos é eminente para o combate de formigas cortadeiras em diversos biomas. O objetivo da pesquisa é aplicar um método eficiente para o controle de formigas cortadeiras em épocas do ano em que as formigas estão em plena atividade e assim buscar alternativas ao químico com plantas da flora brasileira que possam inibir seus ataques em diversas culturas e diminuir os danos econômicos causados aos agricultores de forma ecológica.

2. OBJETIVO GERAL

Pesquisar sobre a reprodução das formigas cortadeiras e sua relação simbiótica com o fungo específico que atacam diversas culturas, prejudicando o processo produtivo.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar todas as características de reprodução e alimentação de uma colônia de formigas cortadeiras.
- Aplicar um método biológico já testado que utiliza plantas do bioma cerrado como hortelã, salsa, piteira, barbatimão, entre muitas outras espécies de vegetais;
- Observar, durante 30 dias, as reações variadas em diversas colônias de formigas cortadeiras nas estações mais frias do ano;
- Divulgar, através dessas técnicas de combate das formigas cortadeiras, a melhor forma ecologicamente correta.

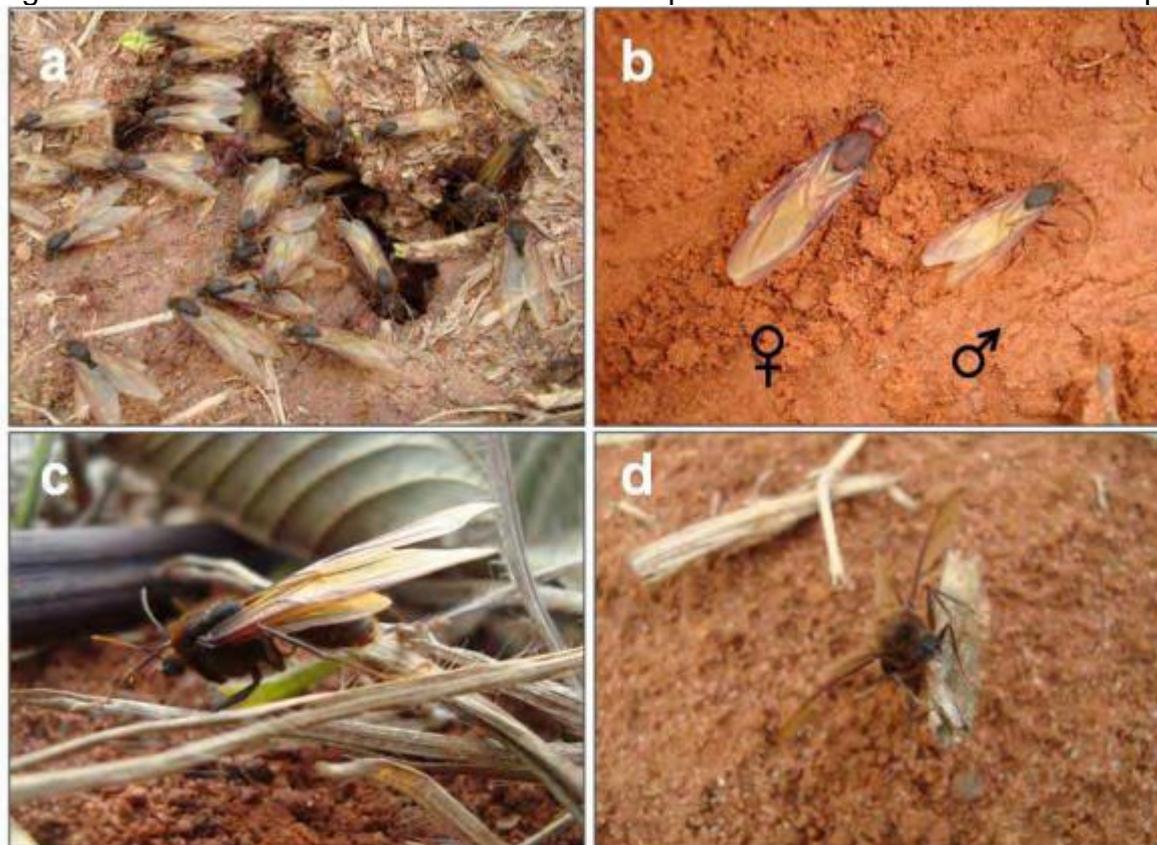
3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 REPRODUÇÃO DAS FORMIGAS CORTADEIRAS

Os machos alados do gênero *Atta* são conhecidos como bitus. Juntamente com as fêmeas aladas (içás) formam as castas reprodutivas dessas formigas e

desempenham papel fundamental no ciclo de vida da colônia de acordo com a figura 1.

