

**AMOSTRAGEM DE CUPINS SUBTERRÂNEOS EM
PLANTIOS DE EUCALIPTO E PERSISTÊNCIA DE
RESÍDUOS DE FIPRONIL EM SUBSTRATO DE
MUDAS E NA CALDA INSETICIDA**

ALEXANDRE DOS SANTOS

2008

ALEXANDRE DOS SANTOS

**AMOSTRAGEM DE CUPINS SUBTERRÂNEOS EM PLANTIOS DE
EUCALIPTO E PERSISTÊNCIA DE RESÍDUOS DE FIPRONIL EM
SUBSTRATO DE MUDAS E NA CALDA INSETICIDA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/ Entomologia, área de concentração Entomologia Agrícola, para a obtenção do título de “Mestre”

Orientador

Prof. Dr. Ronald Zanetti

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2008

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Santos, Alexandre dos.

Monitoramento de cupins subterrâneos em plantios de eucalipto e persistência de resíduos de fipronil em substrato de mudas e na calda inseticida / Alexandre dos Santos. – Lavras : UFLA, 2008.

34 p.: il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

Orientador: Ronald Zanetti Bonetti Filho.

Bibliografia.

1. Cupins subterrâneos. 2. Monitoramento de cupins. 3. Tratamento preventivo. 4. Fipronil. 5. Pragas florestais. 6. Eucalipto. I.

Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD - 595.736
- 634.97342

ALEXANDRE DOS SANTOS

**AMOSTRAGEM DE CUPINS SUBTERRÂNEOS EM PLANTIOS DE
EUCALIPTO E PERSISTÊNCIA DE RESÍDUOS DE FIPRONIL EM
SUBSTRATO DE MUDAS E NA CALDA INSETICIDA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/ Entomologia, área de concentração Entomologia Agrícola, para a obtenção do título de “Mestre”

APROVADA em 6 de março de 2008

Prof. Dr. Jair Campos Moraes

UFLA

Prof. Dr. Jose Cola Zanuncio

UFV

Prof. Dr. Ronald Zanetti

DEN/UFLA

(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) pela oportunidade de realização do curso.

À Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao professor Ronald, pela longa relação de ensinamentos que moldaram minha vida profissional, pelo companheirismo e paciência em todas as horas, minha imensa gratidão, admiração e respeito.

Aos professores Jair e Zanuncio, pelas valiosas sugestões e ensinamentos.

Ao Dr. Reginaldo Constantino, da Universidade de Brasília (UnB), pela identificação dos cupins.

Aos professores do Departamento de Entomologia (DEN) da UFLA pelos valiosos e duradouros ensinamentos.

À V & M Florestal Ltda. pelo apoio financeiro, pela cessão de seus plantios, hospedagem e alimentação, indispensáveis para a execução dessa pesquisa.

A todo pessoal do CAPEF da V & M Florestal Ltda., especialmente a engenheira florestal Bianca e aos funcionários, Marcinho, Fabrício e Rodrigo pelo apoio, atenção e ajuda inestimável.

Aos funcionários do DEN/UFLA, principalmente Elaine, Nazaré, Fábio e Lisiane, pelo carinho e cordialidade.

À minha namorada Elisandra sempre amorosa, carinhosa, presente, paciente, exemplo e fonte de inspiração, amiga de todas as horas, que faz da minha vida um evento feliz.

Ao meu Pai Claudinei e minha Mãe Fátima pelo carinho e educação que me permitiram chegar até aqui e as minhas sempre carinhosas irmãs Fernanda e Natalia, meu especial agradecimento.

À minha segunda Mãe Yvone pela ajuda, carinho e atenção, e a pequena Sofia por me dar à honra de ter um anjo na minha vida.

Aos amigos do Laboratório de Entomologia Florestal do DEN/UFLA, Marcelo, Lucia, Tatiane, Dani, Muriel, Andre, e aos da graduação, Lina, Juliana, Jorge, Olinto e Gabriel, pela amizade.

Aos colegas da pós-graduação do DEN/UFLA, pelo companheirismo e troca de conhecimentos.

Aos companheiros de república, Sidnei (Sicas) e Rodrigo (Digão), pelos momentos inesquecíveis e eterna amizade.

Aos companheiros da república Itaipava, Emilio (Zé do Milho), Antonio Carlos (Bob), Fabio (Satoshi), Alan (ADB), Adalberto (Betão) e Giordane (Goiabinha) por dividirmos juntos a melhor fase de nossas vidas.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO GERAL	i
ABSTRACT	iii
ARTIGO 1	
Amostragem de cupins subterrâneos (Insecta: Isoptera) em plantios de <i>Eucalyptus</i> spp. na região de cerrado de Minas Gerais	
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	3
INTRODUÇÃO.....	4
MATERIAL E MÉTODOS.....	7
RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
CONCLUSÕES.....	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18
ARTIGO 2	
Persistência de resíduos de fipronil em mudas de eucalipto tratadas via imersão e sua concentração na calda inseticida	
RESUMO.....	23
ABSTRACT.....	24
INTRODUÇÃO.....	25
MATERIAL E MÉTODOS.....	27
RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
CONCLUSÕES.....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

RESUMO GERAL

SANTOS, Alexandre. **Amostragem de cupins subterrâneos em plantios de eucalipto e persistência de resíduos de fipronil em substrato de mudas e na calda inseticida.** Lavras: UFLA, 2008. 34 p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia/Entomologia)¹

O presente trabalho teve como objetivos desenvolver um plano de amostragem para cupins subterrâneos em plantios de eucalipto na região de cerrado; conhecer as espécies de cupins subterrâneos coletados com iscas de papelão; e verificar sua distribuição espacial nesses plantios; assim como quantificar a concentração de fipronil no substrato e raízes de mudas tratadas e submetidas à irrigação por, até, 56 dias antes do plantio e quantificar a concentração de fipronil em calda sem agitação contínua durante 120 minutos. O desenvolvimento do plano de amostragem foi realizado nos municípios de João Pinheiro e Paraopeba, Minas Gerais; e a análise de resíduos de fipronil no Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. A área de cada talhão foi parcialmente, dividida em parcelas de 50x50m, com aparelho GPS (Global Position System). Uma isca de papelão corrugado foi enterrada no centro de cada parcela e os cupins presentes foram contados após 30 dias. Além disso, foram contados os orifícios de saída de cupins subterrâneos do gênero *Syntermes* spp. na mesma parcela. A determinação quantitativa do fipronil na muda e na calda foi determinada com sistema de cromatografia líquida de alta eficiência, com detector de ultravioleta. Foram encontradas nas iscas seis espécies de cupins no município de João Pinheiro e uma em Paraopeba. A distribuição espacial de cupins subterrâneos no eucaliptal foi agregada, ajustando-se ao modelo binomial negativo. O número médio de parcelas para a amostragem de

¹ Orientador – Ronald Zanetti

cupins subterrâneos com iscas de papelão variou de quatro a 62; e para a amostragem de *Syntermes* variou de um a dois. Não houve redução significativa da concentração de fipronil nas mudas com irrigação por 56 dias e a ausência de agitação na calda de imersão reduz a concentração do produto.

ABSTRACT

SANTOS, Alexandre. **Sampling underground termites (Insecta: Isoptera) in *Eucalyptus* spp. plantations in an area of savannah of Minas Gerais State, Brazil.** Lavras: UFLA, 2008. 34 p. (Thesis – Master of Science in Agronomy/Entomology)²

The objective of this research was to develop a sampling plan for underground termites in eucalyptus plantations of a savannah area; to identify species of underground termites collected with cardboard baits; and to define their spatial distribution in these plantations; besides quantifying the fipronil concentration in the substratum and roots of treated seedlings and submitted to the irrigation for, up to 56 days before the plantation and to quantify the concentration of this insecticide soluble in water without continuous stirring during 120 minutes. A sampling plan was developed in the Municipalities of João Pinheiro and Paraopeba, Minas Gerais State, Brazil; and the analysis of fipronil residues was made in the Department of Entomology of the Federal University of Lavras, Minas Gerais State, Brazil. The area of each eucalypt stand was partially, divided in parcels of 50 x 50m with a GPS (Global Position System). A bait of corrugated cardboard was buried in the center of each parcel where the number of exit holes of underground termites of the genus *Syntermes* spp. was counted. The concentration of fipronil in the seedling and in the insecticide solution was determined with a liquid chromatography system of high efficiency with ultraviolet detector. Six species of termites were found on the cardboard baits installed in plantations in the savannah of the Municipality of João Pinheiro and one in Paraopeba. The spatial distribution of underground termites in the eucalyptus culture was aggregated, being adjusted to a negative binomial model.

