

**AVALIAÇÃO E APERFEIÇOAMENTO DE
PROGRAMAS DE MANEJO DE FORMIGAS
CORTADEIRAS (HYMENOPTERA:
FORMICIDAE) EM EUCALIPTAIS**

MARCELO DE ALMEIDA REIS

2009

MARCELO DE ALMEIDA REIS

**AVALIAÇÃO E APERFEIÇOAMENTO DE
PROGRAMAS DE MANEJO DE FORMIGAS
CORTADEIRAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM
EUCALIPTAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Agronomia/Entomologia, área de concentração em Entomologia Agrícola, para a obtenção do título de “Doutor”.

Orientador

Prof. Ronald Zanetti Bonetti Filho

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

2009

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

Reis, Marcelo de Almeida.

Avaliação e aperfeiçoamento de programas de manejo de
formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) em eucaliptais /
Marcelo de Almeida Reis. – Lavras : UFLA, 2009.

66 p. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Ronald Zanetti Bonetti Filho.

Bibliografia.

1. Saúvas. 2. Amostragem. 3. Isca formicida. 4. Controle
sistemático. 5. *Eucalyptus*. I. Universidade Federal de Lavras. II.
Título.

CDD – 595.796

MARCELO DE ALMEIDA REIS

**AVALIAÇÃO E APERFEIÇOAMENTO DE
PROGRAMAS DE MANEJO DE FORMIGAS
CORTADEIRAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM
EUCALIPTAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Agronomia/Entomologia, área de concentração em Entomologia Agrícola, para obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 27 de março de 2009

Prof. Geraldo Andrade Carvalho	UFLA
Prof. Jair Campos Moraes	UFLA
Prof. Sebastião Lourenço Assis Júnior	UFVJM
Lúcia Aparecida Mendonça	INPI

Prof. Dr. Ronald Zanetti Bonetti Filho

UFLA

(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2009

A Deus por iluminar meu caminho.
Aos meus familiares, amigos e às pessoas que contribuíram e me
incentivaram a concretizar esta etapa de minha vida,

AGRADEÇO

À minha esposa Janaine, pelo carinho, apoio e companheirismo.
À minha filha Giovana.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Entomologia, pela oportunidade que me foi concedida para a realização e conclusão do curso de Doutorado em Agronomia – Área de Concentração Entomologia.

À FAPEMIG pela concessão da bolsa de estudo e ao CNPq pelo apoio financeiro.

À Celulose Nipo-Brasileira e a V&M Florestal pelo apoio técnico e financeiro; indispensáveis para a execução desta pesquisa, em especial aos respectivos funcionários Alex Medeiros e Bianca Vique Fernandes.

Aos colegas de curso, professores e funcionários que, também, contribuíram para realização deste trabalho.

Ao Professor Ronald Zanetti pela orientação, incentivo e amizade.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO GERAL.....	i
GENERAL ABSTRACT.....	iii
1 Introdução Geral.....	1
2 Referências Bibliográficas.....	4
ARTIGO 1: Avaliação da precisão e do custo do monitoramento e do controle de formigas cortadeiras em eucaliptais do Cerrado e da Mata Atlântica, Minas Gerais, Brasil.	9
1 Resumo.....	10
2 Abstract.....	11
3 Introdução.....	12
4 Material e Métodos.....	14
4.1 Avaliação do sistema de monitoramento na região do Cerrado.....	14
4.2 Avaliação do sistema de monitoramento na região de Mata Atlântica.....	16
5 Resultados e Discussão.....	17
5.1 Avaliação do sistema de monitoramento na região do Cerrado.....	17
5.2 Avaliação do sistema de monitoramento na região de Mata Atlântica.....	21
6 Agradecimentos.....	23
7 Referências Bibliográficas.....	23
ARTIGO 2: Fatores que influenciam o carregamento e a devolução de isca formicida pelas formigas cortadeiras numa região de Mata Atlântica.....	27
1 Resumo.....	28
2 Abstract.....	29
3 Introdução.....	30
4 Material e Métodos.....	31
5 Resultados e Discussão.....	32
6 Conclusões.....	37
7 Agradecimentos.....	37
8 Referências Bibliográficas.....	38
ARTIGO 3: External increase of <i>Atta sexdens rubropilosa</i> (Hymenoptera: 42	

Formicidae) nests in eucalyptus plantations in the Atlantic Forest region of Minas Gerais state, Brazil.....	
1 Abstract.....	43
2 Resumo.....	44
3 Introduction.....	45
4 Material and Methods.....	46
5 Results and Discussion.....	47
6 Acknowledgements.....	51
7 Literature Cited.....	52
ARTIGO 4: Controle sistemático mecanizado de ninhos de formigas cortadeiras com isca granulada em eucaliptais em fase de manutenção.....	56
1 Resumo.....	57
2 Abstract.....	58
3 Introdução.....	59
4 Material e Métodos.....	60
5 Resultados e Discussão.....	61
6 Conclusões.....	64
7 Agradecimentos.....	64
8 Referências Bibliográficas.....	64

RESUMO GERAL

REIS, Marcelo de Almeida. **Avaliação e aperfeiçoamento de programas de manejo de formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) em eucaliptais.** 2009. 66 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG*.

Diversos programas de manejo de formigas cortadeiras foram desenvolvidos nos últimos anos na tentativa de reduzir seus danos à cultura de eucalipto no Brasil. Esses programas incluem sistemas de monitoramento e de controle, curvas de crescimento populacional, estimativas de dano econômico, entre outros. Muitos programas, no entanto, são utilizados em regiões diferentes das que foram desenvolvidos, ocasionando sérios erros de estimativa populacional e de tomada de decisão, que compromete sua confiabilidade e continuidade. Por isso, o pleno funcionamento desses programas requer o conhecimento e o aperfeiçoamento de todos os seus componentes. Nesse caso, os objetivos deste trabalho foram: avaliar a precisão e o custo de dois métodos de amostragem numa região de Cerrado; avaliar a precisão e o rendimento operacional do monitoramento e do controle de formigas cortadeiras numa região de Mata Atlântica; verificar os fatores que influenciam o carregamento e a devolução de isca formicida pelas formigas cortadeiras nessa última região; estimar o crescimento externo de ninhos de *Atta sexdens rubropilosa* na região de Mata Atlântica; e desenvolver um sistema de controle sistemático mecanizado dessas formigas em eucaliptais adultos. Pode-se concluir que o rendimento operacional do método de parcelas de tamanho fixo na região de Cerrado foi de 20,97 ha/hora. O método de amostragem por transectos em faixa apresenta menores erros e uma maior intensidade amostral que o método de parcelas de tamanho fixo na região de Cerrado, não diferindo do censo. O rendimento operacional do método de transecto em faixa na região de Mata Atlântica foi de 21,03 ha/hora. A área dos ninhos e a quantidade de isca formicida aplicada são superestimadas pelos controladores florestais no campo na região de Mata Atlântica. A marca comercial é o fator que mais exerce influência no carregamento e devolução de isca pelas formigas cortadeiras. *A. sexdens rubropilosa* carrega mais e devolve menos isca que *A. laevigata*. A temperatura não influencia o carregamento e devolução de isca. O carregamento de isca é menor em ninhos maiores; ao contrário da devolução. A taxa de devolução é proporcional ao aumento da precipitação. Ninhos localizados em maior altitude carregam mais e devolvem menos iscas pelas formigas cortadeiras na região de Mata Atlântica do Estado de Minas Gerais. A estimativa do crescimento externo de área total e área estratificada apresentou boa correção

* Orientador - Ronald Zanetti Bonetti Filho - UFLA

com a idade dos ninhos, contrastando com número de olheiros e número de montes. A velocidade de crescimento e o tamanho das colônias de *A. sexdens rubropilosa* são maiores nessa região de Mata Atlântica que na de Cerrado. A aplicação sistemática mecanizada de isca formicida granulada na menor dosagem (1kg/ha) foi eficiente (87,33%) para controlar as três classes de infestação de formigas cortadeiras. O rendimento operacional médio foi de 2,28 ha/h, com custo de R\$ 56,86/ha.

Palavras-chave: *Atta* spp., *Acromyrmex* spp. Monitoramento. Controle. *Eucalyptus* spp.

GENERAL ABSTRACT

REIS, Marcelo de Almeida. **Evaluation and improvement of management programs for leaf-cutting ants (Hymenoptera: Formicidae) in eucalyptus plantations.** 2009. 66 p. Thesis (Doctorate in Entomology) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG[†].

