

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE MINAS GERAIS - *CAMPUS* SÃO JOÃO EVANGELISTA
BACHARELADO EM AGRONOMIA

Artur Mariano Bicalho

AVALIAÇÃO DE COMPOSTOS ALTERNATIVOS NO CONTROLE DE CUPINS
DE *Cornitermes cumulans* EM PASTAGENS

São João Evangelista

2022

ARTUR MARIANO BICALHO

**AVALIAÇÃO DE COMPOSTOS ALTERNATIVOS NO CONTROLE DE CUPINS
DE *Cornitermes cumulans* EM PASTAGENS**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso Bacharelado em
Agronomia do Instituto Federal de Minas
Gerais – *Campus* São João Evangelista
para obtenção do grau de bacharel em
Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Douglas de Carvalho
Carellos

Coorientadora: Prof^a. Ma. Fernanda de
Lima Barroso

São João Evangelista

2022

B583a Bicalho, Artur Mariano.

Avaliação de compostos alternativos no controle de cupins de *cornitermes cumulans* em pastagens. / Artur Mariano Bicalho. – 2022.

28f.: il.

Orientador: Dr. Douglas de Carvalho Carellos.

Coorientadora: Ma. Fernanda de Lima Barroso.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal Minas Gerais. *Campus* São João Evangelista, 2022.

1. Pragas. 2. Térmitas. 3. Cupinzeiros. 4. Óleos vegetais.

I. Bicalho, Artur Mariano. II. Instituto Federal de Minas Gerais *Campus* São João Evangelista. III. Título.

CDD 595.736

Catalogação: Rejane Valéria Santos - CRB-6/2907

Artur Mariano Bicalho

**AVALIAÇÃO DE COMPOSTOS ALTERNATIVOS NO CONTROLE DE CUPINS
DE *Cornitermes cumulans* EM PASTAGENS**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso Bacharelado em
Agronomia do Instituto Federal de Minas
Gerais – *Campus* São João Evangelista
para obtenção do grau de bacharel em
Agronomia.

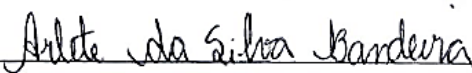
Aprovado em: 14 / 12 / 2022 pela banca examinadora:



Prof. Dr. Douglas de Carvalho Carellos – IFMG (Orientador)



Prof. Dr. Rafael Carlos dos Santos – IFMG



Profª. Dra. Arlete da Silva Bandeira – IFMG

Dedico esta monografia aos meus amados pais, Geovane e Irenice, por serem os maiores incentivadores e fontes inesgotáveis de apoio, amor e compreensão; e ao meu irmão, Rodrigo, pelo apoio e amor incondicional.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me concedido força, sabedoria e saúde para enfrentar os desafios que surgiram, mas que hoje é um sonho realizado.

Aos meus familiares, por todo amor, pela dedicação, por todo investimento educacional e por nunca ter descreditado de mim.

Ao Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG-SJE) pela minha formação de Engenheiro Agrônomo e enorme contribuição, ensinamentos e lições na minha vida.

Aos meus grandes amigos Gesiane Bárbara Gomes da Silva, Maria Clara Ayala Aguiar, Maria Rita Cezarina Santos da Silveira, Rafaela Caroline Figueiredo, Danielle Mara Fonseca Duarte, Marcos Paulo Vieira Souza e Vinícius Gomes de Azevedo por toda a ajuda e companheirismo.

Ao meu orientador Prof. Dr. Douglas de Carvalho Carellos e a minha coorientadora Prof^a. Ma. Fernanda de Lima Barroso pela orientação neste trabalho, sempre com paciência, confiança e dedicação.

Ao Prof. Dr. Rafael Carlos dos Santos e a Profa. Dra. Arlete da Silva Bandeira por terem aceitado participar da banca e pelas valiosas correções.

A todos os professores do curso de Agronomia do IFMG-SJE pelos ensinamentos e colaborações.

Ao professor Luiz Roberto Fontes pelos esclarecimentos e disponibilidade.

A todos os meus colegas do curso de Agronomia do IFMG-SJE, pelas conversas, trocas de conhecimento, distrações e companheirismo.

Finalmente, a todos aqueles que, direta ou indiretamente, compartilharam sua amizade e contribuíram para concretização desta etapa em minha vida.

“Investir em conhecimento rende sempre os melhores juros”

Benjamin Franklin

RESUMO

No Brasil, o gênero de cupim mais encontrado em áreas de pastagem é o *Cornitermes*, sendo a espécie *C. cumulans* a mais frequente nas regiões Sul, Sudeste e do Mato Grosso do Sul. Este trabalho teve como objetivo identificar um produto alternativo para o controle de térmitas de montículo que apresente baixo custo, seja de fácil aquisição e manifeste baixo risco toxicológico para o meio ambiente. Os compostos estudados foram: Benzocreol®, óleo de citronela, óleo de algodão e cal virgem. Para avaliar a eficiência dos produtos foram realizados testes de campo em áreas de pastagens. Os cupinzeiros foram identificados e perfurados até a câmara celulósica. Foram testados, em dois experimentos, cinco tratamentos com quatro repetições, sendo que cada ninho foi considerado uma repetição. As avaliações foram realizadas 30 dias após a aplicação dos compostos. A utilização de óleos vegetais (citronela e algodão) em diferentes concentrações (2, 4 e 8%), Benzocreol® (0,005%) e cal virgem (50g) não apresentaram efetividade no controle de colônias de *C. cumulans* em pastagens.