² Adviser – Ronald Zanetti

The average number of parcels to sample underground termites with cardboard baits range from four to 62; and for holes of *Syntermes* range from one to two. The concentration of fipronil in the seedlings was not reduced after 56 days of its irrigation and the absence of stirring reduced the concentration of this product on the insecticide solution.

**AMOSTRAGEM DE CUPINS SUBTERRÂNEOS (INSECTA:
ISOPTERA) EM PLANTIOS DE *Eucalyptus* SPP., NA REGIÃO DE
CERRADO DE MINAS GERAIS**

(Preparado de acordo com as normas da revista Neotropical Entomology)

RESUMO – Os cupins subterrâneos são importantes pragas na fase inicial de cultivo de eucalipto e, por isso, devem ser controlados. No entanto, pouco se sabe sobre os métodos de amostragem desses insetos para determinar o grau de infestação das áreas cultivadas. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivos desenvolver um plano de amostragem para cupins subterrâneos, com iscas de papelão e contagem de orifícios de *Syntermes*, em plantios de eucalipto na região de cerrado; identificar as espécies de cupins subterrâneos coletadas por essas iscas; e verificar a distribuição espacial desses cupins. O trabalho foi realizado nos municípios de João Pinheiro e Paraopeba, Minas Gerais, Brasil. Cada talhão de eucalipto teve sua área dividida em parcelas de 50x50m, com um aparelho GPS. Uma isca de papelão corrugado foi instalada no centro de cada parcela, e os orifícios de saída de cupins subterrâneos do gênero *Syntermes* spp. foram contados num raio de 10m ao redor da isca. A distribuição espacial e o número de amostras foram determinados com os dados do número de indivíduos nas iscas e de orifícios de saída do cupim do gênero *Syntermes*. Seis espécies de cupins subterrâneos foram coletadas nas iscas de papelão no município de João Pinheiro e uma em Paraopeba. A distribuição espacial de cupins subterrâneos no eucaliptal foi agregada e ajustando-se ao modelo binomial negativo com ambas as metodologias. O número médio de parcelas para a amostragem de cupins subterrâneos com iscas de papelão variou de quatro a 62; e para orifícios de *Syntermes* entre um e dois, considerando um erro amostral entre 5 e 20%.

PALAVRAS-CHAVE: cupins subterrâneos, levantamento, amostragem e manejo.

**SAMPLING UNDERGROUND TERMITES (INSECTA: ISOPTERA) IN
Eucalyptus SPP. PLANTATIONS IN THE CERRADO REGION OF
MINAS GERAIS STATE, BRAZIL**

(prepared according to the Neotropical Entomology)

ABSTRACT – Underground termites can damage eucalyptus seedlings and sampling plans for these insects before plantation are scarce. The objectives of the present work were to develop a sampling plan for underground termites with cardboard baits and by counting of the number of *Syntermes* holes in eucalyptus plantations in a savannah area; to identify species of underground termites collected by these baits; and to verify the spatial distribution of these termites. The work was developed in the Municipality of João Pinheiro and Paraopeba, Minas Gerais State, Brazil. Each eucalyptus stand had its area, partially, divided in parcels of 50 x 50m with a GPS (Global Position System). A bait of corrugated cardboard was installed in the center of each parcel and the number of exit holes of underground termites of the genus *Syntermes* spp. was counted. The spatial distribution and the number of samples were determined with the numbers of termite individuals in the traps and of exit holes of the genus *Syntermes*. Six species of underground termites were collected with cardboard baits in the area of savannah in the Municipality of João Pinheiro and one in Paraopeba. The spatial distribution of underground termites in the eucalyptus plantation was aggregated and adjusted to the negative binomial model with both methodologies. The average number of parcels to sample underground termites with cardboard baits range from four to 62; and for *Syntermes* spp. holes range from one to two, considering a sampling error between 5 to 20%.

KEY-WORDS: underground termites, monitoring, sampling, handling.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por produtos de origem florestal como carvão e celulose e, mais recentemente, madeira serrada, tem levado a expansão das áreas de florestas cultivadas, especialmente com o gênero *Eucalyptus*, sobre áreas anteriormente ocupadas por pastagens, favorecendo o surgimento de insetos-praga como os cupins.

Danos por cupins são os mais severos em países tropicais como o Brasil, Índia e alguns países africanos (Nair e Varma, 1985; Wardell, 1987; Cowie et al., 1989; Wilcken, 1992). *Syntermes insidians* Silvestri, 1946 (Termitidae) e *Syntermes molestus* (Burmeister, 1839) danificam plantas novas de *Eucalyptus* spp., pelo descorticamento do pião e danos as raízes finas com, conseqüente, murchamento e seca das folhas, mas nesse estágio os cupins não são mais encontrados no local de ataque. E os danos podem não atingir grandes proporções, mas é necessário o replantio que, além de oneroso, vai ocasionar uma desuniformidade futura nos plantios (Anjos et al., 1986).

A maioria dos cupins que ataca eucaliptos não constrói montículos, mas, a ausência desses insetos numa floresta não significa que esteja livre do ataque desses insetos e, reciprocamente, a presença de montículos não indica, necessariamente, ameaça por esses insetos (Berti Filho, 1995). Além disso, o fato de se encontrarem cupins nas proximidades de plantas mortas não é suficiente para associá-los ao dano, pois de 27 gêneros de cupins coletados em plantios de eucalipto, somente uma causava danos ao cerne e nove estavam se alimentando das raízes dessas plantas (Dietrich, 1989).

No Brasil, as raízes de eucalipto podem ser atacadas por *Anoplotermes pacificus* F. Muller, 1873 (Termitidae), *Anoplotermes* sp., *Armitermes eumignatus* Silvestri (Termitidae), *Armitermes* sp., *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1832) (Termitidae), *Cornitermes* sp., *Neocapritermes opacus* (Hagen, 1858) (Termitidae), *Procornitermes araujoii* Emerson (Termitidae), *P. striatus*

(Hagen, 1858), *P. triacifer* (Silvestri, 1901), *S. insidians* e *S. molestus* (Mariconi, 1981). Esta relação foi ampliada com o primeiro registro de espécies dos gêneros *Aparatermes*, *Cylindrotermes*, *Embiratermes*, *Obtusitermes*, *Rhyncotermes* e *Subulitermes* em mudas de eucalipto (Dietrich, 1989).

Eurytermes toplippensis, *Pericapritermes assamensis* (Mathur & Thapa), *P. vytririi*, *Microcerotermes obesi*, *Odontotermes ceylonicus* (Wasmann), *O. guptai*, *O. malabaricus*, *O. obesus* (Rambur, 1842) e *O. roonwali* danificam mudas de *Eucalyptus tereticornis*, *E. grandis*, *Corymbia citriodora* e *E. robusta* em Kerala, Índia (Nair e Varma, 1985). Na África, cupins considerados pragas de florestas, em viveiros e plantações jovens, pertenciam aos gêneros *Macrotermes*, *Microtermes*, *Odontotermes*, *Ancistrotermes*, *Allondotermes* e *Pseudocanthotermes*, sendo os três primeiros mais prejudiciais (Wardell, 1987).

O desenvolvimento de programas de manejo integrado, baseado em planos de amostragem, é necessário para se evitar que cupins causem danos em mudas de eucalipto e a elaboração desses planos requer o conhecimento prévio das espécies que ocorrem na região e a sua distribuição espacial.

O conhecimento das espécies de térmitas em determinado local requer grande intensidade amostral, principalmente, pelo hábito críptico que dificultam a captura desses insetos. A forma de coleta de cupins que danificam mudas de eucalipto é, comumente, realizada manual, entre madeira morta, solo, montículos, embaixo de pedras, vegetação e sobre e entre as raízes de árvores (Jones et al., 2000), mas essa coleta pode também ser feita com iscas atrativas (Costa-Leonardo, 1997).