Figura 1 – Castas aladas de *Atta sexdens rubropilosa* momentos antes do voo nupcial



Em **a**: castas reprodutivas aladas no momento em que deixavam os ninhos para o voo nupcial; **b**: fêmeas aladas (içás) e machos alados (bitus); **c**: macho alado; **d**: macho alado preparando-se para o voo nupcial. Fotos: Silvio Lovato Arcuri

Fonte: Silvio Lovato Arcuri

A reprodução das formigas-cortadeiras consiste, basicamente, na revoada ou voo nupcial, seguido do acasalamento e estabelecimento de uma nova colônia (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990).

Antes de deixarem os ninhos de origem, as içás coletam uma porção de fungo e armazenam-no na cavidade infrabucal (WEBER, 1956; HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). Após a cópula, retornam ao chão, livram-se das asas, escolhem um local apropriado e começam a escavar. A içá fecundada, neste momento já conhecida como rainha, escava um canal que varia entre 8,5 cm e 18,0 cm de profundidade, iniciando então a formação da primeira câmara do formigueiro (RIBEIRO, 1995; ARAÚJO et al., 2011).

Cinco a seis dias após o início da escavação do ninho, as rainhas iniciam a oviposição (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990), e as primeiras larvas começam a emergir em torno de 24 dias. Os adultos surgem entre 62 e 66 dias após (MARICONI, 1970). As 4 primeiras operárias geralmente são mínimas e realizam atividades de forrageamento, corte e transporte de vegetais bem como o cuidado com a prole, diferentemente de colônias mais velhas nas quais essas operárias não realizam todas essas funções (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990).

Em *Ac. subterraneus*, os ninhos podem ser fundados por uma ou muitas rainhas e, portanto, podem ser mono ou poligínicos (DIEHL-FLEIG, 1995).

Vários fatores podem afetar a fisiologia da rainha e, conseqüentemente, sua taxa de oviposição. Variações na temperatura afetaram negativamente a taxa de oviposição das rainhas da formiga poligínica *Linepithema humile* Mayr (ABRIL et al., 2006). Além disso, segundo os autores, o número de rainhas por ninho afeta diretamente o desempenho individual de cada uma delas, sendo que, quanto maior o número de rainhas, menor o número de ovos postos por cada uma delas. Os autores também observaram que, geralmente, uma das rainhas contribui significativamente mais para o total de ovos. (Karina Dias Amaral. – Viçosa, MG, 2016.)

Outros fatores podem afetar o desempenho das rainhas, como por exemplo, a aplicação de substâncias tóxicas. A abamectina, produzida por actinomicetos do solo, se em doses subletais, causou a diminuição do número de ovariolos por ovários e de ócitos por ovariolos em rainhas de *Ac. subterraneus*, causando sua esterilidade em doses maiores (ANTUNES et al., 2000).

O sucesso de fundação de um novo ninho depende de vários fatores e estima-se que, cerca de 99,95% das içás que deixam os ninhos de origem para o voo nupcial, não irão dar origem a um formigueiro maduro (AUTUORI, 1950). Este elevado percentual de mortalidade se deve a diversos fatores, tais como: (i) predação das içás por pássaros e outros insetos durante o voo nupcial e durante o período de escavação; (ii) a inundação dos formigueiros iniciais durante fortes chuvas; (iii) morte do fungo mutualista (AUTUORI, 1950) e (iv) morte das içás devido à fungos entomopatogênicos (RODRIGUES et al., 2010).

3.2 ASSOCIAÇÃO MULTUALÍSTICA COM UM TIPO DE FUNGO ESPECÍFICO

As formigas-cortadeiras, bem como os demais táxons de *Attini*, cultivam o fungo simbiote do qual se alimentam. Essa relação simbiótica surgiu há 50 milhões de anos

nas florestas úmidas da América do Sul (WILSON, 1971; SCHULTZ; BRADY, 2008). No entanto, o surgimento dos gêneros especializados no corte de partes vivas de plantas para o cultivo do fungo simbiote, *Atta fabricius* e *Acromyrmex Mayr*, ocorreu muito tempo depois, entre 5-15 milhões de anos atrás (SCHULTZ & BRADY, 2008). Relatos sobre as formigas-cortadeiras datam da época do descobrimento do Brasil (MARICONI, 1970).

Das muitas espécies com ocorrência constatada no Brasil – nove do gênero *Atta* (DELLA LUCIA, 1993; BACCARO, 2015) e vinte e quatro do gênero *Acromyrmex* (MAYHÉ-NUNES, 1991; BACCARO, 2015) – algumas poucas são pragas, mas essas trazem prejuízos consideráveis para a agricultura brasileira.