Palavras-chave: Pragas. Térmitas. Cupinzeiros. Óleos vegetais.

ABSTRACT

In Brazil, the genus of termite most found in pasture areas is *Cornitermes*, with the species *C. cumulans* being the most frequent in the South, Southeast and Mato Grosso do Sul regions. This work aimed to identify an alternative product for the control of mound termites that presents low cost, is easy to acquire and manifests low toxicological risk for the environment. The studied compounds were: Benzocreol®, citronella oil, cotton oil and quicklime. To evaluate the efficiency of the products, field tests were carried out in pasture areas. The termite mounds were identified and drilled down to the cellulosic chamber. Five treatments with four replications were tested in two experiments, with each nest being considered a repetition. The evaluations were performed 30 days after the application of the compounds. The use of vegetable oils (citronella and cotton) in different concentrations (2, 4 and 8%), Benzocreol® (0.005%) and quicklime (50g) did not show effectiveness in controlling *C. cumulans* colonies in pastures.

Keywords: Pests. Termites. Termite mound. Vegetable oils.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1	Características gerais dos cupins	12
2.2	<i>Cornitermes</i> em pastagens.....	13
2.3	Montículos (<i>Cornitermes cumulans</i>).....	14
2.4	Emissão de metano por cupins de montículo	15
2.5	Formas de controle	16
2.5.1	<i>Compostos alternativos</i>	17
2.5.1.1	Óleos vegetais	17
2.5.1.2	Cal virgem	17
2.5.1.3	Benzocreol®	18
3	METODOLOGIA	19
3.1	Experimento 1.....	19
3.2	Experimento 2.....	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1	Experimento 1.....	22
4.2	Experimento 2.....	23
5	CONCLUSÃO	24
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

1 INTRODUÇÃO

Os cupins são geralmente conhecidos como pragas que provocam prejuízo econômico em pastagens, madeira e outros materiais de celulose (Zanetti *et al.*, 2006). Entretanto, além dos prejuízos financeiros ocasionados em áreas urbanas e rurais, esses insetos são importantes atores de regiões tropicais, desempenhando relevante papel no processo de decomposição e ciclagem de nutrientes (Constantino, 1999).

O Brasil possui aproximadamente 160 milhões de hectares ocupados com pastagens (IBGE, 2017). Os cupinzeiros podem ser observados nas pastagens presentes no país, diferindo as espécies, as quantidades de ninhos por área e a sua estrutura externa em virtude de inúmeras condições, por exemplo: relevo, clima, vegetação, tipo de solo, condição da pastagem, dentre outros (Fernandes *et al.*, 1998).

A elevada densidade de cupinzeiros em áreas de pastagens é influenciada pelo desmatamento, que reduz os animais que são competidores ou inimigos naturais, entretanto, a abundância de alimento é o fator de maior relevância (Fernandes *et al.*, 1998).

Os cupins que formam ninhos epígeos juntamente com os arborícolas, devido ao espaço empregado na construção da colônia, impossibilitam a formação de pastagens, prejudicam os tratos culturais, deterioram postes de cercas e podem possibilitar o abrigo a animais peçonhentos (Berti Filho, 1993). Além disso, esses insetos podem emitir valores elevados de metano, dióxido de carbono e hidrogênio molecular na atmosfera (Zimmerman *et al.*, 1982).

Nos últimos 50 anos, os inseticidas químicos configuram como os principais produtos utilizados no controle de cupins que formam ninhos epígeos no país. Apesar do controle químico ser eficaz, esse método possui um grande inconveniente que é a probabilidade da intoxicação de animais, seja pelo contato direto com o composto ou por meio da contaminação de lençóis freáticos da área (Fernandes, 1991; Barros e Fernandes, 2020).

Os produtos disponíveis no mercado para o controle de cupins de montículo podem apresentar algumas adversidades, como por exemplo: custo elevado, toxicidade, venda restrita a instituições ou empresas especializadas e a necessidade de diluição. Devido a isso, se faz necessário à investigação de produtos que apresentem baixo custo, sejam de fácil aquisição e que manifestem menor risco toxicológico para o meio ambiente.

Como alternativa mais acessível, do ponto de vista de aquisição, tem-se compostos alternativos. Esses produtos são mais seletivos e causam menos problemas ao meio ambiente e aos animais não alvos.

O objetivo deste estudo é identificar um produto alternativo para o controle de *C. cumulans* que apresente baixo custo, seja de fácil aquisição e manifeste baixo risco toxicológico para o meio ambiente.