O tamanho das populações de cupins varia com a idade, tamanho e temperatura do ninho, além da época do ano, tipo de solo (Bandeira e Torres, 1985), e da espécie desses insetos (Forti e Andrade, 1995). A densidade de termiteiros varia em função de fatores como a vegetação, o solo, o clima, a

espécie de cupim e o tempo em que a área permaneceu sem alteração (Lee e Wood, 1971; Forti e Andrade, 1995). A espécie *Heterotermes aureus* (Snyder) ocorre em altas densidades, com até 190 colônias/ha (Haverty et al., 1975).

O tipo de solo, com as proporções de areia, silte e argila, a distribuição desses componentes no perfil e na profundidade dos solos afetam, principalmente, a ocorrência de cupins que fazem ninhos em montículo, enquanto os subterrâneos são menos afetados (Lee e Wood, 1971).

Características da vegetação, também influenciam a distribuição de cupins e alguns ninhos epígeos só ocorrem em locais sombreados, embora o excesso de sombra exclua certas espécies (Kemp, 1955). Como relatado para a distribuição de espécies de cupins subterrâneos (Sands, 1965).

O padrão espacial apresentado por cupins é de maneira geral, agregado, como para aqueles subterrâneos em plantios de eucalipto (Bezerra e Wilcken, 1998b), consumidores de solo e matéria orgânica (Domingos et al., 1989), e em fragmentos na Amazônia Central (DeSouza, 1989). No entanto, porém esta distribuição pode mudar quando se altera o tamanho da amostra para se determinar esse padrão (DeSouza, 1989).

Planos de amostragem têm sido desenvolvido também para cupins de cerne e a distribuição espacial do ataque dessa praga em plantios de eucalipto foi mais bem representada pelo modelo de distribuição beta-binomial, indicando que o mesmo segue padrão agregado e o tamanho das parcelas foi estabelecido em uma linha de 40 plantas e o número mínimo das mesmas para a amostragem dos cupins de cerne foi definido em 29, 22 e duas parcelas em João Pinheiro para *Eucalyptus camaldulensis*, *E. urophylla* e *Corymbia citriodora*, respectivamente, e em quatro, sete e seis parcelas para *E. camaldulensis*, *E. urophylla* e *E. cloeziana* em Bocaiúva (Zanetti et al., 2005).

Planos de amostragem de cupins subterrâneos, com isca de papelão foram desenvolvidos para o monitoramento de cupins do gênero *Heterotermes*

em cana-de-açúcar (Almeida e Alves, 1995) e para o cupim de montículo *Cornitermes cumulans* (Almeida et al., 2000). Porém, foi estendido para o monitoramento em floresta devido à importância deste cupim nessas áreas. Um programa de monitoramento de cupins subterrâneos dos gêneros *Cornitermes* e *Syntermes*, em plantios de eucalipto, foi proposto com o número mínimo de amostras de uma isca de papelão/ha para o monitoramento de *Cornitermes* e uma parcela de 36m²/ha para *Syntermes* (Bezerra e Wilcken, 1998a).

O desenvolvimento de um plano de amostragem e o conhecimento do nível de dano econômico para cada região, são importantes para programas de manejo integrado de cupins subterrâneos. Para isso é preciso com conhecer as espécies que ocorrem na região e sua distribuição espacial, permitindo identificar áreas de plantio de eucalipto infestadas e não infestadas por cupins-praga. Diante disso, os objetivos deste trabalho foram: 1) identificar as espécies de cupins subterrâneos coletadas com iscas de papelão em plantios de eucalipto na região de cerrado em Minas Gerais; 2) verificar a distribuição espacial de cupins subterrâneos em plantios de eucalipto, para testar a hipótese de que a distribuição espacial de cupins subterrâneos em eucaliptais ocorre de forma agregada e; 3) desenvolver um plano de amostragem para cupins subterrâneos com iscas de papelão em plantios de eucalipto na região de cerrado em Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em plantios de eucalipto da V&M Florestal Ltda. nos municípios de João Pinheiro e Paraopeba, Minas Gerais, Brasil, de março de 2006 a outubro de 2007.

Talhões de eucalipto em fase de pré-plantio, foram selecionados sendo dois no município de Paraopeba e dez no município de João Pinheiro (Tabela 1). Cada talhão teve aproximadamente 10ha de sua área dividida em parcelas de 50

x 50m, com auxílio de um aparelho GPS (Global Position System). Os cupins subterrâneos foram amostrados com duas metodologias, pois os do gênero *Syntermes*, não são atraídos por iscas de papelão (Bezerra e Wilcken, 1998a).

Tabela 1. Características dos talhões utilizados para se elaborar o plano de amostragem de cupins subterrâneos em eucaliptais. Minas Gerais, 2008

Município	Fazenda	Projeto	Talhão	Área (ha)	Solo
Paraopeba	Itapoã	02 89	25	23,56	Muito argiloso
Paraopeba	Itapoã	02 89	29b	14,49	Muito argiloso
João Pinheiro	Campo Alegre	02B 90	23	39,71	Areia
João Pinheiro	Campo Alegre	02B 90	22	24,87	Areia
João Pinheiro	Campo Alegre	86	35	45,19	Areia franca
João Pinheiro	Campo Alegre	86	34	45,28	Areia franca
João Pinheiro	Sussuarana	1A88	33	47,35	Franco argilo arenoso
João Pinheiro	Sussuarana	1A 88	35	43,97	Franco argilo arenoso
João Pinheiro	Chapadinha	12 91	3	24,45	Franco argilo arenoso
João Pinheiro	Chapadinha	12 91	4	17,11	Franco argilo arenoso
João Pinheiro	Patagônia	3A84	5	20,41	Franco arenoso
João Pinheiro	Patagônia	3A 84	7	46,03	Franco arenoso

Na primeira metodologia, uma isca de papelão corrugado enrolado, com 25cm comprimento x 5cm diâmetro, saturada de água foi enterrada, no centro de cada parcela, 40 dias antes do plantio. Na segunda metodologia, os orifícios de saída de cupins subterrâneos do gênero *Syntermes* spp., foram contados em uma subparcela circular de 20m de raio a partir do centro da parcela. As iscas foram removidas após 30 dias e levadas ao laboratório de Entomologia Florestal do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras, onde os cupins foram contados e 20 soldados foram triados, e colocados em álcool 70%.

Dois exemplares de cada morfo-espécie foram enviados ao Dr. Reginaldo Constantino da Universidade de Brasília para identificação.

O modelo de distribuição espacial de cupins subterrâneos foi determinado baseando nos números de cupins nas iscas e de orifício de saída de *Syntermes*. O grau de agregação do número de cupins e de orifícios de *Syntermes* foi determinado pelos índices de razão variância média (I_d) e de Morisita ($I\delta$).

A razão de variância/média visa medir o desvio de um arranjo das condições de aleatoriedade (Pereira et al., 2004; Ribeiro, 2007), sendo representada por:

$$I_d = s^2/\hat{m} ;$$

em que: s^2 = variância amostral; m = média amostral. Neste índice, como critério de distribuição espacial (Li e Fitzpatrick, 1997), tem-se: se $I_d = 1$ a distribuição será aleatória ou ao acaso; $I_d > 1$ a distribuição será agregada; e se $I_d < 1$ a distribuição será regular. O teste de afastamento da aleatoriedade rejeita a aleatoriedade quando:

$$\chi^2 = I_d.(N-1) \geq x^2(N-1gl, \alpha);$$

em que: N = número de amostras; $x^2(N-1gl, \alpha)$ = distribuição qui-quadrado com $N-1$ graus de liberdade ao nível α de probabilidade (Pereira et al., 2004).

O índice de Morisita ($I\delta$) tem a vantagem de ser, relativamente, independente do tipo de distribuição, do tamanho da média e do número de amostras (Silveira Neto et al., 1976; Pereira et al., 2004), sendo dado por:

$$I\delta = N \frac{\sum x^2 - \sum x}{(\sum n)^2 - \sum x};$$

em que: n = número de amostras; $\sum x$ = somatório dos indivíduos presentes na amostra. Seu cálculo evidencia a distribuição espacial (Silveira Neto et al.,

1976): se $I\delta = 1$, a distribuição será aleatória ou ao acaso; $I\delta > 1$, a distribuição será agregada; e se $I\delta < 1$, a distribuição será regular. O teste de afastamento da aleatoriedade (Ribeiro et al., 2007), rejeita a aleatoriedade quando:

$$\chi^2_{\delta} = I\delta \cdot (\sum x - 1) + n - \sum x;$$

em que: n = número de amostras; $\sum x$ = somatório dos indivíduos presentes na amostra. As análises estatísticas foram realizadas com o programa R (R Development Core Team, 2005).