A associação das cortadeiras com o fungo simbiote, que lhes serve de alimento é cultivado em câmaras nos ninhos subterrâneos, também é outro fator que limita a ação de substâncias tóxicas ao fungo, pois ele funciona como um “estômago externo” que digere a celulose, e ainda, transforma aleloquímicos vegetais em substâncias palatáveis para as formigas (MARTIN; WEBER, 1969). Associado a esse fungo, encontram-se leveduras e bactérias, cuja função seria a produção de enzimas que auxiliam na degradação ou no preparo do substrato (CRAVEN *et al.*, 1970), evitando assim que substâncias tóxicas possam entrar em contato com o fungo, prejudicando seu desenvolvimento.

3.3 INTERAÇÃO COM O MEIO AMBIENTE

Formigas cortadeiras (Atta e Acromyrmex) são consideradas herbívoros dominantes na região Neotropical (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990) e pragas severas quando atacam plantas cultivadas. Assim, um controle efetivo deve ser efetuado para garantir a produtividade das culturas.

Em virtude das características e da localização subterrânea dos ninhos, ocorre a proliferação de muitos microrganismos, que encontram no solo condições ideais para o seu desenvolvimento. Para evitar a contaminação do fungo simbiote, por esses microrganismos, as operárias lambem a superfície do fragmento foliar, retirando-os e retendo-os na cavidade infrabucal donde são regurgitados e depositados na parte do ninho destinada aos descartes (PAGNOCCA, 1997), ou ainda podem sofrer a ação de enzimas (DIEL-FLEIG, 1995).

Segundo Pagnocca (1997), esse processo de desinfecção do tecido vegetal é complementado pela adição de substâncias produzidas por glândulas exócrinas e que

inibem o desenvolvimento de muitos microrganismos. Poulsen et al. (2003a), em estudos com *Acromyrmex octospinosus*, relatam o crescimento de bactérias na superfície do corpo dessa espécie as quais produzem antibióticos contra fungos parasitas do fungo simbiote das formigas. Além disso, as formigas possuem glândulas metapleurais que produzem substâncias com efeito antibiótico que realizam assepsia da colônia (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990; POULSEN et al., 2003b). As cortadeiras também possuem secreções salivares que podem minimizar a ação de compostos tóxicos (por exemplo taninos e terpenóides), e ainda líquido fecal contendo enzimas que são depositadas no material vegetal antes dele ser inoculado no fungo.

A marcação de folhas também é realizada por elas e foi relatada em *A. cephalotes*, a saúva da-mata. Nesta espécie, verificou-se que folhas marcadas foram transportadas mais rapidamente do que as não marcadas (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). Provavelmente, isso ocorre devido à capacidade seletiva que as formigas possuem de escolher folhas que contêm substâncias mais importantes para elas e para o fungo simbiote. (Cidália Gabriela Santos Marinho. Terezinha M. C. Della. Lucia Marcelo C. Picanço) Bahia Agríc., v.7, n.2, abr. 2006.

3.4 DANOS ECONOMICOS A MUITOS AGRICULTORES

As formigas cortadeiras estão disseminadas em todo o território nacional e atacam praticamente todas as plantas cultivadas causando elevados prejuízos à agricultura convencional, reflorestamento e pastagens (LOECK; GRUTZMACHER, 2001).

Embora não se disponha ainda de dados gerais sobre o impacto da atividade de desfolhação dessas formigas, em grandes culturas, alguns relatos isolados justificam a crescente preocupação com os métodos de controle. Entre os relatos mais recentes, podem ser citados os dados do "Caderno COPERSUCAR" (1990) revelando uma perda média de 3 toneladas de cana/hectare/ano, para cada formigueiro, que refletiriam uma redução de 360 kg açúcar ou 200 l de álcool/hectare, de acordo com artigo do jornal Estado de São Paulo (Gomes, 1991). Além disso, segundo Jaffe (1993) uma colônia de *Atta laevigata*, é capaz de cortar cerca de 5 kg de material vegetal/dia e, numa densidade de até 50 colônias/hectare (atingida em certas monoculturas), essa espécie de formiga pode ser responsável pelo corte de 250 kg de material vegetal/dia.

As fases consideradas mais críticas em termos de controle de formigas cortadeiras, que exigem alta eficiência de controle ou paralização imediata da atividade dos ninhos, compreendem as de pré-corte ou pré-plantio e, imediatamente após o plantio ou no início da condução de brotação. Na fase de pré-corte, normalmente tem sido realizado o controle 15 dias após a roçada ou um mês antes do corte, com iscas tóxicas aplicadas em MIPIs ou pelo método da dosagem única de distribuição direta.

Após o plantio ou nos primeiros meses da condução de brotação, pode ser utilizada a fumigação com brometo de metila ou a termonebulização, especialmente para formigueiros grandes. Ainda, em áreas de brotação, decorridos 90 dias do corte raso (talhadia), procede-se o controle com porta-iscas. A utilização de formicidas na formulação pó, tem ficado restrita a áreas com formigueiros em reboleira. Sendo este procedimento muito questionável dada as limitações deste tipo de formulação.