The leaf-cutting ants of *Atta* and *Acromyrmex* genera are the main pests in eucalyptus plantations in Brazil, causing damage at all stages of the culture development. Several of these ants management programs have been developed in the last few years in an attempt to reduce such damage. These programs include monitoring and control systems, curves of population growth, estimation of economic damage, among others. However, many programs are used in different regions of those they have been developed, causing serious mistakes in population estimation and decision-making, which undermines its reliability and continuity. Hence, the full operation of such programs requires the knowledge and the improvement of all its components. Considering that, the objectives of this study were: to evaluate the accuracy and cost of two sampling methods in the Savannah region of Minas Gerais; to evaluate the accuracy and performance of operational monitoring and the control of leaf-cutting ants in the Atlantic forest region; to check the influence of the loading and devolution of granulate baits from the nests of leaf-cutting ants in Atlantic Forest; to estimate the external growth of the nests of *Atta sexdens rubropilosa* in the region of Atlantic Forest; and to develop a mechanized system of systematic control of these ants in adult eucalyptus plantations. It was concluded that the operational efficiency of the randomized plots method in Savannah region was 20.97 ha/hour. The sampling by strip transects presents lower error and show a higher sample intensity than plots of fixed size methods in Savannah region. The operational efficiency of the strip transect method in Atlantic Forest region was 21.03 ha/hour. The area of the nests and the amount of bait applied are overestimated by the forest controllers in the Atlantic Forest region. The commercial brand is what most influences the loading and devolution of the bait by the leaf-cutting ants. *A. sexdens rubropilosa* loads more and returns less baits than *A. laevigata*. Temperature doesn't affect the loading and devolution of the baits. The bait loading is lower and the devolution is higher in big nests. The devolution rate is proportional to the increasing of the precipitation. Leaf-cutting ants from nests settled in higher altitudes load more and return less baits in the region of Atlantic Forest in the state of Minas Gerais. The estimate of external increase of TA and SA presented a good correlation with the age of the nests contrasting with the NH and NM. Growth speed and size of *A. sexdens rubropilosa* nests are higher

[†] Adviser - Ronald Zanetti Bonetti Filho - UFLA

in the Atlantic Forest region than in the Savannah's. The mechanized systematic application of granulated baits in the lower dosage 1kg/ha was efficient (87.33%) to control the infestation between the three classes of leaf-cutting ants. The average operating income was 2.28 ha/h, at a cost of R\$ 56.86/ha.

Keywords: *Atta* spp. *Acromyrmex* spp. Monitoring. Control. *Eucalyptus* spp.

1 Introdução Geral

No Brasil as formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) pertencentes aos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* são as principais pragas da eucaliptocultura. Esses insetos daninhos atacam intensamente e constantemente as plantas em qualquer fase de seu desenvolvimento, cortando suas folhas, flores, brotos e ramos finos, que são carregados para o interior de seus ninhos sob o solo, onde cultivam fungos simbiotes (Mariconi, 1970).

Os ninhos dessas formigas são subterrâneos com dezenas ou centenas de câmaras ligadas entre si e com o exterior por meio de galerias, o que dificulta o seu controle. A terra escavada é depositada sobre o solo imediatamente acima das câmaras, formando montes de terra solta, que indicam a localização e o tamanho do ninho (Gonçalves, 1964).

O manejo integrado de formigas cortadeiras baseia-se na manutenção de níveis de infestação por saúvas em áreas reflorestadas abaixo daquele considerado como causador de dano econômico, não sendo necessário, portanto, promover a erradicação de todos os ninhos nessas áreas (Anjos et al., 1993).

Os programas de manejo integrado de formigas cortadeiras têm sido utilizados nos últimos anos na tentativa de reduzir os danos causados por esses insetos. Esses programas são fundamentados na distribuição espacial dos insetos, sistemas de monitoramento, métodos de controle, curvas de crescimento populacional e estimativa de dano econômico.

A distribuição espacial dos ninhos de formigas cortadeiras refere-se à forma como eles se distribuem no campo e sua determinação prévia é imprescindível para a elaboração de um plano de amostragem (Silveira Neto et al., 1976). Diversos estudos têm mostrado que a distribuição espacial de ninhos de formigas cortadeiras em florestas cultivadas é casual (Zanetti et al., 2003a; Caldeira et al., 2005; Reis & Zanetti, 2005). Segundo Ramos et al. (2003) a

distribuição espacial dos ninhos foi agregada nas faixas mais próximas às bordas do talhão. Pinto (2006) também determinou a distribuição espacial agregada nas bordas do talhão. Isto possibilitaria o controle por faixas no talhão, sem necessidade de percorrê-lo todo, podendo reduzir a área a ser controlada, o custo da mão-de-obra e a quantidade de formicida aplicada no meio ambiente (Zanuncio et al., 2002; Ramos et al., 2003).

Com base no padrão de distribuição, criam-se os planos de amostragem utilizados no monitoramento desses insetos. As principais metodologias de amostragem utilizadas em florestas cultivadas são as parcelas de tamanho fixo (Oliveira et al., 1993; Caldeira, 2002; Araújo et al., 2003; Zanuncio et al., 2004; Reis, 2005; Cantarelli et al., 2006) e os transectos (Caldeira, 2002; Zanuncio et al., 2002; Reis, 2005; Sossai et al., 2005; Pinto, 2006). A aplicação desses métodos no monitoramento gera informações utilizadas na tomada de decisão de controle das formigas.

O controle dos ninhos das formigas cortadeiras é feito utilizando principalmente isca formicida granula à base de sulfluramida (Laranjeiro & Zanuncio, 1995; Zanuncio et al., 2000; Zanetti et al., 2003c, 2004), pois é um método prático e barato (Della Lucia & Vilela, 1993), possuindo elevada eficácia (Boaretto & Forti, 1997) e é considerado a forma de aplicação mais segura para os aplicadores (Forti et al., 2007), embora esse princípio ativo tenha sido alvo de restrições por alguns certificadores internacionais.

O carregamento e a devolução da isca formicida pela formigas cortadeiras podem ser influenciados por vários fatores, tais como a temperatura, umidade do ar, vento e altitude (Fowler & Robinson, 1979; Bento, 1993; Araújo et al., 2002; Viana et al., 2004; Anjos et al., 2008). O controle dos ninhos é realizado na época seca do ano (Ulhoa et al., 1979), porém, nesse período as temperaturas são baixas e os ninhos apresentam índices de pequenos carregamentos de isca. Já no verão, onde a umidade é grande, desfavorece a

aplicação de isca. De modo geral a apetência, o cheiro, a consistência, a cor, a resistência à umidade, o sinergismo com os adjuvantes de fabricação ou o inseticida, o tamanho dos grânulos, sua textura entre outros, são características importantes que devem conter as iscas e que são importantes no controle das formigas (Delabie et al., 2000).

Outro fator importante no controle e monitoramento de formigas é o uso da área de terra solta do ninho como parâmetro para determinar a dosagem de produto e o tamanho populacional desses insetos. Os programas de monitoramento e controle utilizam a área externa de colônias de formigas cortadeiras para a tomada de decisão de controle, previsão da época de combate, consumo de inseticidas e de mão-de-obra e avaliação da qualidade do controle. Então, equações foram obtidas para estimar o crescimento externo de ninhos de *A. sexdens rubropilosa* e *Atta laevigata* (F. Smith) (Hymenoptera: Formicidae), em região de Cerrado do estado de Minas Gerais, Brasil para se prever a época de controle dessas formigas em eucaliptais (Grandeza et al., 1999). Essas equações, contudo, subestimaram a velocidade de crescimento e o tamanho dos ninhos de *A. sexdens rubropilosa* na região da Mata Atlântica, necessitando ser ajustadas localmente.

Uma vez decidido pelo controle com isca, essas são aplicadas de forma localizada diretamente no ninho ou de forma sistemática na área, independentemente da localização dos ninhos (Oliveira et al., 1993). A aplicação sistemática manual ou mecanizada de isca granulada é comumente realizada nas etapas de implantação, reforma e ou regeneração da cultura, para o controle de saueiros pequenos e de quenquenzeiros (Oliveira et al., 1993; Morais et al., 1994). Trabalhos foram realizados com a finalidade de avaliar a eficiência da aplicação sistemática a granel e com micro porta-isca em áreas pré-plantio *Acromyrmex* spp. (Zanetti et al., 2003b; Ukan, 2008), porém, nenhum tratou de avaliar a sua eficácia em floretas de manutenção. Isso seria importante para

reduzir a quantidade de mão-de-obra empregada nessa operação e minimizar a exposição dos trabalhadores aos riscos de contaminação com inseticidas.

Nesse sentido, o objetivo geral desse trabalho foi avaliar e aperfeiçoar os programas de manejo de formigas cortadeiras em eucaliptais, por meio da execução de quatro trabalhos: 1) avaliação da precisão e do custo do monitoramento e do controle de formigas cortadeiras em eucaliptais do Cerrado e da Mata Atlântica de Minas Gerais; 2) fatores que influenciam o carregamento e a devolução de isca formicida pelas formigas cortadeiras numa região de Mata Atlântica; 3) crescimento externo de ninhos de *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae) em eucaliptais da região de Mata Atlântica no estado de Minas Gerais, Brasil; e 4) controle sistemático mecanizado de ninhos de formigas cortadeiras com isca granulada em eucaliptais em fase de manutenção.

2 Referências Bibliográficas

ANJOS, N.; ARNHOLD, A.; CORRÊA, G. V. V.; STUMPF, K. Árvores e formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha, v. 1, n. 2, p. 11-16, 2008.

ANJOS, N.; MOREIRA, D. D. O.; DELLA LUCIA, T. M. C. Manejo integrado de formigas cortadeiras em reflorestamentos. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **As formigas cortadeiras**. Viçosa, MG: UFV, 1993. p. 212-241.