O número de parcelas de 2500m² para o monitoramento foi estimado a cada 10,6ha (área média amostrada entre os doze talhões). Então, o plano de amostragem foi determinado com os dados de distribuição reais com a formula:

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2} \sqrt{\sigma^2})}{E};$$

em que: n= tamanho da amostra (número de parcelas); Z= quantil da distribuição normal; α = nível de significância; σ = variância observada; E= erro esperado (10%). Este cálculo foi realizado para 95% de confiabilidade e com 5; 10; 15 e 20% de erro de estimativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que 53,0ha (62,4%) da área total amostrada estavam infestados por espécies do gênero *Syntermes* e 59,2ha (69,7%) por outras espécies coletadas com as iscas de papelão, totalizando 67,1% de área total infestada por cupins subterrâneos (Tabela 2). As áreas estudadas apresentaram diferença na percentagem de infestação. A presença de *Syntermes* não foi constatada nos talhões 33 e 35, da fazenda Sussuarana, porém em todas as áreas foram coletados cupins nas iscas. Por outro lado, toda a área amostrada dos

talhões 3 e 4 da fazenda Chapadinha, estavam infestadas por cupins do gênero *Syntermes*.

Tabela 2. Infestação por cupins subterrâneos e caracterização das áreas utilizadas para o levantamento e desenvolvimento do plano de amostragem. Minas Gerais, 2007

Município	Fazenda	Talhão	Área	Área infestada				
			amostrada (ha)	<i>Syntermes</i> (ha)	Isca (ha)	Total (ha)	(%)	
Paraopeba	Itapoã	25	12,25	*na	7,00	7,00	57,1	
		29b	10,00	*na	5,50	5,50	55,0	
		23	10,50	4,75	7,00	7,75	73,8	
	Campo Alegre	22	10,00	7,00	9,00	9,75	97,5	
		35	10,50	6,50	5,50	8,25	78,6	
João Pinheiro	Sussuarana	34	10,50	7,75	5,00	8,75	83,3	
		33	10,50	0,00	2,25	2,25	21,4	
	Patagônia	35	10,50	0,00	3,00	3,00	28,6	
		5	10,50	3,50	4,25	6,25	59,5	
		7	10,50	2,50	3,50	5,50	52,4	
	Chapadinha	3	10,50	10,50	4,00	10,50	100,0	
		4	10,50	10,50	3,25	10,50	100,0	
	Total			126,75	53,00	59,25	85,00	67,1

*na – não avaliado.

Não foi possível avaliar a presença de *Syntermes* no município de Paraopeba, pois os talhões apresentavam uma vegetação de cerrado nativo muito abundante, o que impediu a observação dos orifícios de cupins deste gênero. Portanto, a forma de avaliação de *Syntermes* deve ser aprimorada em áreas de reforma ou implantação com vegetação muito densa. Sugere-se o

desenvolvimento de iscas atrativas para esses cupins ou o uso de bioindicadores. Um possível indicador da presença de *Syntermes* poderia ser a presença de outras espécies de cupins coletadas nas iscas, com alta correlação entre elas.

Seis espécies de cupins, de duas famílias e três subfamílias foram coletadas nas iscas de papelão nos doze talhões de eucalipto (Tabela 3). A família Rhinotermitidae foi coletada em todas as áreas, mas foi representada, apenas, por *Heterotermes tenuis* (Hagen), que estava presente em 64,1% das amostras em João Pinheiro e foi a única espécie coletada em Paraopeba. As demais espécies pertenciam a família Termitidae, representada por *Cylindrotermes brevipilosus* Snyder, 1926 da subfamília Termitinae presente em 17,4% das amostras, e *Parvitermes bacchanalis* Mathews, 1977, *Velocitermes* sp., *Nasutitermes coxipoensis* (Holmgren) e *Nasutitermes kemneri* (Snyder & Emerson, 1949) da subfamília Nasutitermitinae (Tabela 3). Todos esses gêneros foram, também, coletados nas fazendas Chapadinha e Patagônia em João Pinheiro, porém em áreas diferentes deste trabalho (Amaral-Castro et al., 2004). O número de espécies de cupins coletadas com iscas de papelão em áreas com *Eucalyptus* spp. em Anhembi, São Paulo foi, também, o mesmo (Junqueira, 1999).

A alta abundância da espécie xilófaga *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1858) encontrada nas iscas, deveu-se ao grande número de troncos em decomposição presentes nas áreas de estudo, pois essa espécie é praga de tronco de árvores formadas, com mais de dois anos (Wilcken e Raetano, 1995) e rebrotas (Dietrich, 1989). Mesmo sendo praga de tronco, Junqueira (1999) sugeriu que essa espécie poderia estar utilizando mudas como fonte alimentar, pois foi verificado alto percentual de mortalidades de mudas em áreas com alta abundância dessa espécie.

Tabela 3. Espécies de cupins coletadas em plantios de *Eucalyptus* spp. com isca de papelão e distribuição das espécies nas amostras nos municípios de João Pinheiro (JP) e Paraopeba (PA), Minas Gerais, 2007

Família/ Subfamília	Espécie	Infestação (%)	
		JP	PA
Rhinotermitidae/			
Heterotermitinae	<i>Heterotermes tenuis</i>	64,1	100,0

Termitidae/			
Nasutitermitinae	<i>Nasutitermes coxipoensis</i>	2,0	-
	<i>Nasutitermes kemneri</i>	1,0	-
	<i>Parvitermes bacchanalis</i>	9,7	-
	<i>Velocitermes</i> sp.	5,6	-
Termitinae	<i>Cylindrotermes brevipilosus</i>	17,4	-

Por outro lado, esses cupins podem não ser pragas de mudas, mas sua presença pode estar correlacionada com a de outras espécies e servir como indicativo indireto da presença de outros cupins daninhos, como o *Syntermes*. A análise da correlação entre *Syntermes* e *Heterotermes* não foi significativa (Tabela 4), mostrando que a presença de *Heterotermes* nas iscas não é indicativo da presença da principal espécie-praga de mudas de eucalipto e nem pode ser usada para substituir a forma de avaliação da presença de *Syntermes* na área.

A presença de *Syntermes* apresentou correlação significativa apenas com *Cylindrotermes brevipilosus* (Tabela 4), que foi a segunda espécie em abundância. Esse gênero está associado ao hábito xilófago (Bandeira, 1983; Constantino, 2002) em trocos em decomposição, mas também foram encontrados danificando mudas de eucalipto (Dietrich, 1989).

Tabela 4. Correlação entre as parcelas infestadas pelo cupim do gênero *Syntermes* com as infestadas pelas seis espécies encontradas nas iscas (p< 0,05). Minas Gerais, 2007

Espécie	r - Pearson	p
<i>Heterotermes tenuis</i>	0,0468	0,3415
<i>Nasutitermes coxipoensis</i>	0,1136	0,0213
<i>Nasutitermes kemneri</i>	0,0561	0,2542
<i>Parvitermes bacchanalis</i>	0,1450	0,0034
<i>Velocitermes</i> sp.	0,1023	0,0380
<i>Cylindrotermes brevipilosus</i>	0,7296	<0,0001

A subfamília Nasutitermitinae é constituída por espécies comuns em povoamentos de eucalipto, mas *Nasutitermes coxipoensis* e *Nasutitermes kemneri* não foram registrados danificando eucalipto (Dietrich, 1989). *Parvitermes bacchanalis* e *Velocitermes* sp. alimentam-se de serrapilheira (Calderon e Constantino, 2007). Apenas *Nasutitermes aquilinus* (Holmgren, 1910) tem hábito xilófago em eucalipto, mas com pequena importância como praga (Constantino, 2002).

Apesar de inúmeros ninhos epígeos do gênero *Cornitermes*, terem sido encontrados, não foi detectada presença de espécies do mesmo em nenhuma das iscas. No entanto, não pode ser descartada a hipótese de terem sido encontrados representantes da casta operária desses insetos nas iscas, que não puderam ser identificadas.