- Objetivo Geral:

- Avaliar diferentes compostos alternativos, em solução aquosa, no controle de *C. cumulans* em áreas de pastagens.

- Objetivos Específicos:

- Avaliar diferentes concentrações de óleos vegetais (citronela e algodão) e Benzocreol® no controle de *C. cumulans*.

- Testar a eficiência de cal virgem no controle de *C. cumulans*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Características gerais dos cupins

Os insetos denominados comumente como cupins, térmitas, siriris ou aleluias são considerados indivíduos sociais (Gallo *et al.*, 2002) e estão inseridos na Ordem Blattodea, Infraordem Isoptera (Krishna *et al.*, 2013). De acordo com Berti Filho (1993), os cupins se desenvolvem por paurometabolia (ovo-ninfa-adulto). Esses insetos podem ser divididos em castas férteis ou estéreis, além disso, há na colônia a sobreposição de gerações e o cuidado com a prole.

Existem cerca de 3.000 espécies de cupins descritas. De modo geral, são identificadas de sete a nove famílias e 16 subfamílias, sendo que 70% das espécies pertencem aos Termitidae (Gullan e Cranston, 2017). No Brasil, há o registro de quatro famílias: Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae e Termitidae, contabilizando aproximadamente 300 espécies (Constantino, 1999).

A família Termitidae possui por volta de 100 gêneros nos territórios tropicais. No Brasil, os gêneros mais importantes são *Cornitermes*, com espécies que podem formar ninhos subterrâneos ou de montículos; *Nasutitermes* e *Eutermes*, com ninhos arborícolas ou semi-arborícolas; *Syntermes*, com ninhos subterrâneos ou que emergem relativamente na superfície do solo; *Anaplotermes*, com ninhos em outros cupinzeiros (Gallo *et al.*, 2002).

O aparelho bucal dos cupins é do tipo mastigador, sendo robusto, especialmente, nos soldados. Os cupins reprodutores são os únicos que possuem asas, consistindo de dois pares e morfologia membranosa. Na ocasião em que não estão voando essas estruturas cobrem o abdômen. Após a revoada, as asas se rompem e permanece um rudimento que é denominado de escama (Gallo *et al.*, 2002).

No período de enxameagem, os cupins alados se comportam como indivíduos fototrópicos positivos, contudo depois da revoada esses insetos voltam a apresentar hábitos crípticos, ou seja, passam a viver confinados dentro dos ninhos, sendo considerados fototrópicos negativos (Berti Filho, 1993).

Os cupins podem ingerir diversos tipos de materiais orgânicos, por exemplo: húmus, madeira, tecido vegetal vivo, couro, lã, dentre outros. Isso é possível devido ao fato desses insetos apresentarem uma relação de simbiose com protozoários e bactérias, que liberam enzimas hábeis para a digestão desses compostos orgânicos (Zanetti *et al.*, 2006).

2.2 *Cornitermes* em pastagens

Os cupins de montículo se propagam rapidamente em áreas onde predominam vegetação herbácea, sendo favorecidos em locais que apresentam gramíneas (Fernandes *et al.*, 1998).

Os cupins do gênero *Cornitermes* não forrageiam a céu aberto, mas em sistema de túneis subterrâneos conectados à base do montículo e à porção hipógea do ninho. É normal encontrarmos cupins à profundidade de poucos centímetros, em meio ao raizame e rizomas das pastagens. A profundidade que o cupim explora no solo é desconhecida (Fontes, 1998).

O material utilizado na construção dos cupinzeiros é principalmente barro e detritos orgânicos, cuja proporção varia conforme o hábito alimentar da espécie e a disponibilidade de material no ambiente. As proporções entre areia, silte e argila e sua distribuição no perfil do solo é um fator limitante para a construção dos ninhos de cupins subterrâneos. Solos argilosos são mais facilmente trabalhados pelos cupins do que os arenosos, devido ao fato do maior teor de areia dificultar a sustentação dos ninhos e dos túneis (Lee e Wood, 1971).

Os ninhos de espécies de *Cornitermes* e de alguns outros gêneros, que ocorrem majoritariamente em pastagens, precisam de um ambiente com muita insolação para manutenção de seu microclima interno. O fato de não se desenvolverem bem em ambientes sombreados indica a estreita relação entre esses cupins com a insolação e outros componentes do clima (Fernandes *et al.*, 1998).

De acordo com a EMBRAPA (1996), a quantidade de montículos está sujeita a crescer em locais com baixa atividade de máquinas agrícolas, por exemplo, áreas de pastagem. Desse modo, pastagens implantadas há muito tempo poderão manifestar níveis de infestação maiores.

Os tratos culturais mecanizados (roçagens, aplicação de adubos e corretivos, e preparo do solo) em pastagens infestadas com montículos são mais difíceis de serem realizados e tem o seu custo aumentado. Em algumas áreas é necessário desmorrionar os cupinzeiros para que seja possível realizar o preparo de solo para renovação de pastagens. Contudo, tem-se um número reduzido de propriedades que realizam regularmente os tratos culturais e são afetadas diretamente por esse fator (Fernandes *et al.*, 1998).