ARAÚJO, M. S.; DELLA LUCIA, M. T. C.; LIMA, C. A.; SOUZA, D. J.; PETTERNELLI, E. F. Foraging activity of *Acromyrmex laticeps nigrosetosus* Forel (Hymenoptera, Formicidae) in *Eucalyptus* stands. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1321-1325, Sept./Oct. 2002.

ARAÚJO, M. S.; DELLA LUCIA, M. T. C.; SOUZA, D. J. Estratégias alternativas de controle de formigas cortadeiras. **Bahia Agrícola**, Salvador, v. 6, n. 1, p. 71-74, set./dez. 2003.

BENTO, J. M. S. **Condições climáticas para vôo nupcial e reconhecimento dos indivíduos em *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae)**. 1993. 98 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BOARETTO, M. A. C.; FORTI, L. C. Perspectivas no controle de formigas cortadeiras. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 11, n. 30, p. 31-46, maio 1997.

CALDEIRA, M. A. **Planos de amostragem de saueiros em eucaliptais**. 2002. 39 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CALDEIRA, M. A.; ZANETTI, R.; MORAES, J. C.; ZANUNCIO, J. C. Distribuição espacial de saueiros (Hymenoptera: Formicidae) em eucaliptais. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 34-39, jan./abr. 2005.

CANTARELLI, E. B.; COSTA, E. C.; ZANETTI, R.; PEZZUTTI, R. Plano de amostragem de *Acromyrmex* spp. (Hymenoptera: Formicidae) em áreas de pré-plantio de *Pinus* spp. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 385-390, mar./abr. 2006.

DELABIE, J. H. C.; DELLA LUCIA, T. M. C.; PASTRE, L. Protocolo de Experimentação para avaliar a atratividade de novas formulações de iscas granuladas utilizadas no controle das formigas cortadeiras *Acromyrmex* spp. e *Atta* spp. (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae: Attini) no campo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 29, n. 4, p. 843-848, jul./ago. 2000.

DELLA LUCIA, T. M. C.; VILELA, E. F. Métodos atuais de controle e perspectivas. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **As formigas cortadeiras**. Viçosa, MG: UFV, 1993. p. 163-190.

FORTI, L. C.; PRETTO, D. R.; NAGAMOTO, N. S.; PADOVANI, C. R.; CAMARGO, R. S.; ANDRANDE, A. P. P. Dispersal of the delayed action insecticide sulfluramid in colonies of the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, Chicago, v. 50, n. 3, p. 1-15, July/Sept. 2007.

FOWLER, H. G.; ROBINSON, S. W. Foraging by *Atta sexdens* (Formicidae: Attini): seasonal pattern caste and efficiency. **Ecological Entomology**, London, v. 4, n. 3, p. 239-247, 1979.

GONÇALVES, C. R. As formigas cortadeiras. **Boletim de Campo**, Pelotas, v. 20, n. 181, p. 7-23, 1964.

GRANDEZA, L. A. O.; MORAES, J. C.; ZANETTI, R. Estimativa do crescimento externo de ninhos de *Atta sexdens rubropilosa* Forel e *Atta laevigata* (F. Smith) (Hymenoptera: Formicidae) em áreas de reflorestamento com eucalipto. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 59-64, jan./fev. 1999.

LARANJEIRO, A. J.; ZANUNCIO, J. C. Avaliação da isca à base de sulfuramida no controle de *Atta sexdens rubropilosa* pelo processo dosagem única de aplicação. **IPEF**, Piracicaba, v. 48/49, p. 144-152, jan./dez. 1995.

MARICONI, F. A. M. **As saúvas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1970. 167 p.

MORAIS, E. J.; OLIVEIRA, A. C.; BARCELOS, J. A. V.; CRUZ, J. E. Sistema de monitoramento e controle formigas cortadeiras na Mannesmann. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO NO CONTROLE DE FORMIGAS CORTADEIRAS, 3., 1994, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: PCMIP/IPEF, 1994. p. 51-61.

OLIVEIRA, A. C.; BARCELOS, J. A. V.; MORAES, E. J.; FREITAS, G. D. Um estudo de caso: o sistema de monitoramento e controle de formigas cortadeiras na Mannesmann&Florestal Ltda. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **As formigas cortadeiras**. Viçosa, MG: UFV, 1993. p. 242-255.

PINTO, R. **Amostragem e distribuição espacial de colônias de formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) em eucaliptais**. 2006. 66 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

RAMOS, V. M.; FORTI, L. C.; ANDRADE, A. P. P.; LOPES, J. F. S.; CAMARGO, R. S.; VERZA, S. S.; NORONHA, N. C. Densidade e distribuição espacial de colônias de *Atta sexdens rubropilosa* e *Atta laevigata* (Hym.: Formicidae) em área de plantio de *Eucalyptus* spp. In: SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 16., 2003, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2003. p. 174-176.

REIS, M. A. **Estudo de métodos aleatório e de distâncias para amostragem de formigas cortadeiras em eucaliptais**. 2005. 55 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

REIS, M. A.; ZANETTI, R. Distribuição espacial e tamanho ótimo de parcelas para amostragem de formigueiros em eucaliptais da Cenibra. In: SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 17., 2005, Campo Grande, MS. **Resumos...** Campo Grande: UFGD/UFMS-CPDO/DCB, 2005. v. 1, p. 271-273.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; NOVA, N. A. V. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Ceres, 1976. 420 p.

SOSSAI, M. F.; ZANUNCIO, J. C.; LEITE, H. G.; ZANETTI, R.; SERRÃO, J. E. Transects to estimate the number of leaf-cutting ant nests (Hymenoptera: Formicidae) in *Eucalyptus urophylla* plantations. **Sociobiology**, Chicago, v. 46, n. 3, p. 667-676, Mar. 2005.

UKAN, D. **Avaliação qualitativa e quantitativa de micro-porta iscas para o controle de formigas cortadeiras, em plantios de *Eucalyptus urograndis* submetidos a diferentes cronogramas silviculturais**. 2008. 76 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

ULHOA, M. A.; FREITAS, A. L.; MAGALHÃES, J. G. R. **Sistema de combate e controle de formigas na floresta Acesita S/A**. Piracicaba: IPEF, 1979. 9 p. (Circular técnica, 83).

VIANA, L. R.; SANTOS, J. C.; ARRUDA, L. J.; SANTOS, G. P.; FERNANDES, G. W. Foraging patterns of the leaf-cutter ant *Atta laevigata* (Smith) (Myrmicinae: Attini) in an area of Cerrado vegetation. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 391-393, May/June 2004.

ZANETTI, R.; CALDEIRA, M. A.; MORAES, J. C.; ZANUNCIO, J. C.; REIS, M. A.; GOMIDE, M. L. Distribuição espacial de saúveiros (Hymenoptera: Formicidae) em eucaliptais. In: SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 16., 2003, Florianópolis, SC. **Resumos...** Florianópolis: UFSC, 2003a. v. 1, p. 353-355.

ZANETTI, R.; DIAS, N.; REIS, M.; SOUZA-SILVA, A.; MOURA, M. A. Eficiência de iscas granuladas (Sulfluramida 0,3%) no controle de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 878-882, jul./ago. 2004.

ZANETTI, R.; ZANUNCIO, J. C.; MAYHÉ-NUNES, A. J.; MEDEIROS, A. G. B.; SOUZA-SILVA, A. Combate sistemático de formigas-cortadeiras com iscas granuladas, em eucaliptais com cultivo mínimo. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 387-392, maio/jun. 2003b.

ZANETTI, R.; ZANUNCIO, J. C.; SOUZA-SILVA, A.; ABREU, L. G.
Eficiência de isca formicida aplicada sobre o monte de terra solta de ninhos de *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 407-410, 2003c.

ZANUNCIO, J. C.; LOPES, E. T.; LEITE, H. G.; ZANETTI, R.; SEDIYAMA, C. S.; FIALHO, M. C. Q. Sampling methods for monitoring the number area of colonies of leaf cutting ants (Hymenoptera: Formicidae) in *Eucalyptus* plantations in Brazil. **Sociobiology**, Chicago, v. 44, n. 2, p. 337-344, Mar./Apr. 2004.

ZANUNCIO, J. C.; LOPES, E. T.; ZANETTI, R.; PRATISSOLI, D.; COUTO, L. Spatial distribution of nests of the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: formicidae) in plantations of *Eucalyptus urophylla* in Brazil. **Sociobiology**, Chicago, v. 39, n. 2, p. 231-242, Mar./Apr. 2002.

ZANUNCIO, J. C.; MAGESTE, G.; PEREIRA, J. M. M.; ZANETTI, R.
Utilización del cebos Mirex-S (sulfloramida 0,3%) para el control de *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae) en área estratificada de hormigueros. **Revista Colombiana de Entomología**, Bogota, v. 26, n. 1/2, p. 157-160, 2000.