Na fase menos crítica, de floresta já estabelecida, normalmente emprega-se porta-iscas. Pode haver variações das técnicas utilizadas em função dos critérios e prioridades de cada empresa, bem como das condições ambientais no momento de controle.

3.5 FORMAS DE COMBATE DE FORMIGAS CORTADEIRAS

3.5.1 Iscas tóxicas

O emprego de iscas granuladas, principalmente através de porta-iscas (PI) e microportaiscas (MIPIs), é considerado eficiente, prático e econômico. Oferecem maior segurança ao operador, dispensam mão de obra e equipamentos especializados e permitem o tratamento de formigueiros em locais de difícil acesso (LOECK; NAKANO, 1984).

O inseticida formulado em isca tóxica deve agir por ingestão e apresentar algumas características particulares, dentre elas a ação tóxica retardada, com mortalidade menor que 15% após o primeiro dia e maior que 85% após o décimo quarto dia a partir do oferecimento das iscas; deve ser letal em baixas concentrações; e não causar danos ambientais. Ainda, o inseticida deve ser inodoro e não repelente.

3.5.2 Formulações em Pó

Utilizados desde o final da década de 50, os formicidas pó constam basicamente de um princípio ativo com ação de contato, talco como inerte e veículo de aplicação. A aplicação é feita através de polvilhadeiras, equipamentos manuais dotados de um recipiente cônico para acondicionamento do produto. As primeiras formulações continham princípios ativos clorados, frequentemente o aldrim e o heptacloro, atualmente proibidos.

Produtos dos grupos dos fosforados, carbamatos e piretróides também já foram testados na formulação pó. Juruena (1984), utilizou os inseticidas malatiom 4%, paratiom 1,5%, fentiom 5%, triclorfom 2,5% e bendiocarbe 1%, para controle de *Acromyrmex lobicornis*, *A. heyeri* e *A. striatus*, constatando a extinção de formigueiros 10 dias após a aplicação. Delabi (1989) constatou eficiência satisfatória (90 a 100%) dos produtos fentiom, deltametrina e fenitrotiom, para controle de *Acromyrmex subterraneus brunneus*, com porcentagens de 50 a 70% de eficiência para *Atta sexdens sexdens*. Recentemente, o produto K-Othrine 2P, inseticida piretróide à base de deltametrina 0,2%, tem sido indicado para controle de saúvas e quenquéns, na dosagem de 10g do produto comercial por m² de formigueiro. Trabalhos realizados por Bendeck et al. (1995 a e b), indicaram eficiência de 100% do produto no controle de *A. sexdens rubropilosa*, nas dosagens de 10, 30, 50 e 75 g de p.c./m² de formigueiro, e de *Acromyrmex crassipinus* nas dosagens de 10 e 20 g/m².

3.5.3 Formulações Líquida

Os formicidas líquidos foram pouco difundidos e utilizados para controle de formigas cortadeiras, principalmente em função da baixa eficiência dos produtos testados, decorrente da necessidade de o produto entrar em contato com as formigas, além do trabalho dispendioso de perfuração do ninho e perdas de produto pela absorção do solo (FORTI; PRETTO, no prelo).

3.5.4 Formulações em Gases

Forma pioneira de controle de formigas cortadeiras, sendo praticada até os dias atuais, através do brometo de metila, comercializado sob a forma líquida, em embalagens para pronto uso, dispensando o emprego de equipamentos para sua aplicação. Trata-se de um produto eficaz no controle de formigas cortadeiras, contudo de elevado custo, exige mão de obra especializada para aplicação, sendo de alta periculosidade ao aplicador, sendo sua aplicação geralmente restrita a situações que exigem interrupção imediata da atividade de corte das folhas (ANJOS *et al.*, 1993).

3.5.5 Termonebulização

O método implica a atomização, por intermédio do calor, de um formicida veiculado em óleo diesel ou mineral, introduzido através dos olheiros, utilizando-se equipamentos denominados termonebulizadores.

A aplicação é feita diretamente nos orifícios sobre o monte de terra solta, colocando-se uma mangueira de escape e aguardando-se o refluxo da fumaça produzida pela atomização (FORTI; PRETTO, no prelo).

3.5.6 Nebulização

A nebulização a frio, através do equipamento Aero System, tem possibilitado o emprego do produto Bistar (bifentrina), em formulação específica, para controle de formigas cortadeiras. O equipamento consiste de um tanque cilíndrico de aço acoplado a uma mangueira, haste e bico apropriados para colocação do produto no interior do formigueiro através dos olheiros.

A formulação consiste no ingrediente ativo bifentrina diluído em solvente e misturado com gases butano e propano. A maior densidade da mistura de gases em relação ao ar, em média 1,77 vezes, permite o deslocamento descendente do produto no interior dos ninhos.