Os valores da razão variância média (Id) e do índice de Morisita (I δ) foram maiores que a unidade em todos os talhões amostrados, demonstrando que a distribuição de cupins subterrâneos ocorreu de forma agregada (Tabela 5).

Tabela 5. Índices de razão variância/média (Id) e Morisita (I δ) para a distribuição espacial de cupins subterrâneos do gênero *Syntermes* e coletados nas iscas nos diferentes talhões em áreas de reforma com eucalipto, Minas Gerais, 2007 (p< 0,05)

Fazenda	Talhão	Isca de papelão				Orifícios de <i>Syntermes</i>			
		Id	χ^2	I δ	χ^2	Id	χ^2	I δ	χ^2
Itapoã	25	522,77	25093,04	2,37	113,81	*na	*na	*na	*na
Itapoã	29b	518,72	20230,07	2,43	94,69	*na	*na	*na	*na
Campo Alegre	23	453,76	18604,24	2,29	93,98	2,76	112,96	2,47	101,21
Campo Alegre	22	288,00	11231,85	1,55	60,49	2,73	106,46	1,96	76,59
Campo Alegre	35	562,87	23077,47	2,47	101,37	4,06	166,39	2,25	92,41
Campo Alegre	34	740,79	30372,25	3,66	150,15	6,90	282,90	2,31	94,90
Sussuarana	33	566,46	23224,88	8,82	361,48	-	-	-	-
Sussuarana	35	719,94	29517,71	5,48	224,53	-	-	-	-
Patagônia	5	602,32	24694,97	3,77	154,77	60,73	2490,05	12,03	493,30
Patagônia	7	688,35	28222,24	4,80	196,95	6,25	256,10	6,52	267,13
Chapadinha	3	598,85	24552,73	2,74	112,18	27,14	1112,91	1,63	66,96
Chapadinha	4	703,03	28824,27	3,65	149,71	7,14	292,79	1,31	53,84

*na – não avaliado.

A variância apresentou valores muito superiores à média, o que explica os altos valores para ambos os índices (Tabela 5). Esse resultado é semelhante ao padrão espacial agregado relatado para cupins dos gêneros *Syntermes* e *Cornitermes* em áreas de plantio de eucalipto (Bezerra e Wilcken, 1998b).

Como as variâncias foram maiores que as médias, as frequências observadas para as duas metodologias de amostragem se ajustaram a distribuição binomial negativa (Tabela 6), mostrando-se significativa para as duas metodologias e confirmando que os cupins subterrâneos distribuem-se de forma agregada.

Tabela 6. Teste de ajuste de distribuição binomial negativa calculado para cupins subterrâneos avaliados pela metodologia de iscas de papelão e de contagem de orifícios de *Syntermes* em áreas de reforma com eucalipto, Minas Gerais, 2007

Metodologia	Binomial negativa ($p < 0,05$)		
	χ^2	gl	k
Isca de papelão	37951,06	4	0,49
Orifícios de <i>Syntermes</i>	210,69	5	0,25

A intensidade amostral entre talhões de eucalipto (Tabela 7) e entre as metodologias de avaliação da infestação variou. Nos talhões 35 das fazendas Campo Alegre e Sussuarana a intensidade amostral foi superior a área amostrada, com erro amostral de 5% e a metodologia da isca de papelão. Menores variações foram observadas com a metodologia de contagem de orifícios de *Syntermes*, em várias situações, sendo que uma parcela por talhão permitiu estimar a infestação dessa praga (Tabela 7).

Tabela 7. Número ótimo de parcelas (n) para amostragem de cupins subterrâneos com isca e do gênero *Syntermes* em função do erro esperado (%), em áreas de reforma com eucalipto, Minas Gerais, 2007

Fazenda	Talhão	Área (ha)	Número de parcelas (n) por 10,6ha							
			Isca papelão				<i>Syntermes</i>			
			5%	10%	15%	20%	5%	10%	15%	20%
Itapoã	25	12,3	68	17	8	5	*na	*na	*na	*na
Itapoã	29b	10,0	66	17	8	5	*na	*na	*na	*na
Campo Alegre	23	10,5	61	16	7	4	1	1	1	1
Campo Alegre	22	10,0	59	15	7	4	1	1	1	1
Campo Alegre	35	10,5	71	18	8	5	1	1	1	1
Campo Alegre	34	10,5	69	18	8	5	1	1	1	1
Sussuarana	33	10,5	31	8	4	2	-	-	-	-
Sussuarana	35	10,5	71	18	8	5	-	-	-	-
Patagônia	5	10,5	55	14	7	4	3	1	1	1
Patagônia	7	10,5	54	14	6	4	1	1	1	1
Chapadinha	3	10,5	69	18	8	5	5	2	1	1
Chapadinha	4	10,5	66	17	8	5	2	1	1	1
Média	-	10,6	62	16	7	4	2	1	1	1

*na = não avaliado.

O estabelecimento de um plano de amostragem para toda a região mostrou que seriam necessárias 62 parcelas para a amostragem de cupins subterrâneos com iscas de papelão e, apenas, duas parcelas para a contagem de orifícios de *Syntermes*, para cada 10,6ha, com 5% de erro de estimativa e 95% de confiabilidade. O número de parcelas diminui para sete e uma a cada 10,6ha, com erro de 10% com a metodologia de iscas e orifícios de *Syntermes*, respectivamente (Tabela 7).

Os valores da variância calculada não puderam ser obtidos por simulações, devido ao pequeno número de parcelas amostradas no campo. Por isso, a intensidade amostral encontrada tem, apenas, a finalidade de diagnose da situação específica por talhão, não podendo ser extrapolada para áreas com diferentes condições, sem que se realize a validação do plano de amostragem proposto, com a amostragem em maior número de talhões por região.

CONCLUSÕES

Foram coletadas seis espécies de cupins subterrâneos com iscas de papelão em áreas de reforma de eucaliptais no cerrado de Minas Gerais;

Os cupins subterrâneos apresentaram distribuição espacial agregada em áreas de reforma de eucaliptais no cerrado de Minas Gerais;

O número de parcelas necessário para a amostragem de *Syntermes* foi menor que para a amostragem de outros cupins subterrâneos com iscas de papelão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. E. M.; ALVES, S. B. Seleção de armadilhas para captura de *Heterotermes tenuis* (Hagen). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Londrina, v. 24, n. 3, p. 619-624, dez. 1995.

ALMEIDA, J. E. M.; ALVES, S. B.; ALMEIDA, L. C. Controle de *Heterotermes tenuis* (Hagen) (Isoptera: Rhinotermitidae) e *Cornitermes cumulans* (Kollar) (Isoptera:Termitidae) com inseticida fipronil associado ao fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. em isca atrativa na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 67, n. 2, p. 235-241, jul./dez. 2000.

AMARAL-CASTRO, N. R. ZANETTI, R.; MORAES, J. C.; ZANUNCIO, J. C.; FREITAS, G. D.; SANTOS, M. S. Species of soil inhabiting termites (Insecta: Isoptera) collected in *Eucalyptus* plantations in the state of Minas Gerais, Brazil. **Sociobiology**, Chicago, v. 44, n. 3, p. 717-725, May/June 2004.

ANJOS, N.; SANTOS, G. P.; ZANUNCIO, J. C. Pragas do eucalipto e seu controle. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 141, p. 53, 1986.

BANDEIRA, A. G. **Estrutura ecológica de comunidades de cupins (Insecta, Isoptera) na zona Bragantina, Estado do Pará**. 1983. 151 p. Tese – (Doutorado em Biologia/Ecologia) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonas, Manaus.

BANDEIRA, A. G.; TORRES, M. F. P. Abundância e distribuição de invertebrados do solo em ecossistemas Amazônicos. O papel ecológico dos cupins. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, v. 2, n. 1, p. 13-38, dez. 1985.

BERTI FILHO, E. Cupins e florestas. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L. R. (Eds.). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 127-140.

BEZERRA JÚNIOR, N.S.; WILCKEN, C. F. Número mínimo de amostras para o monitoramento de cupins subterrâneos dos gêneros *Syntermes* e *Cornitermes* (Isoptera: Termitidae) em plantios de eucalipto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17., 1998, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro: SEB, 1998a. v. 2, p. 725.