Santana de Lima *et al.* (2011) avaliaram indicadores químicos, físicos e biológicos da degradação de pastagens em áreas que distinguem quanto a presença de

cupinzeiros. Foram avaliadas áreas de pastagem com a cultivar Marandu de *Urochloa brizantha* (Syn. *Brachiaria brizantha*). Os resultados do trabalho demonstraram que a ocorrência de ninhos epígeos de cupins não é indicador de degradação química e biológica da pastagem.

Barros e Fernandes (2020) investigaram a influência de diferentes níveis de saturação por bases na formação de colônias do cupim de montículo *C. snyderi* em pastagens. Após análise dos resultados os autores concluíram que a calagem não impactou no desenvolvimento e na sobrevivência de colônias desse inseto.

Não são incomuns pastagens altamente infestadas por ninhos de *Cornitermes sp.* sofrerem intervenção para eliminação de todos os ninhos visíveis e, passados um ou dois anos, na área aparecerem novos ninhos, às vezes em quantidade superior à anterior ao tratamento. A ressurgência decorre da presença de colônias jovens, cujos ninhos, totalmente subterrâneos, não foram previamente identificados e não receberam tratamento (Fontes, 1998).

A recomendação técnica de controle de cupins de montículos em pastagens degradadas é que se faça primeiramente a renovação das pastagens. O controle individual das colônias que surgirem após a renovação deve ser feito anualmente e através de inseticidas registrados para este fim (Fernandes *et al.*, 1998).

2.3 Montículos (*Cornitermes cumulans*)

A espécie *Cornitermes cumulans* (Figura 1) é comumente encontrada em pastagens da região Sudeste e em alguns locais das regiões Centro-Oeste, Sul e Nordeste do país. Devido a isso, a expressão cupim-de-montículo no Brasil é correlacionada, frequentemente, a esse indivíduo (Valério, 2006).

Figura 1 – Soldado, operário e forma alada de *Cornitermes cumulans*



Fonte: Júlio Cesar de Souza

A camada externa dos montículos apresenta-se de forma cônica irregular (Figura 2), sendo possível encontrar variações no tamanho e na coloração, de acordo com a idade do cupinzeiro e com as diferentes regiões. Em relação à estrutura interna do montículo dessa espécie, verificam-se túneis grandes e de forma arredondada, além disso, há a câmara celulósica que exibe coloração escura, textura lisa e pouco consistente (Fernandes *et al.*, 1998).

Figura 2 – Cupinzeiro de *Cornitermes cumulans*



Fonte: José Raul Valério

A camada externa tem como função proteger o ninho do ambiente exterior, sendo constituída de solo endurecido por meio da saliva destes insetos. Outra estrutura presente nos ninhos é a bolsa de manutenção climática que tem a finalidade de manter a umidade e a temperatura constantes dentro do ninho (Zanetti *et al.*, 2006).

O ninho de *C. cumulans*, contudo, exibe ainda mais complexidade. O ninho desse cupim é do tipo composto ou policálico. Devido a isso, as grandes estruturas elevadas estão associadas a subunidades (ninhos satélites) menores, como ninhos jovens na fase inicial de desenvolvimento, e que compõem, no conjunto, um ninho único, dominado por um único par real (Fontes, 1998).

2.4 Emissão de metano por cupins de montículo

Os cupins possuem a capacidade de degradar a lignocelulose, sendo que essa habilidade é devida à simbiose com bactérias, que desestruturam a fibra vegetal e fermentam os compostos em acetato e parcela variáveis de metano com hidrogênio como intermediário central (Brune, 2014).

Rasmussem e Khalil (1983) investigaram o papel dos cupins no ciclo global de metano e, de acordo com o estudo, descobriram que os cupins podem ser uma fonte de metano significativa. Os cálculos realizados no trabalho apontaram que a produção de metano pelos cupins é provavelmente maior que 15% das emissões globais anuais.

Oliveira *et al.* (2021) investigaram a parcela da emissão de metano referente aos cupinzeiros em pastagens do Cerrado brasileiro. Segundo o trabalho, os cupins de montículo presentes em pastagens degradadas podem afetar o balanço de gases de efeito estufa da produção de gado alimentado com pasto, pela emissão relevante de metano. Além disso, os autores consideraram que os cupinzeiros comprometam uma área maior que 200.000 hectares em pastagens degradadas.

2.5 Formas de controle

A ação mecânica do preparo de solo é suficiente para exterminar os cupins que formam ninhos epígeos e, ainda, desestruturar os cupinzeiros e os túneis de cupins no solo. A morte da colônia ocorre por dessecação, devido ao fato desse revolvimento de solo ser realizado em meses quentes e secos, correspondendo com a fase de baixa atividade da colônia (Fernandes *et al.*, 1998).

Há trabalhos que investigaram o controle de cupins de montículo com fungos (*Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*) e tiveram resultados satisfatórios (Fernandes e Alves, 1991; Neves, 1998). Segundo Fernandes *et al.* (1998), esses microrganismos apresentam grande potencial para serem utilizados, contudo viabilizá-los para os pecuaristas ainda é um problema.