ARTIGO 1

Avaliação da precisão e do custo do monitoramento e do controle de formigas cortadeiras em eucaliptais do cerrado e da Mata Atlântica, Minas Gerais, Brasil

O artigo 1 será transcrito no formato do Periódico Científico **Neotropical Entomology** e encaminhado para submissão

1 Resumo

Os métodos mais utilizados para o monitoramento das formigas cortadeiras são as parcelas de tamanho fixo e transectos. Esses métodos são essenciais na tomada de decisão de controle dos ninhos, na quantificação de isca formicida e mão-de-obra gasta. Não existem, no entanto, estudos relacionados ao controle de qualidade desses métodos. Por isso, este trabalho teve como objetivos: avaliar a precisão e o custo de sistemas de monitoramento por parcelas de tamanho fixo e por transectos em faixa em áreas do Cerrado mineiro; avaliar o controle de qualidade do método de transectos em faixa e os rendimentos operacionais do controle dos ninhos de formigas cortadeiras na região de Mata Atlântica. Conclui-se que o rendimento operacional do método de parcelas de tamanho fixo na região de Cerrado foi de 20,97 ha/hora. O método de amostragem por transectos em faixa apresenta menor erro e maior intensidade amostral que o método de parcelas de tamanho fixo na região de Cerrado. O rendimento operacional do método de transecto em faixa na região de Mata Atlântica foi de 21,03 ha/hora. A área dos ninhos e a quantidade de isca formicida aplicada são superestimadas pelos controladores florestais na região de Mata Atlântica.

Palavras-chave: Amostragem. Formicidae. *Eucalyptus* spp. Qualidade.

Evaluation of accuracy and cost of monitoring and control of leaf-cutting ants in eucalyptus plantation in Savannah and in Atlantic Forest regions, Minas Gerais, Brazil

2 Abstract

The most used methods for monitoring the leaf-cutting ants are the plots of fixed size and transects. These methods are essentials to make a decision on the nests control, the quantification of insecticide baits and labor spent. However there are no studies related to the quality control of these methods. Therefore, this study aimed to evaluate the accuracy and costs of monitoring systems by plots of fixed size and strip transects in areas of Savannah in Minas Gerais, to evaluate the quality of control of the method of strip transects and operating income of the control of nests of leaf-cutting ants in Atlantic Forest region. It was concluded that the operational efficiency of the randomized plots method in Savannah region was 20.97 ha/hour. The sampling by strip transects presents lower error and show a higher sample intensity than plots of fixed size methods in Savannah region. The operational efficiency of the strip transect method in Atlantic Forest region was 21.03 ha/hour. The area of the nests and the amount of bait applied are overestimated by the forest controllers in the Atlantic Forest region.

Keywords: Sampling. Formicidae. *Eucalyptus* spp. Quality.

3 Introdução

Os principais métodos de amostragem de formigas cortadeiras utilizados no setor florestal no Brasil são as parcelas de tamanho fixo (Oliveira et al., 1993; Caldeira, 2002; Araújo et al., 2003; Zanuncio et al., 2004; Reis, 2005; Cantarelli et al., 2006) e os transectos (Caldeira, 2002; Zanuncio et al., 2002; Reis, 2005; Sossai et al., 2005; Pinto, 2006). Esses métodos de amostragem têm sido utilizados nos programas de manejo das formigas cortadeiras e têm apresentado erro amostral variando entre 10% e 30%, com 95% de confiabilidade (Zanetti et al., 2008).

Uso do método de parcelas de tamanho fixo foi desenvolvido na região de Cerrado em Paraopeba, Minas Gerais, utilizando parcela de 720 m² a cada 5 ha (Oliveira et al., 1993). Novos estudos na região de Bocaiúva, Minas Gerais, ajustaram o tamanho ótimo das parcelas para 840 m² a cada 3 ou 6 ha, com um erro esperado de 5% ou 10%, respectivamente, para representar tanto a área como a densidade de formigueiros, com uma intensidade amostral de 2,64% ou 1,32% (Zanetti et al., 2003).

Na região de Mata Atlântica, o tamanho ótimo das parcelas de tamanho fixo foi estimado para o Vale do Rio Doce, Minas Gerais, obtendo-se os tamanhos ótimos de 420 m² para área e 160 m² para densidade de ninhos, com uma intensidade amostral adequada variando entre 5,18 e 9,21%, com erro esperado entre 20 e 15%, respectivamente, (Reis & Zanetti, 2005).

A estimativa do tamanho ótimo das parcelas para amostragem de ninhos de *Acromyrmex* spp., em áreas de pré-plantio de pinos, na Argentina, foi de 614m² para amostrar a densidade de formigueiros. A intensidade amostral recomendada foi de 10,5%, resultando no lançamento de 1,5 parcelas de 700m²/ha, com um erro esperado de 24% (Cantarelli et al., 2006). Para

Acromyrmex crassispinus (Forel, 1909) em plantio de *Pinus taeda* em Santa Catarina, as parcelas variaram de 180 m² a 530 m² (Nickele, 2008).

O método de transectos consiste na contagem do número de formigueiros numa faixa de plantio, começando em uma das bordas do talhão reflorestado e terminando na outra. Esse método foi desenvolvido por Sossai (2001), na região de Cerrado de Montes Claros, Minas Gerais, ao concluir que o lançamento de transectos de nove metros de largura, a partir da sétima linha de plantio, representou melhor o censo do que outros métodos. Nessa mesma região foi constatado que o lançamento de um transecto de nove metros de largura a cada 120 metros de distância pode ser recomendado para monitorar o número e área de colônias de formigas cortadeiras (Zanuncio et al., 2004).

Trabalho semelhante, realizado no município de Bocaiúva, Minas Gerais, determinou que as linhas de plantio 1, 3, 5, 7 ou 9 podem ser utilizadas para o lançamento do primeiro transecto, para estimar a área (m²/ha) e a densidade de saúveiros (n/ha), e a distância ótima entre transectos foi de 96 metros, por implicar em menor custo com amostragem (Caldeira, 2002). Optou-se pela seleção da quinta linha por ter apresentado maior valor numérico de correlação e pelo fato de as primeiras linhas terem alinhamento irregular, o que dificultaria o caminhamento (Zanuncio et al., 2003).

Na região de Mata Atlântica do Vale do Rio Doce, Minas Gerais, a melhor distância entre os transectos em faixa foi de 96 metros, lançados a partir da terceira linha de plantio, com intensidade amostral de 6,25% (Reis et al., 2005).

Embora existam vários estudos sobre planos de amostragem de formigas cortadeiras em florestas cultivadas, poucos tratam de validar e avaliar a qualidade da execução desses planos em campo.

Além do desenvolvimento de planos de amostragem, os programas de manejo requerem estudos sobre os métodos de controle dos ninhos. A utilização

de iscas granuladas para o controle de formigas cortadeiras é a técnica mais utilizada, porque oferece maior segurança ao aplicador, dispensa mão-de-obra e equipamento especializado e permite o tratamento de colônias em locais de difícil acesso (Loeck & Nakano, 1984).

Vários estudos trataram de avaliar o desempenho das iscas granuladas no controle das formigas cortadeiras (Laranjeiro & Zanuncio, 1995; Cruz et al., 1996, 2000; Alves et al., 1997; Zanuncio et al., 2000; Zanetti et al., 2003). Não foram verificadas, porém, pesquisas que avaliassem a qualidade das operações de controle com iscas. Essas informações são importantes para a quantificação da mão-de-obra necessária no processo de monitoramento e de controle dos ninhos, bem como na estimativa da quantidade de isca gasta e no controle correto dos ninhos. Isso evita a sub ou superestimativa da quantidade gasta de formicida, reduzindo custos e impacto ambiental.

Diante de exposto, os objetivos deste trabalho foram:

- 1) Avaliar o sistema de monitoramento de formigas cortadeiras pelo método de parcelas de tamanho fixo e validar o método de transectos em faixa na região do Cerrado. A hipótese testada foi que a estimativa da área de terra solta (AT) dos ninhos de formigas cortadeiras pelos métodos testados não difere do censo populacional:

$$H_0 = AT_{\text{censo}} = AT_{\text{parcelas de tamanho fixo}} = AT_{\text{transectos em faixa}}$$

- 2) Avaliar a qualidade do monitoramento com transectos em faixa e o controle de formigas cortadeiras na região de Mata Atlântica de Minas Gerais.

4 Material e Métodos

4.1 Avaliação do sistema de monitoramento na região do Cerrado

Foram selecionados quatro talhões de eucaliptos numa região de Cerrado, nos municípios de Paraopeba e João Pinheiro e três em Bocaiúva, Minas Gerais, totalizando uma área de aproximadamente 263 hectares. Os

talhões foram representativos de cada região e tinham características semelhantes quanto à topografia, tipo de solo, espécie cultivada, idade de plantio e tratos culturais. Em cada talhão, todos os formigueiros foram contados e medidos de acordo com sua área total de terra solta. As espécies amostradas foram *Atta sexdens rufopilosa* Forel, 1908, *Atta laevigata* (F. Smith, 1858) e *Acromyrmex* spp.

Nesses talhões, foram lançados de transectos em faixa a cada distância múltipla de 24 metros, variando de 24 a 192 metros. Considerou-se o transecto em faixa como uma parcela com largura correspondente a duas entrelinhas de plantio (6 metros) e comprimento igual ao da linha de plantio, onde são contados e medidos todos os formigueiros.

Foi gerada uma matriz de correlação entre os valores obtidos com os transectos e o censo de cada talhão. A melhor linha para o lançamento do primeiro transecto e a melhor distância entre eles foram apontadas como aquela que apresentou a estimativa do número de formigueiros semelhante e mais próxima do censo (r-Pearson; $p < 0,05$).