BEZERRA JÚNIOR, N. S.; WILCKEN, C. F. Distribuição espacial de cupins subterrâneos dos gêneros *Syntermes* e *Cornitermes* (Isoptera: Termitidae) em plantios de eucalipto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17., 1998, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro: SEB, 1998b. v. 2. p. 725.

CALDERON, R. A.; CONSTANTINO, R. A survey of the termite fauna (Isoptera) of an eucalypt plantation in Central Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 391-395, 2007.

COSTA-LEONARDO, A. M. Métodos para coleta e estudo das populações de cupins subterrâneos. **Naturalia**, São Paulo, v. 22, p. 199-206, 1997.

CONSTANTINO, R. The pest termites of South America: taxonomy, distribution and status. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 126, n. 7-8, p. 355-365, Sept. 2002.

COWIE, R. H.; LOGAN, J. W. M.; WOOD, T. G. Termite (Isoptera) damage and control in tropical forestry with special reference to Africa and Indo-

Malasya: a review. **Bulletin of Entomological Research**, Wallingford, v. 79, n. 2, p. 173-184, June 1989.

DESOUZA, O. F. F. **Diversidade de térmitas (Insecta: Isoptera) e sua relação com a fragmentação de ecossistemas na Amazônia Central**. 1989. p. 85. Dissertação– (Mestrado em Entomologia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG..

DIETRICH, C. R. R. **Ocorrência de cupins (Insecta: Isoptera) em reflorestamento de *Eucalyptus* spp.** 1989. p. 68. Dissertação (Mestrado em Energia Nuclear na Agricultura) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

DOMINGOS, D. J.; GONTIJO, T. A.; CAVENAGHI, T. M. C. M. Partilha de alimento e espaço por térmitas em cerrado em Sete Lagoas, MG (Isoptera: Termitidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12., 1998, Belo Horizonte. **Resumos ...** Belo Horizonte: SEB, 1989. p. 77.

FORTI, L. C.; ANDRADE, M. L. de. Populações de cupins. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, R. L. (Eds.). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 29-51.

JONES, D. T.; EGGLETON, P. Sampling termite assemblages in tropical forests: testing a rapid biodiversity assessment protocol. **Journal of Applied Ecology**, v. 37, n. 1, p. 191-203, 2000.

JUNQUEIRA, L. K. **Cupins (Insecta: Isoptera) em plantios de *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae) na estação experimental de ciências florestais da Universidade de São Paulo, no município de Anhembi, São Paulo**. 1999. p. 57. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

HAVERTY, M. I.; NUTTING, W. L.; LAFAGE, J. P. Density of colonies and spatial distribution of foraging territories of the desert subterranean termite, *Heterotermes aureus* (Snyder). **Environmental Entomology**, Lanham, v. 4, n. 1, p. 105-109, Jun. 1975.

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

- LI, S. Y.; FITZPATRICK, S. M. Monitoring obliquebanded leafroller (Lepidoptera: Tortricidae) larvae and adults on raspberries. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 26, n. 2, p. 170-177, Mar. 1997.
- KEMP, P. B. The termites of North-eastern Tanganyika: their distribution and biology. **Bulletin of Entomological Research**, Wallingford, v. 46, n. 2, p. 113-135, 1955.
- MARICONI, F. A. M. **Inseticidas e seu emprego no combate às pragas**. 4. ed. São Paulo: Nobel, 1981. v. 2, 466 p.
- NAIR, K. S. S.; VARMA, R. V. Some ecological aspects of the termite problem in young eucalypt plantations in Kerala, India. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 12, n. 3/4, p. 287-303, 1985.
- PEREIRA, M. F. A.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; BARBOSA, J. C. Distribuição espacial de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 493-498, July/Aug. 2004.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R. Vienna: Foundation for Statistical Computing, 2005. 2576 p.
- RIBEIRO, R. D. **Distribuição espacial e plano de amostragem seqüencial para o monitoramento do pulgão-gigante-do-pinus, *Cinara atlantica* (Wilson, 1919) (Hemiptera: Aphididae: Lachninae), e do seu parasitóide *Xenostigmus bifasciatus* (Ashmead, 1891) (Hymenoptera: Braconidae)**. 2007. p. 151. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- SANDS, W. A. Termite distribution in man-modified habitats in West Africa, with special reference to species segregation in the genus *Trinervitermes* (Isoptera, Termitidae, Nasutermitinae). **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 34, n. 3, p. 557-571, 1965.
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N. A. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 419 p.
- ZANETTI, R.; AMARAL-CASTRO, N. R.; MORAES, J. C.; ZANUNCIO, J. C.; ANDRADE, H. B.; SOUZA-SILVA, A. Spatial distribution and sampling methodology of heartwood termite attacks (Isoptera: Rhinotermitidae) in

Eucalyptus spp. plantations in the brazilian savannah. **Sociobiology**, Chicago, v. 46, n. 2, n. 3, p. 655-665, 2005.

WARDELL, D. A. Control of termites in nurseries and young plantations in Africa: established practices and alternative courses of action. **Commonwealth Forest Review**, Oxford, v. 66, n. 1, p. 77-89, 1987.

WILCKEN, C. F. Danos de cupins subterrâneos *Cornitermes* sp. (Isoptera: Termitidae) em plantios de *Eucalyptus grandis* e controle com inseticidas no solo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v. 21, n. 3, p. 329-338, 1992.

**PERSISTÊNCIA DE RESÍDUOS DE FIPRONIL EM MUDAS DE
EUCALIPTO TRATADAS VIA IMERSÃO E SUA CONCENTRAÇÃO
NA CALDA INSETICIDA**

(Preparado de acordo com as normas da revista Neotropical Entomology)

RESUMO - A proteção das mudas de eucalipto contra o ataque de cupins subterrâneos é feita via imersão dessas em calda inseticida. Um dos produtos utilizados para isso, o fipronil (fenilpirasol) possibilita a proteção das mudas no campo por até seis meses, quando é aplicado imediatamente antes do plantio. No entanto, a persistência desse produto em mudas tratadas e submetidas à irrigação por vários dias antes do plantio não é conhecida. O presente trabalho buscou quantificar a concentração de fipronil no substrato e raízes de mudas tratadas e submetidas à irrigação por até 56 dias antes do plantio e quantificar a concentração de fipronil em calda sem agitação contínua durante 120 minutos, visando, determinar a viabilidade da centralização das operações de tratamento das mudas em viveiro dias antes do plantio; e verificar se os tanques de tratamento dessas mudas necessitam de sistema de agitação contínua. A determinação quantitativa do fipronil na muda e na calda foi feita com cromatografia líquida de alta eficiência, e com detector de ultravioleta. Não houve redução significativa na concentração de fipronil nas mudas submetidas à irrigação por 56 dias. A ausência de agitação contínua na calda de imersão promove redução na concentração do produto.

PALAVRAS- CHAVE: Eucalipto, termitas, pragas florestais, manejo integrado.

**PERSISTENCE OF FIPRONIL RESIDUES IN SEEDLINGS OF
EUCALYPTUS TREATED THROUGH IMMERSION AND ITS
CONCENTRATION IN THE INSECTICIDE SOLUTION**

(prepared according to the Neotropical Entomology)

ABSTRACT - The protection of eucalyptus seedlings against underground termites (Isoptera: Termitidae) is made, exclusively, with their immersion in insecticide solution. One of the products used, the fipronil (fenilpirasol) protects the seedlings in the field for up to six months, when it is applied, immediately, before plantation. However, the persistence of this product in treated seedlings and submitted to the irrigation by several days before plantation is unknown. The present work aimed to quantify the fipronil concentration in the substratum and roots of treated seedlings and submitted to the irrigation for, up to 56 days before plantation and to quantify the concentration of this insecticide in syrup without continuous stirring during 120 minutes to determine the viability of making treatment of seedlings in the nursery before the planting; and to verify if the treatment tanks need a system of continuous stirring. The quantitative determination of fipronil in the seedling and in the insecticide solution was done by liquid chromatography of high efficiency, and with ultraviolet detector. The fipronil concentration in the seedlings submitted to irrigation for up to 56 days did not decreased and it can constitute a practice in nurseries. The absence of stirring the insecticide solution reduced the concentration of this product.