Alguns autores têm obtido altos níveis de eficiência (80-90%), quando do uso deste sistema de aplicação, em colônias de *Atta spp.* Outros estudos já demonstram

menores taxas de eficiência (em torno de 60%) para *Atta sexdens rubropilosa* e taxas máximas de controle (100%) para *Acromyrmex* (ALVES *et al.*, 1995).

3.5.7 Controle Biológico

Controle biológico certamente é uma área promissora de pesquisa mas, atualmente, está clara a necessidade de conhecimentos biológicos básicos para que estratégias de controle para formigas cortadeiras possam ser de fato aplicadas. (Boaretto, M.A.C. Forti, L.C.)

A dificuldade na obtenção de dados mais consistentes em condições de campo, pode estar relacionada às estratégias de defesa das formigas, juntamente com seu fungo mutualista, contra parasitos e patógenos, de caráter morfológicas, mecânicas ou bioquímicas.

Segundo Kermarrec *et al.* (1996), a extraordinária resistência dos fungos mutualistas das formigas cortadeiras às doenças epizoóticas e epifíticas é devido a muitos fatores ligados à higiene interna do ninho. Para ilustrar, iscas contendo esporos de fungos não são carregadas por *A. octospinosus*, e culturas esporulando em meio agar são imediatamente cortadas e levadas para fora do ninho.

Ainda, meio agar processado por operárias não permite a germinação dos esporos, indicando assim que as formigas distinguem materiais inadequados, de modo mais marcante quando da proximidade do patógeno ao fungo simbiote.

4 METODOLÓGIA

4.1 UTILIZAÇÃO DE CONTROLE ECOLÓGICO DE FORMIGAS CORTADEIRAS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE TRABALHO

Este trabalho foi realizado no município de São Tiago Minas Gerais localizado na mesorregião do campo das vertentes cerca de 200 quilômetros da capital mineira Belo Horizonte. Cidade também conhecida como Terra do café com biscoito consta nos livros que ela foi fundada pelos bandeirantes nos anos de 1750. Sendo seu padroeiro o Santiago Maior e, em 1802, apresentava um formato de arraial. Em 1849,

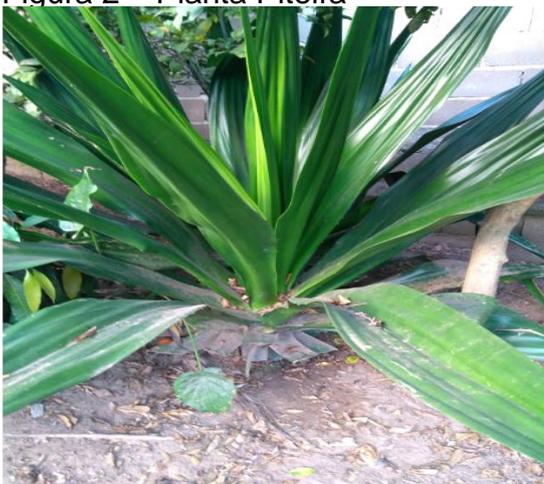
tornou-se distrito de São João Del Rei e mais tarde de Bom Sucesso e em 27 de dezembro de 1948 tornou-se cidade. Sua economia está voltada para agricultura e pecuária além do extrativismo mineral. Na agricultura, destaca a produção de milho, feijão, café, mandioca entre outras culturas, na pecuária destaca a produção de leite e gado de corte. Na mineração, o forte é a extração de minério de ferro possuindo outras reservas de bauxita, manganês e tantalita. No entanto, por fazer várias merendas gostosas consolidou e assumiu um papel muito importante na economia local. Hoje existem cerca de 70 fábricas de biscoito onde empregam 2500 pessoas direta e indiretamente produzindo aproximadamente um total de 200 toneladas de biscoito por mês.

O sitio Taquaril está localizado no povoado do fundo da mata cerca de 13Km da cidade de São Tiago onde foi testado o método. Seguirá os seguintes pontos geográficos: azimute $329^{\circ}50'46''$ distância de 136 metros até P5 com coordenadas E:542358,186 N:7683671,689 azimute $60^{\circ}50'23''$ distância de 102 metros até o ponto P6 com coordenadas E:542267,541 N:7683624,812 azimute $155^{\circ}05'13''$ distância de 117 metros até o ponto P7 com coordenadas E:542215,972 N:7683729,212 azimute $235^{\circ}38'00''$ distância de 160 metros até o ponto P8 de coordenadas E:5422348,693 N:7683817,895.