O controle de cupins de montículo tem sido realizado majoritariamente por meio de inseticidas químicos. Até 1985, os inseticidas clorados eram os mais utilizados, contudo pelo fato de terem sido proibidos, inseticidas alternativos passaram a ser testados (Valério *et al.*, 1998).

Dentre os inseticidas que apresentam baixa toxicidade, destacam-se o imidacloprid e o fipronil. O imidacloprid é eficaz no controle de *Cornitermes cumulans*, mas a necessidade de diluição em água aumenta os custos de controle e atrapalha a aplicação. O fipronil também é eficiente no controle dessa espécie e se destaca por não possuir efeito de choque (Fernandes *et al.*, 1998).

2.5.1 Compostos alternativos

2.5.1.1 Óleos vegetais

Segundo Stoll (1986), os inseticidas naturais derivados de plantas são considerados mais seguros ao homem, aos animais domésticos, aos insetos benéficos, e menos prejudiciais ao ambiente do que os inseticidas sintéticos. Todavia, conforme Logan *et al.* (1990), há poucos trabalhos envolvendo inseticidas naturais realizados em condições de campo.

Uma alternativa ao uso dos inseticidas sintéticos tem sido a aplicação de óleos vegetais para um grande número de espécies de insetos, entre os mais eficientes têm-se o óleo de algodão (*Gossypium hirsutum*) e o óleo de citronela (*Cymbopogon nardus*) (Alves *et al.*, 2017).

O óleo de algodão apresenta como principais compostos os ácidos graxos linoleico e oleico, que possuem bioatividade contra pragas (Teodoro *et al.*, 2017). O teor de ácido linoleico no óleo de algodão é de 49,61% (Pimentel-Farias *et al.*, 2018). Segundo Oliveira *et al.* (2017), a toxicidade desses ácidos graxos se atribui a elevada quantidade de moléculas com cadeias compostas de 18 carbonos.

O óleo de citronela apresenta como principais constituintes os monoterpenos oxigenados, citronelal (23,59%), geraniol (18,81%) e citronelol (11,74%) (Oliveira *et al.*, 2011). Dentre outras aplicações, esse óleo vegetal apresenta ação inseticida, sendo utilizado para a fabricação de repelentes contra mosquitos (Menezes, 2005).

2.5.1.2 Cal virgem

A cal, um dos produtos obtidos pelo beneficiamento do calcário, é um elemento de uso variado, atendendo vários setores, principalmente aqueles derivados da construção civil. Para sua obtenção, o calcário extraído precisa passar por um processo de calcinação, removendo o dióxido de carbono (CO₂) que aparece combinado com os óxidos de cálcio (CaO) ou magnésio (MgO), em fornos que operam em temperaturas entre 900° e 1200°C (John *et al.*, 2014).

A hidratação da cal virgem é uma reação fortemente exotérmica. Por exemplo, 1 kg de cal virgem cálcica pode elevar a temperatura de 2,3 litros de água de 12 °C para 100 °C.

Segundo Pereira (2012) a cal virgem pode ser usada no controle de cupins. Para isso, perfura-se o cupinzeiro até a câmara celulósica e, posteriormente, adiciona a cal virgem seguida de água.

2.5.1.3 Benzocreol®

Cresóis ou cresol é a nomenclatura comumente utilizada para se referir à mistura dos três isômeros do hidroxitolueno: orto-hidroxitolueno, meta-hidroxitolueno e para-hidroxitolueno. O cresol técnico é produzido a partir da destilação do alcatrão da hulha e geralmente apresenta uma pequena quantidade de fenol (Piedade; Yajima, 1991).

“A mistura dos isômeros de cresol encontra-se naturalmente no ambiente, estando presente em muitos alimentos, na madeira, na fumaça de cigarro, no petróleo, no alcatrão e em misturas usadas como conservantes de madeira (CETESB, 2013, p. 1).”

A Resolução nº 375 da CONAMA de 2006, determina o monitoramento de 44 contaminantes químicos orgânicos, dentre eles, a classe de cresóis (o-cresol, m-cresol e p-cresol), estabelecendo os limites máximos de resíduos para esses compostos em solos agrícolas, onde é estabelecida uma faixa de 6 mg kg^{-1} de solo seco.

Dolatto (2008) investigou o comportamento de compostos fenólicos (fenol, o-cresol e p-cresol) em uma amostra de solo (Latossolo Vermelho). Após os resultados, o autor concluiu que os compostos fenólicos exibiram uma interação pouco pronunciada pela amostra de solo, permitindo inferir que os mesmos podem ser lixiviados. Entretanto, se um tempo de residência ocorrer é possível que ocorra total degradação das espécies antes do processo de lixiviação.