Os mesmos talhões foram monitorados pelo método de parcelas de 840 m², lançadas ao acaso a cada 5 ha (Caldeira, 2002), por um monitor e por um avaliador, com a finalidade de verificar a qualidade da operação e os erros de estimativa através da fórmula: $E = ((\text{valor real censo} - \text{valor estimado}) / \text{valor real censo}) * 100$. Foram medidos e analisados os tempos (em minutos) gastos nas atividades por amostra e por talhão, utilizando o teste de Scott-knott ($p > 0,05$), utilizando o programa Sisvar (Ferreira, 2000). Determinou-se, também, a percentagem de erro na determinação da locação da amostra e na medição dos ninhos das formigas cortadeiras.

As áreas de terra solta dos formigueiros observada (censo) e estimada pelos métodos parcelas de 840m² e de transectos em faixa foram comparadas, por meio de análise de variância e testes de contraste de médias de Tukey

($p < 0,05$), utilizando o programa Sisvar (Ferreira, 2000). O erro de estimativa foi calculado pela fórmula acima. A intensidade amostral foi calculada por meio do tamanho da área amostrada dividida pelo tamanho da área total representada.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com repetição dentro, comparando-se os métodos de amostragem e considerando-se as regiões como blocos e os talhões como repetições dentro dos blocos.

4.2 Avaliação do sistema de monitoramento na região de Mata Atlântica

O experimento foi desenvolvido em oito talhões de eucaliptos numa região de Mata Atlântica, nos municípios de Belo Oriente e Ipaba, Minas Gerais. Foi avaliado o método de transectos em faixa locados a cada 96 metros de distância com largura de três entrelinhas e comprimento igual à linha do plantio (Reis, 2005), por um monitor florestal e um avaliador. Foram medidos e analisados os tempos em minutos gastos nas atividades por amostra e por talhão. Determinou-se, também, a percentagem de erro de estimativa na determinação da locação da amostra, na determinação do sub-bosque, medição de cada ninho, comprimento da amostra, dano de borda, número de quenquenezeros, número de tanajura + olheiros e número de sauveiros maiores que 1 m^2 de área de terra solta. Esses erros foram comparados entre regiões por meio da análise de variância (F; $p < 0,05$).

O experimento de avaliação da qualidade do controle dos ninhos de formigas cortadeiras foi feito em sete talhões e avaliados 179 ninhos de *A. sexdens rubropilosa* e *A. laevigata* com tamanho variando de 2 a 180 m^2 de área de terra solta, nas regiões de Belo Oriente, Santa Bárbara e Ipaba. Esses ninhos foram controlados usando-se isca formicida granulada à base de sulfluramida (0,3%). Durante o controle foram anotados os parâmetros: medição dos ninhos; local de aplicação das iscas; quantidade e dosagem de isca/ninho; espécie da formiga; rendimento operacional. Esses dados foram comparados aos

executados pelos controladores florestais, para quantificar os erros encontrados na operação. Esses erros foram comparados entre as regiões por meio da análise do teste de t para índices pareados (Ferreira, 2005).

5 Resultados e Discussão

5.1 Avaliação do sistema de monitoramento na região de Cerrado

Verificou-se que não houve variação entre as regiões para o tempo gasto na amostragem por parcela e por talhão (Scott-Knott; $p>0,05$). O tempo médio para monitorar cada talhão com parcelas de tamanho fixo no Cerrado foi de 72,83 minutos e de 12,58 minutos/amostra, com um rendimento operacional médio nas três regiões de 20,97 ha/hora (Tabela 1).

TABELA 1 Valores médios da área (ha), do número de amostras (N), do tempo gasto em minutos na amostra, no talhão e tempo médio por amostra e do rendimento operacional (RO) do monitoramento de formigas cortadeiras por talhão, pelo método de parcelas de tamanho fixo em três regiões do Cerrado de Minas Gerais.

Região	Área (ha)	N	Tempo (minutos) *			RO* ha/hora
			Total das Amostras	Total do Talhão	Médio por Amostra	
Paraopeba	22,80	4,00	47,10	67,00	12,29	21,33
João Pinheiro	21,95	4,25	48,25	64,50	11,40	20,76
Bocaiúva	28,07	5,33	75,00	87,00	14,06	20,83
Média Geral	24,27	4,53	56,78	72,83	12,58	20,97

* Não há diferenças significativas entre regiões (Scott-knott; $p>0,05$).

Isso significa um gasto de 4,85 horas de atividade de monitoramento por monitor por dia, uma vez que são gastos 1 hora com deslocamentos entre a sede

e os talhões, 1 hora com almoço e 1,65 horas com deslocamento entre as parcelas e entre os talhões.

Não foram constatados erros durante o processo de locação das amostras nos talhões e na medição dos ninhos presentes. As distâncias de 24 e 96 metros foram as únicas que apresentaram correlação significativa com o censo, tanto para a estimativa de densidade e área de ninhos. Por isso selecionou-se a última distância como a melhor para monitorar os formigueiros nessa região. Nessa distância, todas as linhas de lançamento do primeiro transecto apresentaram correlação significativa com o censo e por isso optou-se pela terceira linha de plantio por apresentar alinhamento mais regular (Tabela 2).

TABELA 2 Correlação entre a densidade (n/ha) ou área total de terra solta (m²/ha) de ninhos de formigas cortadeiras observada (censo) com a estimada com transectos em faixa por talhão, locados em diferentes distâncias (Dist) e linhas de lançamento do primeiro transecto (L) para cada distância, em três regiões do Cerrado de Minas Gerais.

Dist (m)	Densidade de ninhos (n/ha)					Área de ninhos (m ² /ha)				
	1 ^a L	3 ^a L	5 ^a L	7 ^a L	9 ^a L	1 ^a L	3 ^a L	5 ^a L	7 ^a L	9 ^a L
24	1,00	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	0,91	0,97	0,93	0,94
48	1,00	0,95	0,98	0,96	1,00	0,95	0,89	0,96	0,82*	0,95
72	0,99	0,99	0,96	0,93	1,00	0,97	0,97	0,96	0,83*	0,94
96	0,98	0,97	0,98	0,98	1,00	0,94	0,98	0,95	0,91	0,92
120	0,94	0,89	0,97	0,94	1,00	0,80*	0,69*	0,86	0,77*	0,96
144	0,99	0,97	0,86	0,84*	1,00	0,92	0,98	0,91	0,73*	0,95
168	0,94	0,90	0,95	0,94	1,00	0,85*	0,88	0,76*	0,82*	0,95
192	0,86	0,88	0,94	0,95	1,00	0,85*	0,68*	0,84*	0,82*	0,93

* valores não significativos (r-Pearson; p>0,01).

De acordo com Caldeira (2002), a melhor distância encontrada por foi de 96 m entre os transectos e optou-se por iniciar na quinta linha, que apresentava um alinhamento mais regular, na região de Cerrado de Bocaiúva, Minas Gerais. Segundo Reis et al. (2005), a melhor distância foi de 96 metros, lançados a partir da terceira linha, em Belo Oriente, Minas Gerais em áreas de Mata Atlântica.

O uso de parcelas de tamanho fixo diferiu estatisticamente do censo e do método de transectos em faixa nas três regiões estudadas (Tabela 3). Nas regiões de Paraopeba e João Pinheiro, o método de parcelas de tamanho fixo subestimou (sinal negativo) a área de terra solta dos formigueiros, enquanto na região de Bocaiúva superestimou (sinal positivo).

TABELA 3 Área de terra solta (m²/ha) observada (censo) e estimada pelos métodos de parcelas de tamanho fixo e transectos em faixa, erro esperado (%) e intensidade amostral (IA%), em áreas de eucaliptais na região de Cerrado.

Região	Área de terra solta			Erro (%)		IA (%)	
	Censo	Parcela	Transecto	Parcela	Transecto	Parcela	Transecto
Paraopeba	83,07aA.	49,97bA	88,41aA	-45,15	+4,5	1,68a	6,3b
Bocaiúva	129,19aB	215,24bB	116,3aB	+210,94	-6,95	1,82a	6,8b
João Pinheiro	55,14aA	32,53bA	41,35aA	-96,64	+25,44	2,03a	7,58b

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem significativamente entre si (Tukey; p>0,05).

A utilização do método de parcelas tamanho fixo apresentou erros superiores ao uso de transectos em faixa, em todas as regiões. Estudo realizado na região de Abaeté, Bom Despacho, Itibira, Martinho Campos em Minas Gerais, utilizando parcelas de 720m² e transectos em faixas com 6 metros de largura e distantes a 192, 120, 120 e 180 metros para respectivas regiões, verificou-se que o uso de transectos em faixa apresentou estimativas mais

precisas do número e área de terra solta dos formigueiros quando comparados com o censo (Pinto, 2006).

Observou-se que a amplitude do intervalo de confiança do método de parcelas de tamanho fixo é maior que dos transectos em faixa, ocasionando super ou subestimativa da área de formigueiro. Por esse fato, o método de amostragem por parcelas de tamanho fixo apresentou erro maior que os transectos em faixa.

As regiões apresentaram diferenças significativas, sendo que a região de Bocaiúva foi a que diferiu estatisticamente das demais, apresentando maiores áreas médias de terra solta (Tabela 3).