4.2 ESCOLHA E UTILIZAÇÃO DO MÉTODO DE CONTROLE

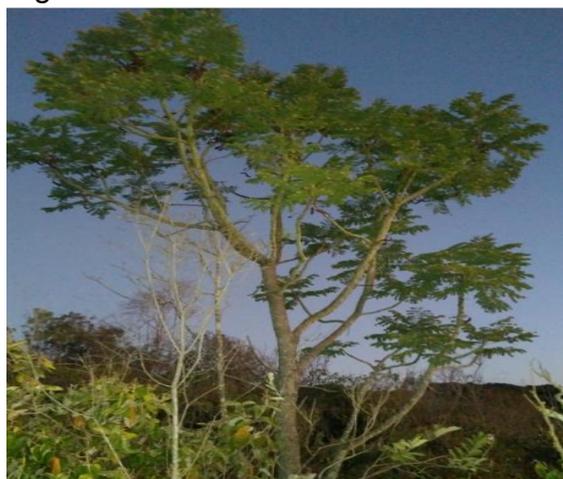
No trabalho de campo foi realizado vários testes com muitas plantas já citadas em áreas de estudos, mas algumas delas mostrou uma eficiência com carência de 8 dias após cada aplicação da solução preparada, como por exemplo a planta com seu nome científico *Agave angustifolia* e popularmente conhecida como piteira originária do México e Antilhas com folhas espinhosas podendo chegar a três metros de comprimento, de acordo com a figura 2. Outra planta com o nome científico *Stryphnodendron*, mais conhecida como barbatimão, é uma árvore do bioma cerrado não sendo muito exigente em questões de clima e solo por estar distribuída em vários estados do Brasil, conforme a figura 3.

Figura 2 – Planta Piteira



Fonte: o autor (2021).

Figura 3 – Árvore do barbatimão



Fonte: o autor (2021).

Uma das práticas utilizadas foi com folha da piteira ou agave, por ser uma planta tóxica para os animais herbívoros vertebrados e invertebrados sendo usada na medicina popular. O preparo da solução leva 5 folhas de piteira triturada com sua massa estimada em 4 kg para cada 5 litros de água e depois é necessário juntar os ingredientes e deixar durante 2 dias em repouso. Passando as 48 horas de reações no recipiente, a solução é filtrada em uma simples peneira de nylon e aplicada no “olho do formigueiro”, logo depois é tampado como está representado nas figuras 4, 5, 6 e 7

Figura 4 – folha de piteira



Fonte: o autor (2021).

Figura 5 – folha de piteira triturada



Fonte: o autor (2021).

Figura 6 – mistura folha de piteira e água



Figura 7 – Solução filtrada

Fonte: o autor (2021).
o autor (2021).

Fonte:



Foi também escolhido o método com a casca do barbatimão pois, sendo uma planta medicinal no combate de bactérias, parasitas, vírus e, principalmente, fungos, é um dos maiores aliados das formigas cortadeiras durante todo seu ciclo de vida sendo simples e prático o preparo da solução por tanto é dividido em 7 etapas.

- Corta-se um galho da planta do barbatimão e separa em tocos menores (figura 8).

- Retira-se a casca dos tocos (figura 9).
- Coloca em um recipiente com água (figura 10).
- Coloca para ferver no prazo de 30 minutos (figura 11).
- Logo depois deixa alguns minutos para esfriar (figura 12).
- Então é só aplicar 2 litros da solução no olho do formigueiro (figura 13)
- Depois tampe-o e espere durante 8 dias após a 1º aplicação (figura 14)

Figura 8 – Galho da planta do barbatimão



Fonte: o autor (2021).

Figura 9 – Casca do toco retirada



Fonte: o autor (2021).

Figura 10 – Colocar no recipiente com água



Fonte: o autor (2021).

Figura 11 - Fervura



Fonte: o autor (2021).

Figura 12 – Esfriamento



Fonte: o autor (2021).

Figura 13 – Aplicação no formigueiro



Fonte: o autor (2021).

5. RESULTADOS DA APLICAÇÃO

Na pesquisa qualitativa de campo durante os meses de junho e julho foram testados vários métodos já conhecidos, mas as formigas mostraram sua adaptação na aplicação de uma só solução no entanto, as formigas resistiram as aplicações e o que mostrou melhores resultados foi o com a solução feita da folha da piteira triturada e da casca da arvores do barbatimão cozida em um intervalo de 8 dias para cada aplicação, pois inibiu seus ataques neutralizando a simbiose entre o fungo e a formiga, fazendo com que perdessem o interesse de cortar as folhas das plantas na área já citada no texto acima de acordo com a figura 14.

As formigas cortadeiras, em seu habitat natural, são muito resistentes a qualquer intervenção humana e adaptáveis a mudanças em seu ambiente natural sendo organizadas e protegendo de forma bem resiliente toda colônia liberando diferentes hormônios para facilitar e organizar as atividades do formigueiro. Nesse cenário, tem formigas que desempenham diferentes funções desde as que cortam e carregam, as que protegem o formigueiro e as que limpam algumas impurezas que poderão prejudicar a relação harmônica entre a colônia de formigas cortadeiras e seu fungo específico.