3 METODOLOGIA

3.1 Experimento 1

O experimento foi conduzido na Fazenda Córrego do Tabuão, localizada na Rodovia Conceição a Ouro Fino, S/N – Conceição do Mato Dentro/MG, CEP: 35860-000, Coordenadas geográficas UTM: 656142 m E, 7905528 m S, Zona: 23 K, Datum SIRGAS 2000. O período de realização do trabalho foi de março a maio de 2022, estando nele compreendidos as fases de aplicação dos compostos e avaliação dos montículos.

Segundo a classificação climática proposta por Köppen, o clima nessa região é Cwa – Clima tropical de altitude, com inverno seco e temperatura do mês mais quente superior a 21 °C. A precipitação pluviométrica média anual é de 1.537 mm e a altitude média é de 886 m (Alvares *et al.*, 2013).

Os cupinzeiros foram padronizados quanto à altura (30-60 cm), identificados (com tinta e plaquetas) e perfurados (com uma barra de ferro pontiaguda de 25 mm de diâmetro e uma marreta) verticalmente até a câmara celulósica (Figura 3). Somente os cupinzeiros cujos orifícios foram tampados foram utilizados no trabalho.

Figura 3 – Perfuração do cupinzeiro



Fonte: José Raul Valério

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 cupinzeiros. Foram avaliados cinco tratamentos, diluídos em 1 L de água, sendo: água pura como testemunha (T0); Benzocreol® - 0,005 % (T1); óleo de citronela - 2% (T2); óleo de algodão – 2% (T3) e 50 g de cal virgem (T4). Os ninhos tampados foram novamente perfurados para aplicar os tratamentos, que contaram com quatro repetições, sendo cada cupinzeiro uma repetição.

Os tratamentos foram depositados nos cupinzeiros com auxílio de um aplicador do tipo funil (Fadini *et al.*, 2001), exceto para o tratamento 4 (cal virgem). O funil apresentava 10 cm de diâmetro com tubo de aplicação longo (30 cm), perfurado lateralmente e com a extremidade fechada. No tratamento 4, primeiro introduziu-se a cal virgem no orifício e, posteriormente foi adicionado 1 L de água.

As avaliações foram realizadas 30 dias após a aplicação dos tratamentos. Para análise, os montículos foram destruídos e examinados quanto à presença de sobreviventes. Encontrando-se indivíduos vivos, mesmo que em reduzida quantidade, o ninho foi considerado vivo. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3.2 Experimento 2

O experimento foi conduzido na Fazenda Córrego do Tabuão, localizada na Rodovia Conceição a Ouro Fino, S/N – Conceição do Mato Dentro/MG, CEP: 35860-000, Coordenadas geográficas UTM: 656142 m E, 7905528 m S, Zona: 23 K, Datum SIRGAS 2000. O período de realização do trabalho foi de junho a agosto de 2022, estando nele compreendidos as fases de aplicação dos compostos e avaliação dos montículos.

Segundo a classificação climática proposta por Köppen, o clima nessa região é Cwa – Clima tropical de altitude, com inverno seco e temperatura do mês mais quente superior a 21 °C. A precipitação pluviométrica média anual é de 1.537 mm e a altitude média é de 886 m (Alvares *et al.*, 2013).

Os cupinzeiros foram padronizados quanto à altura (30-60 cm), identificados (com tinta e plaquetas) e perfurados (com uma barra de ferro pontiaguda de 25 mm de diâmetro e uma marreta) verticalmente até a câmara celulósica. Somente os cupinzeiros cujos orifícios foram tampados foram utilizados no trabalho.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 cupinzeiros. Foram avaliados cinco tratamentos, diluídos em 1 L de água, sendo: água pura como testemunha (T0); óleo de citronela – 4% (T1); óleo de citronela - 8% (T2); óleo de algodão – 4% (T3) e óleo de algodão 8% (T4). Os ninhos tampados foram novamente perfurados para aplicar os tratamentos, que contaram com quatro repetições, sendo cada cupinzeiro uma repetição.

Os tratamentos foram depositados nos cupinzeiros com auxílio de um aplicador do tipo funil (Fadini *et al.*, 2001). O funil apresentava 10 cm de diâmetro com tubo de aplicação longo (30 cm), perfurado lateralmente e com a extremidade fechada.

As avaliações foram realizadas 30 dias após a aplicação dos tratamentos. Para análise, os montículos foram destruídos e examinados quanto à presença de sobreviventes. Encontrando-se indivíduos vivos, mesmo que em reduzida quantidade, o ninho foi considerado vivo. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento 1

De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que não houve diferença estatística em relação aos diferentes óleos (Tabela 1). Além disso, a utilização dos óleos vegetais não apresentou efetividade no controle de colônias de *Cornitermes cumulans*, pois todos os ninhos continuaram ativos e com a presença de todas as formas biológicas (ovos, ninfas, operários, soldados e casal real). Em um trabalho realizado em laboratório foi verificado que o óleo de citronela (2%) e o óleo de algodão (2%) apresentaram efetividade no controle de cupins do gênero *Syntermes* (Alves *et al.*, 2017).

Há trabalhos que demonstram que muitos extratos de tecidos vegetais são reconhecidos como repelentes ou tóxicos para cupins, com base em testes de laboratório, mas poucos estudos verificaram sua efetividade em condições de campo.