A intensidade amostral pelo método de transectos em faixa foi maior que para o método de parcelas de tamanho fixo (Tabela 3). O esforço de amostragem do método de transectos em faixa foi duas vezes maior que o das parcelas. Isso ocorreu, pois, o número de transectos e de parcelas locadas nos talhões foi o mesmo, uma vez que a maioria dos talhões da empresa possui formato retangular ou quadrado, com 25 ha (500x500). Porém, o comprimento dos transectos correspondeu a duas vezes o das parcelas, uma vez que elas têm 140 metros de comprimento, mas o monitor percorre 280 metros (ida e volta) em cada uma, enquanto que nos transectos o monitor caminhou 500m. Portanto, a utilização do método de transectos aumentou a precisão dos resultados em comparação com o uso de parcelas de tamanho fixo e, conseqüentemente, um maior custo devido à maior área amostrada.

Os planos de amostragem utilizados em programas de monitoramento de formigas cortadeiras em florestas cultivadas no Brasil diferem entre locais, devido às características ambientais e de manejo específicos de cada local. Portanto, locais diferentes necessitam de planos de amostragem específicos, os quais não podem ser generalizados e, sim, regionalizados (Zanetti et al., 2008).

5.2 Avaliação do sistema de monitoramento na região de Mata Atlântica

O tempo médio de monitoramento por talhão pelo método de transectos em faixa a cada 96 metros de distância na região de Mata Atlântica foi de 182,77 minutos e para a amostra foi de 14,86 minutos. O rendimento operacional do método de transecto em faixa foi de 21,03 ha/hora (Tabela 4).

TABELA 4 Valores médios (n=4) da área (ha), do número de amostras, do tempo gasto no total das amostras, total do talhão, médio por amostra e do rendimento operacional (RO) do monitoramento de formigas cortadeiras por talhão, pelo método de transectos em faixa em duas regiões da Mata Atlântica de Minas Gerais.

Região	Área (ha)	Tempo (minutos) *			RO* ha/hora
		Total das Amostras	Total do Talhão	Médio por amostra	
Belo Oriente	27,24	167,28	210,79	8,6	12,35
Ipaba	52,79	115,28	154,75	21,13	29,71
Média Geral	40,02	141,28	182,77	14,86	21,03

* Não há diferenças significativas (F; $p>0,05$).

Não foram verificados erros na determinação do local da amostra e na quantidade de sub-bosque existente nos talhões. O erro médio de estimativa do comprimento da amostra foi de 35,14%, observando que, na região de Belo Oriente, os monitores erraram menos (11,24%) que na região de Ipaba (59,03%) (Tabela 5). Isso foi devido à maior velocidade de deslocamento do monitor em relação ao avaliador para realizar o monitoramento dos talhões.

Na avaliação da quantidade de ninhos existente nas bordas dos talhões os erros nas duas regiões foram semelhantes (52,46%). Os maiores erros apresentados foram para a quantificação das formigas quenquéns (*Acromyrmex*) (100%). Na avaliação das tanajuras e dos olheiros soltos verificou-se erro médio

de 48,36%. Estudo realizado em 10 talhões de eucaliptos na mesma região relatou erros médios nas avaliações de quenquéns, tanajuras e olheiros soltos de 59,64; 46,89 e 60,81%, respectivamente, (Reis, 2005). Quando os ninhos possuem mais que 1m² de área de terra solta, sua localização fica mais fácil e, conseqüentemente, seus erros médios são menores 22,36% (Tabela 5).

TABELA 5 Valores médios (n=4) do erro cometido no comprimento da amostra (CA), borda, quenquém (Qq), tanajura e olheiro (T/O) e sauveiros maiores que 1 m² de área de terra solta, obtidos no monitoramento de formigas cortadeiras por talhão, pelo método de transectos em faixa em duas regiões da Mata Atlântica de Minas Gerais.

Região	Erro (%)				
	CA *	Borda **	Qq **	T/O **	Sauveiros >1m ^{2ns}
Belo Oriente	11,24a	45,19	150,00	53,80	15,46
Ipaba	59,03b	59,72	50,00	42,92	29,27
Média Geral	35,14	52,46	100,00	48,36	22,36

*médias diferem entre si (F; p<0,05). ** médias não diferem entre si (F; p<0,05).

Não houve diferença nos erros cometidos entre as regiões para a medição da área de terra solta e a quantidade de isca formicida aplicada nos ninhos durante o controle (teste t; p>0,05), obtendo-se um erro médio de 5,59% e 7,81%, respectivamente. Dessa forma o controlador florestal superestimou a área de cada formigueiro e a quantidade de isca formicida gasta, aumentando o consumo de inseticida e a contaminação ambiental em ambas as regiões.

Não foram verificados erros também para o local de aplicação das iscas e para identificação das espécies de formigas.

Na avaliação do controle dos ninhos de formigas cortadeiras verificou-se um rendimento operacional médio de 0,081 ha de área de terra solta de

formigueiro/hora, pois, nessa região as áreas possuem inclinação acentuada e os ninhos são raspados com auxílio de uma enxada e a isca é colocada nos olheiros ativos sob proteção de folhas. Acredita-se que o tempo para o controle dos ninhos em áreas planas do Cerrado seja menor que da área estudada, pois, os ninhos não são raspados com enxada e a isca é aplicada diretamente sobre o solo ao lado dos olheiros de alimentação.

Pode-se concluir que o rendimento operacional do método de parcelas de tamanho fixo na região de Cerrado foi de 20,97 ha/hora. O método de amostragem por transectos em faixa apresenta menores erros e uma maior intensidade amostral que o método de parcelas de tamanho fixo na região de Cerrado, não diferindo do censo. O rendimento operacional do método de transecto em faixa na região de Mata Atlântica foi de 21,03 ha/hora. A área dos ninhos e a quantidade de isca formicida aplicada são superestimadas pelos controladores florestais no campo na região de Mata Atlântica.

6 Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão de bolsa e auxílio financeiro, e à V&M Florestal e Celulose Nipo-Brasileira (CENIBRA) pelo auxílio financeiro e apoio logístico nas operações de campo.

7 Referências Bibliográficas

ALVES, J. B.; ZANUNCIO, J. C.; GALO, M. V.; ZANETTI, R. Paralisação de forrageamento e controle de *Atta laevigata* (F. Smith) (Hymenoptera, Formicidae) com Mirex-S (sulfluramida) em duas metodologias de medição de formigueiros. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 21, n. 1, p. 141-146, 1997.

ARAÚJO, M. S.; DELLA LUCIA, M. T. C.; SOUZA, D. J. Estratégias alternativas de controle de formigas cortadeiras. **Bahia Agrícola**, Salvador, v. 6, n. 1, p. 71-74, jan./abr. 2003.

CALDEIRA, M. A. **Planos de amostragem de saueiros em eucaliptais**. 2002. 39 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CANTARELLI, E. B.; COSTA, E. C.; ZANETTI, R.; PEZZUTTI, R. Plano de amostragem de *Acromyrmex* spp. (Hymenoptera: Formicidae) em áreas de pré-plantio de *Pinus* spp. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 385-390, mar./abr. 2006.

CRUZ, A. P.; ZANUNCIO, J. C.; PEREIRA, J. M. M.; ZANETTI, R. Eficiencia del cebos granulados a base de sulflurmida y de clorpifos em el control de *Acromyrmex octospinosus* (Hymenoptera: Formicidae) em el tropico humedo. **Revista Colombiana de Entomologia**, Bogota, v. 26, n. 1/2, p. 67-69, 2000.

CRUZ, A. P.; ZANUNCIO, J. C.; ZANETTI, R.; GOMES, O. S. Eficiência de iscas formicidas à base de sulflurmida e de clorpifós no controle de *Atta sexdens sedens* (Hymenoptera: Formicidae), no trópico úmido. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 26, n. 3, p. 145-150, jul./set. 1996.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FERREIRA, D. F. Comparações pareadas. In: _____. **Estatística básica**. Lavras: UFLA, 2005. p. 495-536.

LARANJEIRO, A. J.; ZANUNCIO, J. C. Avaliação da isca à base de sulfluramida no controle de *Atta sexdens rubropilosa* pelo processo dosagem única de aplicação. **IPEF**, Piracicaba, v. 48/49, p. 144-152, jan./dez. 1995.

LOECK, A. E.; NAKANO, O. Efeito de novas substâncias visando o controle de saueiros novos de *Atta laevigata* (Smith, 1858) (Hymenoptera: Formicidae). **O Solo**, Piracicaba, v. 176, n. 1, p. 25-30, 1984.

NICKELE, M. A. **Distribuição espacial, danos e planos de amostragem de *Acromyrmex crassispinus* (Forel, 1909) (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae) em plantios de *Pinus taeda* L. (Pinaceae).** 2008. 111 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

OLIVEIRA, A. C.; BARCELOS, J. A. V.; MORAES, E. J.; FREITAS, G. D. Um estudo de caso: o sistema de monitoramento e controle de formigas cortadeiras na Mannesmann&Florestal Ltda. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **As formigas cortadeiras.** Viçosa, MG: UFV, 1993. p. 242-255.