KEY-Words: Eucalyptus, termites, forest pests, integrated management.

INTRODUÇÃO

Os primeiros relatos de danos por cupins subterrâneos datam de 1908 com o início dos plantios comerciais no estado de São Paulo. De um total de dois milhões de mudas plantadas de eucalipto, 70% apresentaram ataque de *Syntermes insidians* Silvestri, 1946 (Termitidae) e *Syntermes molestus* (Burmeister, 1839), com morte das mudas, logo após o transplante, pelo descorticamento total do pião (Fonseca, 1952).

Falhas no plantio por cupins podem variar de quatro a 80% na Índia (Nair e Varma, 1985), e de 50 a 80% na África (Wardell, 1987). No Brasil, foram encontradas 18% de mortalidade de mudas de *Eucalyptus grandis* por *Cornitermes* sp. (Wilcken, 1992). Isto é preocupante, pois a porcentagem aceitável de falhas em plantios comerciais encontra-se entre 2 e 5%, e acima destes níveis o replantio torna-se muito oneroso (Wilcken e Raetano, 1995).

Os cupins das mudas podem atacar a planta a partir de 15 dias do plantio até dois anos de idade, sendo a maior parte dos ataques nos quatro meses de plantio no campo, quando as plantas têm cerca de dez meses (Nair e Varma, 1985). Entretanto, o período de suscetibilidade das mudas varia com a espécie de cupim, pois a suscetibilidade de mudas de *Eucalyptus grandis* a *Cornitermes cumulans* (Kollar) (Termitidae) foi de 34 a 76 dias após o plantio (Wilcken, 1992).

O controle químico é necessário para evitar danos dos cupins às mudas. No início utilizavam-se substâncias como arsênico, naftalina, creosoto, carbolíneo, sulfato de cobre, aplicados na cova de plantio (Fonseca, 1949). Inseticidas organoclorados foram utilizados muitos anos e tinham, grande estabilidade no solo e longo poder residual (Peres Filho et al., 2004). A proibição dos clorados, levou a substituição por inseticidas com menor impacto ambiental, como o carbosulfan, tão promissor quanto os clorados (Resende et al., 1995). O fipronil e o imidaclopride foram os últimos produtos registrados

para o controle de cupins em florestas, via imersão das mudas em calda inseticida antes do plantio ou pulverização das mesmas após o plantio (Wilcken et al., 2002).

O fipronil é um inseticida do grupo químico fenilpirasol e seu modo de ação nos insetos caracteriza-se pelo bloqueio do receptor do ácido γ -aminobutírico (GABA) na entrada dos canais cloro dos neurônios. Isto leva a uma interrupção na atividade do sistema nervoso central e, conseqüentemente, a morte dos insetos (Cole et al., 1993). O fipronil age por contato e ingestão. A aplicação via imersão e no colo das mudas nas concentrações 0,35 e 0,5% de fipronil, protegeu as mudas de *E. grandis* contra *Cornitermes bequaerti* (Emerson, 1952) e *S. molestus* por, até, seis meses (Raetano e Wilcken, 1995).

A imersão de mudas de eucalipto em caldas inseticidas é realizada em tanques sem agitação contínua. Esses tanques são levados ao campo no momento do plantio com riscos de contaminação ambiental e aos aplicadores, além de desperdício do produto. Isto poderia ser evitado com a centralização das operações de tratamento preventivo das mudas no viveiro e, posteriormente, seu transporte ao campo, para o plantio. No entanto, nem sempre as mudas que saem do viveiro são plantadas imediatamente, e podem ser mantidas em viveiros de espera por 30 a 40 dias. Nessa situação, as mudas são submetidas à irrigação constante, o que pode reduzir a concentração do inseticida aplicado anteriormente no viveiro e comprometer a proteção dessas mudas contra cupins-praga. Sendo assim, este trabalho objetivou: 1) estudar a persistência do fipronil em raízes e substrato de mudas de eucalipto, submetidas à irrigação em viveiro por, até, 56 dias após o tratamento. A hipótese testada foi que a quantidade de produto não mudaria ao longo do tempo.; 2) quantificar a concentração de fipronil na calda de imersão de mudas sem agitação contínua. A hipótese testada foi que a concentração do produto na calda não varia ao longo do tempo.

MATERIAL E MÉTODOS

Vinte e cinco mudas de eucalipto foram produzidas pela V&M Florestal Ltda. e enviadas ao Laboratório de Entomologia Florestal (DEN/UFLA). Essas mudas foram imersas, até a altura do coleto, em calda inseticida a base de fipronil (800WG) a uma concentração de 4g do ingrediente ativo/litro de água, por 30 segundos, em recipiente de vidro (30x30x30cm) com uma coluna de 15cm de calda inseticida, suficiente para imergir as mudas até a altura do coleto (Figura 1). Esse tratamento foi feito quatro horas após a última rega das mudas, quando as mesmas foram transferidas para um viveiro de espera e regadas diariamente as oito, 11, 14 e 17 horas, durante 56 dias, com volume de 2,5 litros de água/ 100 mudas.



Figura 1. Imersão de mudas em calda inseticida a base de fipronil. Lavras, 2007.

A persistência do fipronil nas mudas foi investigada determinando-se a concentração do inseticida em amostras de substrato e raízes coletadas, imediatamente, após a aplicação e aos sete, 14, 28 e 56 dias desde a aplicação (Figuras 2a e 2b).



Figura 2. Coleta de substrato e raízes das mudas (a) e acondicionamento (b) dos diferentes tratamentos. Lavras, 2007.

Cinco mudas foram separadas em cada data de amostragem, aleatoriamente entre vinte e cinco mudas tratadas. A parte aérea da planta foi removida e o substrato, com as raízes de cada muda, foram pesados e analisados com relação à concentração de fipronil. A análise foi feita com metodologia analítica descrita em *Pesticides: Analytical Methods & Procedures* (U. S. EPA, 2007). O material foi submetido à extração de resíduos com acetona como solvente extrator. Os resíduos foram purificados por meio de partição líquido-líquido e cromatografia de coluna, utilizando-se florisil como material adsorvente. A concentração de fipronil foi determinada no extrato purificado, em sistema de cromatografia líquida de alta eficiência, com detector de ultravioleta, no Laboratório de Toxicologia de Inseticidas da Universidade Federal de Lavras. Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão ($p < 0,05$), com o programa estatístico R (R Development Core Team, 2005).

Em outro experimento, uma calda de fipronil (800WG) na concentração de 4g do ingrediente ativo/litro de água foi preparada, conforme recomendação do fabricante. Esta calda foi agitada até a homogeneização, apenas, no início do experimento. Em seguida, foram coletados 10ml da calda nos tempos zero, 15, 30, 60 e 120 minutos, sendo as alíquotas coletadas com uma pipeta, a uma

profundidade equivalente a 50% do total. As concentrações de fipronil foram determinadas com a mesma metodologia anterior.

O presente experimento não foi analisado estatisticamente, por não dispor de repetições, uma vez que, as variáveis experimentais puderam ser extremamente controladas em laboratório e que pequenas variações teriam resultado em erro analítico e não experimental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade de fipronil no substrato e raízes das mudas, imediatamente após a imersão foi de 39,73mg, sem diferença daquela aos 56 dias após o tratamento, de 29,85mg (Tabela 1). Isso demonstra que o fipronil persiste nas raízes das mudas por período maior que 56 dias, mesmo com regas constantes, o que permite concluir que não haverá perda de produto nas mudas tratadas, durante sua permanência nos viveiros de espera por, até, 56 dias. A diferença de 10mg entre a concentração inicial e após 56 dias, pode ser atribuída a grande variância nos tratamentos (4,1mg em média) (Tabela 1), principalmente, pela variação na quantidade de produto aplicado por planta, o que permite inferir que situação semelhante possa estar ocorrendo no campo. A diminuição desta variação seria possível com a uniformização da quantidade de substrato, incluindo seus elementos constituintes nos tubetes, e que as mudas tenham raízes com mesmas dimensões e em igual quantidade.

Os fatores que podem explicar a não-lixiviação do fipronil nas mudas após irrigação incluíram a sua baixa mobilidade no solo (Bobé, 1998) e, provavelmente, no substrato das mudas, além de ser uma molécula com alta estabilidade no solo (Ying e Kookana, 2002).