Nas avaliações realizadas 30 dias após a instalação dos tratamentos, verificou-se que o uso de Benzocreol® (0,005%) não apresentou efetividade no controle de colônias de *C. cumulans*. A concentração utilizada seguiu os parâmetros da resolução nº 375 da CONAMA de 2006. Em um estudo de controle de nematóides, em áreas de cultivo de fumo, a Creolina® (10%) apresentou resultado satisfatório (Steffen *et al.*, 2010). Além disso, a Creolina® (10%) também foi eficiente no aspecto de repelência de insetos em grãos de milho armazenados (Valiati *et al.*, 2009).

A aplicação de cal virgem (50 g/ cupinzeiro) não foi eficaz no controle de ninhos de *C. cumulans*, pois todas as colônias continuaram ativas. Todavia, a quantidade utilizada não foi suficiente para elevar a temperatura da água até 100 °C.

Tabela 1. Sobrevivência de colônias de *Cornitermes cumulans* aos 30 dias após a aplicação dos tratamentos

Tratamentos	Colônias ativas (%)
Água pura	100 a*
Benzocreol (0,005%)	100 a
Óleo de Citronela (2%)	100 a
Óleo de Algodão (2%)	100 a
Cal Virgem	100 a

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.2 Experimento 2

Nas avaliações realizadas aos 30 dias após a aplicação dos tratamentos, verificou-se que não houve diferença estatística entre as diferentes concentrações e os tipos de óleos na sobrevivência de colônias de *Cornitermes cumulans* (Tabela 2). Além disso, a utilização de diferentes concentrações dos óleos vegetais não apresentou efetividade no controle de ninhos de *C. cumulans*, pois todos os ninhos continuaram ativos e com a presença de todas as formas biológicas (ovos, ninfas, operários, soldados e casal real). Em um trabalho realizado em laboratório foi verificado que o óleo de citronela (2%) e o óleo de algodão (2%) apresentaram efetividade no controle de cupins do gênero *Syntermes* (Alves *et al.*, 2017).

Devido à ação dos óleos ser primariamente de contato, há a maximização de sua eficiência em condições de laboratório, no qual o inseto-alvo fica totalmente exposto. Contudo, em condições de campo, essa situação pode se alterar.

Tabela 2. Sobrevivência de colônias de *Cornitermes cumulans* aos 30 dias após a aplicação dos tratamentos

Tratamentos	Colônias ativas (%)
Água pura	100 a*
Óleo de Citronela (4%)	100 a
Óleo de Citronela (8%)	100 a
Óleo de Algodão (4%)	100 a
Óleo de Algodão (8%)	100 a

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5 CONCLUSÃO

A utilização de óleos vegetais (citronela e algodão) em diferentes concentrações (2, 4 e 8%), Benzocreol® (0,005%) e cal virgem (50g) não apresentaram efetividade no controle de colônias de *Cornitermes cumulans* em pastagens.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Sugestão para outros trabalhos: utilizar quantidades maiores de cal virgem no controle de cupins de montículos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, Clayton *et al.* **Köppen's climate classification map for Brazil**. Vol. 22 No. 6, p. 711-728. Stuttgart: Meteorologische Zeitschrift, 2013.
- ALVES, Antonio *et al.* **Atividade inseticida de óleos vegetais sobre cupins de pastagem em condições de laboratório**. Congresso Internacional das Ciências Agrárias COINTER, 2017.
- BARROS, Rosana; FERNANDES, Paulo. **Efeitos da calagem sobre o cupim de montículo *Cornitermes snyderi* Emerson (1952) em pastagens**. Campina Grande: EPTEC, 2020.
- BERTI FILHO, Evôneo. **Manual de pragas em florestas – Cupins ou Térmitas**. IPEF-SIF, v.3, 56p. 1993.
- BRUNE, Andreas. **Symbiotic digestion of lignocellulose in cupim guts**. 12, 168-180. [S. l.] Nat Rev Microbiol. 2014.
- CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Índice e Padrões de Qualidade do solo**, disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2013/11/Cresol.pdf>
- CONSTANTINO, Reginaldo; **Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil**. Papéis avulsos de zoologia. São Paulo 40 (25): p. 387-448. 1999.
- DOLATTO, Rafael. **Estudo da interação de compostos fenólicos de interesse ambiental com o solo**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- EMBRAPA GADO DE CORTE. **Cupim de montículo em pastagens**. 1996. Disponível em: <https://old.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD18.html>
- FADINI, Marcos A. M., DESOUZA, Og e Fanton, CÉSAR J.. **Efeito da profundidade de aplicação e da distribuição de inseticidas líquidos no controle de cupins de montículo em pastagens (Isoptera: Termitidae)**. Neotropical Entomology [online]. 2001, v. 30, n. 1.
- FERNANDES, Paulo; CZEPAK, Cecília; VELOSO, Valquíria. **Cupins de montículo em pastagens: prejuízo real ou praga estética?** In: FONTES, Luiz; BERTI FILHO, Evôneo. (Ed.). Cupins – O desafio do conhecimento. Piracicaba: FEALQ, p.187-210. 1998.
- FERNANDES, Paulo; ALVES, Sergio. **Controle de *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1832) (Isoptera: Termitidae) com *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* em condições de campo**. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v.20, n.1, p.46-49, 1991.
- FONTES, Luiz; BERTI FILHO, Evôneo. (Ed.). **Cupins – O desafio do conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, p.187-210. 1998.
- GALLO, Domingos *et al.* **Entomologia Agrícola**. FEALQ/USP, São Paulo, v. 10, 920p. 2002.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P.S.; **Insetos: Fundamentos da entomologia**. 5.ed. Rio de Janeiro: Roca, 2017.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agro de 2017.