PINTO, R. **Amostragem e distribuição espacial de colônias de formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) em eucaliptais.** 2006. 66 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

REIS, M. A. **Estudo de métodos aleatório e de distâncias para amostragem de formigas cortadeiras em eucaliptais.** 2005. 55 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

REIS, M. A.; ZANETTI, R. Distribuição espacial e tamanho ótimo de parcelas para amostragem de formigueiros em eucaliptais da Cenibra. In: SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 17., 2005, Campo Grande, MS. **Resumos...** Campo Grande: UFMS, 2005. v. 1, p. 271-273.

REIS, M. A.; ZANETTI, R.; SCOLFORO, J. R. S.; FERREIRA, M. Z.; RIZENTAL, M. S. Desenvolvimento e validação de um plano de amostragem de formigas cortadeiras em eucaliptais pelo método de transectos em faixa. In: SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 17., 2005, Campo Grande, MS. **Resumos...** Campo Grande: UFMS, 2005. p. 428-430.

SOSSAI, M. F. **Avaliação de métodos de amostragem de formigas cortadeiras em plantios de *Eucalyptus* spp.** 2001. 56 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SOSSAI, M. F.; ZANUNCIO, J. C.; LEITE, H. G.; ZANETTI, R.; SERRÃO, J. E. Transects to estimate the number of leaf-cutting ant nests (Hymenoptera: Formicidae) in *Eucalyptus urophylla* plantations. **Sociobiology**, Chicago, v. 46, n. 3, p. 667-676, Mar. 2005.

ZANETTI, R.; CALDEIRA, M. A.; MORAES, J. C.; ZANUNCIO, J. C.; REIS, M. A.; GOMIDE, M. L. Determinação do tamanho ótimo de parcelas para amostragem de saúveiros (Hymenoptera: Formicidae) em eucaliptais. In: SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 16., 2003, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2003. p. 160-161.

ZANETTI, R.; REIS, M. A.; MENDONÇA, L. A.; ZANUNCIO, J. C. Métodos de amostragem de formigas cortadeiras em florestas cultivadas. In: VILELA, E. V.; SANTOS, I. A.; SCHOEREDER, J. H.; LINO-NETO, J.; CAMPOS, L. A. O.; SERRÃO, J. E. **Insetos sociais: da biologia à aplicação**. Viçosa, MG: UFV, 2008. v. 1, p. 397-412.

ZANUNCIO, J. C.; LOPES, E. T.; LEITE, H. G.; ZANETTI, R.; SEDIYAMA, C. S.; FIALHO, M. C. Q. Sampling methods for monitoring the number area of colonies of leaf cutting ants (Hymenoptera: Formicidae) in *Eucalyptus* plantations in Brazil. **Sociobiology**, Chicago, v. 44, n. 2, p. 337-344, Feb. 2004.

ZANUNCIO, J. C.; LOPES, E. T.; ZANETTI, R.; PRATISSOLI, D.; COUTO, L. Spatial distribution of nests of the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: formicidae) in plantations of *Eucalyptus urophylla* in Brazil. **Sociobiology**, Chicago, v. 39, n. 2, p. 231-242, Feb. 2002.

ZANUNCIO, J. C.; MAGESTE, G.; PEREIRA, J. M. M.; ZANETTI, R. Utilización del cebos Mirex-S (sulfluramida 0,3%) para el control de *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae) en área estratificada de hormigueros. **Revista Colombiana de Entomología**, Bogota, v. 26, n. 1/2, p. 157-160, 2000.

ZANUNCIO, T. V.; ZANETTI, R.; CALDEIRA, M. A.; MORAES, J. C.; ZANUNCIO, J. C.; REIS, M. A.; GOMIDE, M. A. Plano de amostragem de saúveiros (Hymenoptera: formicidae) em eucaliptais com transectos em faixas. In: SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 16., 2003, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2003. p. 155-157.

ARTIGO 2

Fatores que influenciam o carregamento e a devolução de isca formicida pelas formigas cortadeiras numa região de Mata Atlântica

O artigo 2 será transcrito no formato do **Periódico Científico Ciência Rural** e encaminhado para submissão

1 Resumo

O controle das formigas cortadeiras *Atta sexdens rubropilosa* e *Atta laevigata* na cultura do eucalipto é feito, principalmente, com iscas formicidas. A efetividade do controle dessas formigas com isca depende da atratividade do veículo (bagaço de laranja), da concentração do princípio ativo, da qualidade da aplicação, das condições climáticas durante a aplicação, do comportamento de forrageamento das formigas, dentre outros. Porém, poucos estudos tentaram avaliar os fatores que influenciam a atratividade das iscas granuladas e sua relação com as condições climáticas e outros fatores. Por isso, o objetivo deste trabalho foi analisar os fatores que influenciam o carregamento e a devolução de isca formicida granulada pelas formigas *A. sexdens rubropilosa* e *A. laevigata* em eucaliptais, numa região de Mata Atlântica de Minas Gerais. Foram utilizados 194 talhões de eucaliptos e selecionados 3736 ninhos entre os anos de 2005 a 2007, onde foi analisada a porcentagem de carregamento e de devolução de isca formicida granulada pelas formigas, 24 horas após a aplicação das iscas nos ninhos. Avaliaram-se três marcas de iscas formicidas comerciais à base de sulfluramida (0,3%). Foram coletados dados climáticos, diariamente, em nove estações climáticas em toda região da área experimental. Foi realizado um ajuste de modelo de regressão linear múltipla da porcentagem de carregamento ou de devolução de isca em função das variáveis climáticas, espécies de formigas e marcas comerciais, pelo método de Stepwise. A marca comercial é o fator que mais exerce influência no carregamento e devolução de isca pelas formigas cortadeiras. *A. sexdens rubropilosa* carrega mais e devolve menos isca que *A. laevigata*. A temperatura não influencia o carregamento e devolução de isca. O carregamento de isca é menor em ninhos maiores ao contrário da devolução. A taxa de devolução é proporcional ao aumento da precipitação. Ninhos localizados em maior altitude carregam mais e devolvem menos iscas pelas formigas cortadeiras na região de Mata Atlântica do Estado de Minas Gerais.

Palavras-chave: *Atta* spp. Fatores ambientais. Sulfluramida. *Eucalyptus*.

Factors affecting the loading and devolution of insecticide baits by leaf-cutting ants in Atlantic Forest region

2 Abstract

The control of leaf-cutting ants *Atta sexdens rubropilosa* and *Atta laevigata* in eucalyptus plantations is made mainly with granulated baits. The effectiveness of the ants control with insecticide baits depends on the attractiveness of the vehicle (orange marc), the concentration of active ingredients, the quality of application, the climatic conditions during the application, the foraging behavior of the ants, among others. However, no study attempted to assess factors that influence the attractiveness of bait pellets, their relationship with climatic conditions and other factors. Therefore, the objective of this study was to analyze the factors that influence the loading and devolution of the granulated baits by *A. sexdens rubropilosa* and *A. laevigata* in eucalyptus, in Atlantic Forest region of Minas Gerais. It was used 194 stands of *Eucalyptus* spp. and selected 3736 nests between the years of 2005 to 2007. It was evaluated the percentage of loading and devolution of the granulated baits by the ants, after 24 hours of the application. Three commercial brands of baits based on sulfluramid (0.3%) used in ants control were evaluated. Climatic data was collected daily at nine climatic stations in every region of the experimental area. It was performed an adjustment of the multiple linear regression model of the loading or devolution percentage of bait in function of the climatic changes, species of ants and commercial brands, by the method of Stepwise. The commercial brand is what most influences the loading and devolution of the bait by the leaf-cutting ants. *A. sexdens rubropilosa* loads more and returns less baits than *A. laevigata*. Temperature doesn't affect the loading and devolution of the baits. The bait loading is lower and the devolution is higher in big nests. The devolution rate is proportional to the increasing of the precipitation. Leaf-cutting ants from nests settled in higher altitudes load more and return less baits in the region of Atlantic Forest in the state of Minas Gerais.

Keywords: *Atta* spp.. Environmental factors. Sulfluramid. *Eucalyptus*.

3 Introdução

As formigas cortadeiras das espécies *Atta sexdens rubroilosa* Forel, 1908 e *Atta laevigata* (F. Smith, 1858) são controladas por métodos químicos utilizando principalmente isca formicida granulada à base de sulfluramida a 0,3% (Laranjeiro & Zanuncio, 1995; Zanuncio et al., 2000; Zanetti et al., 2003; 2004), pois, é um método prático e barato (Della Lucia & Vilela, 1993), possuindo elevada eficácia (Boaretto & Forti, 1997) e é considerado a forma de aplicação mais segura para os aplicadores (Forti et al., 2007).

Vários fatores podem influenciar o carregamento e devolução de isca formicida pela formigas cortadeiras, tais como a temperatura, umidade do ar, vento e altitude (Fowler & Robinson, 1979; Bento, 1993; Araújo et al., 2002; Viana et al., 2004; Anjos et al., 2008). Além desses, a apetência, o cheiro, a consistência, a cor, a resistência à umidade, o sinergismo com os adjuvantes de fabricação ou o inseticida, o tamanho dos grânulos, sua textura entre outros, são características importantes que devem conter as iscas para se obter o controle das formigas (Delabie et al., 2000).