Tabela 1. Quantidade de fipronil (média \pm erro padrão) nas raízes de mudas de eucalipto por dia de avaliação após o tratamento via imersão em calda inseticida. Lavras, Minas Gerais 2007

Avaliações (dias)	Repetições	Quantidade de fipronil		
		mg	média \pm EP (mg)*	%
0	I	25,51	39,73 \pm 4,31	100
	II	45,45		
	III	48,24		
	IV	33,56		
	V	45,89		
7	I	43,26	35,99 \pm 4,91	90,59
	II	23,71		
	III	26,89		
	IV	36,11		
	V	49,98		
14	I	28,74	36,86 \pm 3,81	92,78
	II	31,35		
	III	32,48		
	IV	43,42		
	V	48,31		
28	I	37,34	33,60 \pm 4,08	84,57
	II	25,14		
	III	47,32		
	IV	32,10		
	V	26,10		
56	I	28,04	29,85 \pm 3,47	75,13
	II	29,85		
	III	40,71		
	IV	31,61		
	V	19,04		

* não significativo (F = 0,5414; p > 0,05); CV = 26,4%.

A concentração de fipronil na calda reduziu-se de 3,84 a 2,10g/l da primeira a última avaliação (Tabela 2), demonstrando que a calda deve ser agitada constantemente, para evitar a decantação do produto e a redução da quantidade de fipronil, para a proteção da muda contra cupins. Isto permite

concluir ser necessária a adoção de sistema de agitação contínua nos tanques para imersão das mudas.

Apesar do experimento ter sido realizado com ausência total de agitação da calda, é necessário avaliar no campo, se imersão das mudas no tanque seria suficiente para promover a agitação do produto e manter sua concentração na faixa recomendada.

O fipronil, empregado via imersão na concentração de 0,4%, teve eficiência de 100% contra os cupins *Syntermes molestus* e *Cornitermes bequaerti* por, até, 175 dias após ser aplicação (Alves et al., 1996). A concentração de 2g de fipronil/litro de água teve eficiência de 80% na proteção de mudas de eucalipto (Mendonça, 2005; Santos, 2005). Essa concentração é 50% menor que a recomendada e semelhante à encontrada na calda desse estudo (2,1g/L) após 120min (Tabela 2). Porém, a porcentagem de redução do produto na calda indica que, em um sistema sem agitação contínua, o produto seja disponibilizado para as mudas em concentrações que poderia comprometer sua eficácia no campo. Assim, a concentração de 0,2% empregada rotineiramente por vários produtores e sem um sistema de agitação contínua, poderia aumentar a susceptibilidade dessas mudas ao ataque de cupins subterrâneos.

Tabela 2. Concentração de fipronil na calda inseticida em diferentes intervalos de tempo após a homogeneização inicial. Lavras, Minas Gerais, 2007

Tempo (minutos)	Concentração de fipronil (g/l)	Redução (%)
0	3,84	0,00
15	3,54	7,81
30	3,42	10,94
60	3,07	20,05
120	2,10	45,31

CONCLUSÕES

A concentração de fipronil em raízes e substrato de mudas de eucalipto tratadas e submetidas à irrigação não variou ao longo do tempo, o que viabiliza o tratamento e permanência das mesmas em viveiro por, até, 56 dias antes do plantio;

A concentração de fipronil na calda de imersão de mudas sem agitação contínua diminui ao longo do tempo, mostrando a necessidade do emprego de agitação contínua da mesma no tratamento das mudas via imersão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A. N.; WILCKEN, C. F.; RAETANO, C. G. Controle de cupins subterrâneos (Isoptera) em plantios de eucalipto com imidacloprida e dissulfoton mais triadimenol. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., 1996, Salvador **Resumos ...** Salvador : SEB, 1996. v. 1, p. 253.

BOBE, A.; COOPER J. F.; COSTE C. M.; MULLER M. A. Behaviour of fipronil in soil under Sahelian plain field conditions. **Pesticide science**, Sussex, 1998, v. 52, n. 3, p. 275-281, Mar. 1998.

COLE, L. M.; RUSSELL, A. N.; CASIDA, J. E. Action of fenylpyrasole insecticides at the GABA-gated chlorid channel. **Pesticide Biochemistry Physiology**, San Diego, v. 46, n. 1, p. 47-54, May 1993.

FONSECA, J. P. Experiência de combate químico a cupins subterrâneos no horto florestal de Guarani. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 19, p. 57-84, 1949.

FONSECA, J. P. Emprego de inseticidas orgânicos no combate a cupins subterrâneos nocivos a mudas de eucalipto. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 13-19, 1952.

HU, X.P. Evaluation of efficacy and nonrepellency of indoxacarb and fipronil-treated soil at various concentrations and thicknesses against two subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 98, n. 2, p. 509-517, Apr. 2005.

HUANG, Q. Y.; LEI, C. L.; XUE, D. Field evaluation of a fipronil bait against subterranean termite *Odontotermes formosanus* (Isoptera: Termitidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 99, n. 2, p. 455-461, Apr. 2006.

MELO FILHO, R. M.; VEIGA, A. F. S. L. Eficiência do fipronil no controle do cupim de montículo, *Nasutitermes* sp. (Isoptera: Termitidae) em cana-de-açúcar. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 27, n. 1, p. 149-152, mar. 1998.

MENDONÇA, L. A.; ZANETTI, R.; SANTOS, A.; RIZENTAL, M. S. Avaliação da eficiência de inseticidas na proteção de mudas de eucalipto contra cupins subterrâneos na V&M Florestal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INSETOS SOCIAIS, 1., 1995, Belo Horizonte. **Resumos...** Viçosa, MG: UFV, 2005. 1 CD-ROM.

NAIR, K. S. S.; VARMA, R. V. Some ecological aspects of the termite problem in young eucalyptus plantations in Kerala, India. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 12, n. 3/4, p. 287-303, 1985.

PERES FILHO, O.; DORVAL, A. ; SCHMATZ, M. ; MOURA, R. G. Avaliação de inseticidas na proteção de *Eucalyptus camaldulensis* contra cupins de raízes no estado de Mato Grosso. **Revista de Agricultura Tropical**, Cuiabá, v. 8, n. 1, p. 33-42, 2004.

R DEVELOPMENT Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna: Foundation for Statistical Computing, 2005. 2576 p.

RESENDE, V. F.; ZANUNCIO, J. C.; GUEDES, R. N. C.; NOGUEIRA, P. B. Efeitos comparativos do carbo-sulfan e do aldrin na proteção de mudas de eucaliptos contra cupins subterrâneos. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, n. 3, p. 645-648, 1995.

SANTOS, A.; ZANETTI, R.; MENDONÇA, L. A.; RIZENTAL, M. S. Eficiência de inseticidas no tratamento preventivo de mudas de eucalipto contra cupins subterrâneos em Bocaiúva, Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INSETOSSOCIAIS, 1., 1995, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte: UFV, 2005. 1 CD-ROM.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Pesticides: analytical methods & procedures**. Washington: EPA, 2007. Disponível em: <<http://www.epa.gov/oppbead1/methods/ecme2g.htm#F>>. Acesso em: 23 jan. 2008.

WARDELL, D. A. Control termites in nurseries and young plantations in Africa: established practices and alternative courses of action. **Commonwealth Forest Review**, Oxford, v. 66, n. 1, p. 77-89, 1987.

WILCKEN, C. F. Danos de cupins subterrâneos *Cornitermes* sp. (Isoptera: Termitidae) em plantios de *Eucalyptus grandis* e controle com inseticidas no solo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Porto Alegre, v. 21, n. 3, p. 329-338, 1992.

WILCKEN, C. F.; RAETANO, C. G. Controle de cupins em florestas. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L. R. (Ed.). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 141-154.

WILCKEN, C. F.; RAETANO, C. G.; FORTI, L. C. Termite pests in *Eucalyptus* forests in Brasil. **Sociobiology**, Chicago, v. 40, n. 1, p. 179-190, 2002.

YING, G.G.; KOOKANA, R. Laboratory and field studies on the degradation of fipronil in a soil. **Australian Journal of Soil Research**, Victoria, v. 40, n. 7, p. 1095-1102, 2002.