Figura 14 – Resultado da aplicação



Fonte: o autor (2021).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante toda a pesquisa observei que entre os meses de junho e julho as colônias de formigas cortadeiras estão em plena atividade nos formigueiros fazendo trilha em vários locais, cortando folhas de diversas árvores algumas até visíveis como exemplo, as lobeiras, planta típica do cerrado. Com o método testado, verifiquei que teve uma eficácia dentro do esperado, respeitando o tempo de carência de 8 dias para cada aplicação sendo plantas medicinais que combatem fungos, bactérias e outros parasitas do meio rural.

Assim, é de suma importância a pesquisa de campo no IEF Sudeste Bom Sucesso, descobrindo meios que possam inibir formigas cortadeiras de modo a utilizar técnicas que sejam menos agressivas ao ambiente natural. Com o crescimento populacional mundial, a demanda de alimentos está aumentando cada vez mais. No entanto, as mudanças climáticas trazem grandes prejuízos na agricultura correndo o risco de falta de alimento para gerações futuras. É importante que todos nós estudantes, professores e sociedade civil tomemos conhecimento de práticas ecológicas.

REFERENCIAS

- ABRIL S, Oliveras J, GÓMEZ C. Effect of temperature on the oviposition rate of Argentine ant queens (*Linepithema humile* Mayr) under monogynous and polygynous experimental conditions. **Journal of Insect Physiology**, 54, p. 265– 272, 2008.
- ALVES, S.B. & SOSA GOMEZ, D.R. Virulência do *Metharhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill para castas de *Atta sexdens rubropilosa* (Forel, 1908). **Poliagro**, v.5, n.1, p.1-9, 1995.
- ANJOS, N.; MOREIRA, D.D.O.; DELLA LUCIA, T.M.C. Manejo integrado de formigas cortadeiras em reflorestamentos. *In*: DELLA LUCIA, T.M.C. (ed.). **As formigas cortadeiras**. Ed. Folha de Viçosa, p.212-241, 1993.
- ANTUNES, E. C., R.N.C. GUEDES, T.M.C. DELLA-LUCIA; J. E. SERRÃO. Sub-lethal effects of abamectin suppressing colonies of the leaf-cutting ant *Acromyrmex subterraneus*. **Pest Management Science**, 56, p. 1059–1064, 2000.
- ARAÚJO, M.S. *et al.* Fundação e estabelecimento de formigueiros. *In*: DELLA LUCIA, T.M.C (ed.) **Formigas-cortadeiras: da bioecologia ao manejo**, p. 173-188, 2011.
- AUTUORI, M. Contribuição para o conhecimento da saúva (*Atta* spp.- Hymenoptera Formicidae). V – Número de formas aladas e redução dos saúveiros iniciais. **Arq Inst Biol**, São Paulo, 19, p. 325-331, 1950.
- BACCARO, F.B. *et al.* Solar. Guia para os gêneros de formigas do Brasil. **Ed. Inpa**, Manaus, p. 206-212, 2015.
- BENDECK, O.R.; PINTO, C.T.; NAKANO, O.; BENEDETTI, V. Ensaio visando o controle de *Acromyrmex crassipinus* (Forel, 1909), quenquém de cisco, através do polvilhamento manual do formicida K-Othrine 2p. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15, 1995, Caxambú, MG. Resumos. Caxambú: SEB, 1995b. p.510.
- BOARETTO, M.A.C. FORTI, L.C. **S ÉRIE T ÉCNICA IPEF.**, v. 11, n. 30, p. 31-46, mai., 1997
- CIDÁLIA GABRIELA SANTOS. MARINHO TEREZINHA M. C. DELLA. LUCIA MARCELO C. PICANÇO. **BAHIA AGRÍC.**, v.7, n.2, abr. 2006.
- COPERSUCAR 1990 - Caderno Copersucar - **Série Melhoramentos nº 30.**
- CRAVEN, E. S.; DIX, M. W.; MICHAELIS, G. E. Attini fungus gardens contain yeasts. **Science**, v.169, p.184-186, 1969.
- DELABIE, J.H.C. Novas opções para controle de formigas cortadeiras, *Acromyrmex subterraneus brunneus* e *Atta sexdens sexdens* (Hymenoptera: Formicidae: Attine), na região cacauzeira da Bahia, Brasil. **Agrotrópica**, v.1, n. 3, p. 173-180, 1989.

DELLA LUCIA, T.M.C., MOREIRA, D.D.O. Caracterização de ninhos. *In*: DELLA, Lucia T.M.C. (ed) **As formigas cortadeiras**, p.32-42, 1993.

DIEHL-FLEIG, E. **Formigas**: organização social e ecologia comportamental. Ed.Unisinos, 1995.