JOHN, Vanderley M.; PUNHAGUI, Katia R. Garcia & CINCOTTO, Maria Alba. **Produção de Cal**. Em Economia De Baixo Carbono: Avaliação De Impactos De Restrições E Perspectivas Tecnológicas. Ribeirão Preto-SP, 2014.

KRISHNA, Kumar *et al.* **Treatise on the Isoptera of the world**. Bulletin of the American Museum of Natural History. 377 (1-7): 1-2704. 2013.

SANTANA DE LIMA, Sandra *et al.* **Relação entre a presença de cupinzeiros e a degradação de pastagens**. Pesquisa Agropecuária Brasileira 46:1699-1706. 2011.

LEE, E.; WOOD, T.G. **Termites and soils**. London: Academic Press, 1971. 251p.

LOGAN, James *et al.* **Termite (Isoptera) control in agriculture and forestry by non-chemical methods: a review**. Bulletin of Entomological Research, v.80, n.3, p.309-330, 1990.

MENEZES, Elen. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola**. Seropédica, Rio de Janeiro: Embrapa Agrobiologia, 2005. 58p.

NEVES, Pedro Manuel Oliveira Janeiro. **Controle associado de Cornitermes cumulans (kollar, 1832) (Isoptera : Termitidae) com fungos entomopatogênicos e inseticida imidacloprid**. 1998. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

OLIVEIRA, Dener *et al.* **The neglected contribution of mound-building termites on CH₄ emissions in Brazilian pastures**. [S. l.] Revista Brasileira de Zootecnia 50:e20200185. 2021.

OLIVEIRA, Natália *et al.* **Toxicity of vegetable oils to the coconut mite Aceria guerreronis and selectivity against the predator Neoseiulus baraki**. Experimental and Applied Acarology, v. 72, p. 23–34, 2017.

OLIVEIRA, Wyly *et al.* **Antifungal activity of Cymbopogon winterianus Jowitt ex bor against Candida albicans**. Brazilian Journal of Microbiology, v.42, p433-41, 2011.

PEREIRA, Wagner. **Práticas alternativas para a produção agropecuária agroecologia**. EMATER-MG.

PIEIDADE, Maria; YAJIMA, Tomoko. **Análise de concentrados emulsionáveis à base de cresol**. [S.l.] Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente, v. 1, dez. 1991. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/pesticidas/article/view/39538>

PIMENTEL-FARIAS, Adriano *et al.* **Bioactividad de aceites vegetales a Orthezia praelonga (Hemiptera: Sternorrhyncha: Orthezidae) y selectividad a su predador**

Ceraeochrysa caligata (Neuroptera: Chrysopidae). Revista de Protección Vegetal v. 33, n. 3, p. 01-09, 2018.

RASMUSSEN, RA; KHALIL, MAK. **Global production of methane by cupins.** Nature 301: 700-702. 1983.

STEFFEN, Ricardo *et al.* **Efeitos da creolina sobre a nematofauna associada à cultura do fumo.** Santa Cruz do Sul . Revista Tecno-lógica v. 14, n. 1, p. 20 - 25, jan/jun. 2010.

STOLL, G. **Natural crop protection.** Langen: Joseph Margraf, 1986. 188p.

TEODORO, Adenir *et al.* **Bioactivity of cottonseed oil against the coconut mite *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae) and side effects on *Typhlodromus ornatus* (Acari: Phytoseiidae).** Systematic and Applied Acarology. v. 22, n. 7, p. 1037-1047, 2017.

VALÉRIO, José. **Cupins-de-montículo em pastagens.** Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2006.

VALÉRIO, José *et al.* **Controle químico e mecânico de cupim de montículo (Isoptera: Termitidae) em pastagens.** 27: 125-131. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 1998.

VALIATI, Melania Ines *et al.* **Aplicação de repelentes alternativos em insetos presentes nas sementes de milho armazenado em espigas.** Revista Varia Scientia v. 07, n. 13, p. 63-76. 2009.

ZANETTI, Ronald *et al.* **Manejo integrado de cupins.** Notas de aula, DEN/UFLA. 2006.

ZIMMERMAN *et al.* **Termites: A Potentially Large Source of Atmospheric Methane, Carbon Dioxide, and Molecular Hydrogen,** Science, 218, 4572, (563-565), 1982.