FERNÁNDEZ, F. **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá: Instituto Humboldt, Bogotá, 2003.

FERNÁNDEZ, F.; SHARKEY, M. J. (ed.). **Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical**. Bogotá: Sociedad Colombiana de Entomología e Universidad Nacional de Colombia, 2006.

FORTI, L.C.; PRETTO, D.R. Controle químico de formigas cortadeiras: passado, presente e futuro. *In*: FOWLER, H.G.; FORTI, L.C. (eds.). **Formigas praga**. Editora da UNESP (no prelo).

GOMES, J.G. Combate errado às saúvas implica prejuízo certo. **Jornal "O Estado de São Paulo**, 04 dez.1991. Supl. Agrícola. p.2.

HÖLLDOBLER B., WILSON E.O. **The ants**. Springer, Berlin Heidelberg, New York, 1990.

JAFFÉ, K.C. **El mundo de las hormigas**. Equinoccio, Ed. de la Univ. Sirnon Bolivar, 183 pp

JURUENA, L.F. Outras alternativas para o controle de formigas do gênero *Acromyrmex* (Hym.-Formicidae), com inseticidas em pó. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.20, n.1, p. 199-201, 1984.

KERMARREC, A.; FEBUAY, G.; DE CHARME, M. Protection of leaf-cutting ants from biohazards: is there future for microbiological control? *In*: LOFGREN, C.S.; VANDER MEER, R.K. **Fire ants and leaf-cutting ants**: biology e management. Westview Press, p. 339-56, 1986.

LOECK, A.E.; GRUTZMACHER, D.D. **Ocorrência de formigas cortadeiras nas principais regiões agropecuárias do Estado do Rio Grande do Sul**. Pelotas: UFPel, 2001.

LOECK, A.E. & NAKANO, O. **Efeito de novas substâncias visando o controle de saúvas novos de *Atta laevigata* (Smith, 1858) (Hymenoptera - Formicidae)**. O Solo, v.1, p. 25-30, 1984.

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

MARTIN, M. M.; WEBER, N. A. The cellulose utilizing capability of the fungus cultured by the Attini *Atta colombica tonsipes*. **Annals of the Entomological Society of America**, v.62, n.6, p.1386-1387, 1969.

MASON, W. R. M.; HUBER, J. T.; FERNÁNDEZ, F. El orden Hymenoptera. In: FERNÁNDEZ, F.; SHARKEY, M. J. (eds.). **Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical**. 30 Bogotá: Sociedad Colombiana de Entomología e Universidad Nacional de Colombia, p. 1-6, 2006.

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

PAGNOCCA, F. C. Microbiota associada aos ninhos de formigas cortadeiras. *In: ENCONTRO DE MIRMECOLOGIA*, 13., 1997, Ilhéus, BA **Anais [...]**. Ilhéus, BA: UESC, 1997.

POULSEN, M. *et al.* Withing-colony transmission and cost of a mutualistic bacterium in the leafcutting ant *Acromyrmex octospinosus*. **Functional Ecology**, v.17, n.2, p. 260-269, 2003a.

RIBEIRO, F. J. L. A escavação do solo pela fêmea da saúva (*Atta sexdens rubropilosa*). **Psicologia USP**, São Paulo, v.6, n. 1, p. 75-93, 1995.

RODRIGUES, A. *et al.* Filamentous fungi found on foundress queens of leaf-cutting ants (Hymenoptera: Formicidae). **J Appl Entomol**, 134, v. 4, p. 342-345, 2010.

SCHULTZ, T.R.; BRADY, S.G. Major evolutionary transitions in ant agriculture. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, 14, p. 5435-5440, 2008.

TRIPLEHORN, C.A. & JOHNSON, N.J. **Borror and DeLong's introduction to the study of insects**. 7. ed. Belmont: Thomson Brooks/Cole, 2005.

WARD, P. S. Phylogeny, classification, and species-level taxonomy of ants (Hymenoptera: Formicidae). *In: ZHANG Z.-Q. & W. A. SHEAR (ed.)*, **Linnaeus tercentenary: progress in invertebrate taxonomy**, *Zootaxa*: 1668. Magnolia Press, Auckland. 2007, 766 p. p. 549-563.

WEBER, N. A. Evolution in fungus-growing ants. **Proceedings of the Tenth International Congress of Entomology**, Montreal, v. 2, p. 459-473, 1956.

WILSON, E. O. *The insects societies*. Cambridge: Belknap Press of the Harvard University Press, 1971.

WILSON, E. O.; HÖLLDOBLER, B. Eusociality: origin and consequences. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 102, n. 38, p. 13367-13371, 2005a.

WILSON, E. O.; HÖLLDOBLER, B. The rise of the ants: a phylogenetic and ecological explanation. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 102, n. 21, p. 7411-7414, 2005b.