Normalmente o controle dos ninhos dessas formigas é realizado na época seca do ano que coincide com o inverno onde quase não ocorrem precipitações, porém, nesse período, as temperaturas são baixas e os ninhos apresentam pequena percentagem de carregamentos de isca. Já no verão, onde a umidade é grande, a aplicação de isca é desaconselhável, devido à natureza seca do produto. Wilcken et al. (2001) afirmaram que é desfavorável a aplicação de isca granulada para formigas do gênero *Atta*, entre os meses de novembro e janeiro, porque os ninhos estão na fase reprodutiva e concentram suas energias para a revoada e não para forrageamento.

Diversos trabalhos foram realizados demonstrando a influência da temperatura, umidade, vento, altitude entre outros fatores climáticos afetando o

fORAGEAMENTO das formigas cortadeiras, porém trabalhos relacionados aos fatores climáticos influenciando o carregamento e devolução de isca formicida por essas formigas são escassos e não foi verificado um trabalho que tenha avaliado de forma conjunta os diversos fatores que podem influenciar esse comportamento das formigas.

O objetivo dessa pesquisa foi avaliar os fatores que afetam o carregamento e devolução de iscas formicidas por ninhos de formigas cortadeiras *A. sexdens rubropilosa* e *A. laevigata* em eucaliptais localizados na região de Mata Atlântica de Minas Gerais.

4 Material e Métodos

Este estudo foi realizado em 194 talhões de eucaliptos na região de Mata Atlântica de Minas Gerais, entre os anos de 2005 a 2007. Foram selecionados 3736 ninhos das formigas cortadeiras das espécies *A. sexdens rubropilosa* e *A. laevigata* nos talhões e calculada a área de terra solta de cada um, multiplicando-se o maior comprimento pela maior largura da área ocupada pelos montes de terra solta (Alves et al., 1996). Os ninhos foram combatidos com isca formicida à base de sulfluramida (0,3%) de três marcas comerciais (M1, M2 e M3), segundo a dosagem recomendada pelos fabricantes.

Em cada ninho, foi avaliada a porcentagem de isca formicida granulada que foi carregada e devolvida pelas formigas, 24 horas após a aplicação. Essa avaliação foi visual, utilizando uma escala: nula (0%); pequena (1 a 40%); média (41 a 60%), grande (61 a 90%) e muito grande (maior que 91%).

Durante as avaliações, foram coletados os dados diários de temperatura média do ar (°C); umidade relativa média do ar (%) e precipitação média (mm), em nove estações climáticas modelo Campbell em toda região da área

experimental. Coletaram-se, também, os dados da área (ha) e altitude média (m) de cada talhão.

Foi realizado um ajuste do seguinte modelo de regressão linear múltipla, pelo método de Stepwise, utilizando o programa R (R Development Core Team, 2008):

$$\%Y = \beta_0 + \beta_1M + \beta_2Esp + \beta_3An + \beta_4Tma + \beta_5Urma + \beta_6P + \beta_7Alm + \varepsilon,$$

em que: %Y= percentagem de carregamento ou de devolução de isca formicida; M= marca da isca formicida (M1, M2 e M3); Esp= espécie de formiga (*Atta sexdens rubropilosa* ou *Atta laevigata*); An= área dos ninhos; Tma= temperatura média do ar; Urma= umidade relativa média do ar; P= precipitação; Alm= altitude média.

5 Resultados e Discussão

O principal componente que afetou o carregamento e a devolução de isca formicida pelas formigas cortadeiras foi a marca comercial da isca. A isca da marca M1 influenciou negativamente o carregamento em 50,62% e a devolução em 8,78% (Tabela 1). As marca M2 e M3 não apresentaram influência no carregamento e devolução de isca.

A isca granulada à base de sulfloramida é composta por 0,3% de princípio ativo e 99,97% de atrativos e material inerte, sendo que seu modo de ação é por ingestão (Pinhão et al., 1993). A apetência, o cheiro, a dureza dos pellets, a cor, a resistência à umidade, o sinergismo com os adjuvantes de fabricação ou o inseticida, o tamanho dos grânulos, sua textura, a origem da polpa cítrica entre outros são os componentes que diferem as marcas comerciais e afetam o carregamento e a devolução pelas formigas (Delabie et al., 2000).

TABELA 1 Peso relativo dos fatores que afetam o carregamento e a devolução de isca formicida granulada aplicada de forma manual e localizada nos ninhos de formigas cortadeiras em eucaliptais de uma região de Mata Atlântica.

Fatores	Carregamento		Devolução	
	%	P>t	%	P>t
Isca formicida M1	-50,62	<0,001	-8,78	<0,001
<i>Atta sexdens rubropilosa</i>	2,91	<0,001	-2,27	<0,001
Área dos ninhos	-0,092	<0,001	0,049	<0,001
Temperatura média do ar				
Umidade relativa média do ar			-0,093	0,002
Precipitação			0,132	0,098
Altitude média	0,0194	<0,001	-0,003	0,025

Em trabalho realizado por Forti et al. (2003), verificou-se que o carregamento médio de isca da marca Mirex-S Max e Dinagro-S foi de 75% para *Atta capiguara* Gonçalves e tendo devolução de 25% e 37,5% respectivamente, apresentando mortalidades de 100 e 80%. Zanetti et al. (2004) relataram altas porcentagens de carregamento das iscas formicidas das marcas Dinagro-S NA, PikaPau-S, Mirex-S Max e AttaMex-S NA de 94,33%, 95,67%, 72,67%, 81,06% e baixos percentuais de devolução de 6%, 3,33%, 8,33% e 2,81% respectivamente.

Quanto maior a atividade externa de formigas *Acromyrmex crassipinus*, maior e mais breve ocorre o carregamento da isca formicida para dentro dos ninhos e, conseqüentemente, maior o seu controle (Reis Filho & Oliveira, 2002).

De acordo com relatos da empresa reflorestadora, a isca M1 apresentou problemas de carregamento e devolução pelas formigas e, por isso, teve que ser substituída. Foi observado, também, que essa marca de isca se desfragmentava com facilidade, formando grande quantidade de pó dentro da embalagem plástica, ao contrário das demais.

Foi verificado que a espécie de formiga *A. sexdens rubropilosa* afeta positivamente o carregamento em 2,91% e de forma negativa a devolução em 2,27% (Tabela 1). A isca feita à base de sulfluramida e polpa cítrica desidratada foi desenvolvida para as formigas que cortam preferencialmente dicotiledôneas, com *A. sexdens rubropilosa* (Boaretto & Forti, 1997). Por isso, foi constatado menor carregamento de isca por *A. laevigata*, pois essa espécie corta monocotiledôneas e dicotiledôneas (Fowler et al., 1990). Observações de campo mostram que *A. sexdens rubropilosa* possui maior capacidade em carregar e menor em devolver isca do que *A. laevigata*. Essa constatação levou a reflorestadora da região a desenvolver procedimentos diferentes para a aplicação de isca nos ninhos de *A. sexdens rubropilosa* e *A. laevigata*. A quantidade total de isca é distribuída em um maior número de pontos para a última espécie do que para a segunda, pois isso facilita o carregamento da isca.

Segundo Moreira & Forti (1999), a distribuição de isca formicida para *A. laevigata* pode ser feita em apenas um orifício, principalmente, em épocas de baixa atividade de forrageamento, quando poucos orifícios estão ativos. A distribuição das iscas em mais de um orifício, no entanto, é a recomendação mais adequada, pois as iscas serão carregadas mais rapidamente para o interior da colônia, diminuindo o tempo de exposição dos pellets aos organismos não-alvos e às condições climáticas da natureza.

A utilização da isca à base de sulfluramida a 0,3% em João Pinheiro, Minas Gerais, apresentou 100% de carregamento e devolução nula de isca pelos ninhos de *A. sexdens rubropilosa* e mortalidade de 88,9% (Zanuncio et al., 1997). Na região de Curvelo, Minas Gerais, o uso dessa isca com mesmo princípio ativo apresentou carregamento de 97,7%, devolução de 2% e mortalidade de 86,67% para espécie *A. laevigata* (Zanuncio et al., 1999).

A área de terra solta dos ninhos apresentou pequena influência tanto no carregamento (-0,092%) quanto na devolução (0,049%) de isca formicida pelos

formigueiros (Tabela 1). Pesquisa relata que o tamanho da área do formigueiro afeta o padrão de forrageamento, isto é, ninhos maiores forrageiam mais que os ninhos menores (Viana et al., 2004). Dessa forma, os ninhos maiores carregam mais isca em termos absolutos que os ninhos menores, porém em termos relativos verifica-se decréscimo na porcentagem de isca formicida carregada e aumento na devolução, na medida em que a área dos ninhos aumenta.

Observou-se que não houve influência da temperatura média do ar no carregamento e devolução de isca pelos ninhos de formigas cortadeiras (Tabela 1). De acordo com Mariconi et al. (1963), o frio provoca a interrupção da atividade de corte, pois essa estação é seca e fria provocando uma diminuição do carregamento de isca pelas formigas. No verão, as fortes chuvas agem diminuindo a intensidade do forrageamento (Fowler, 1981). Nesse período ocorrem temperaturas mais altas, porém apresenta altos índices de umidade desfavorecendo a aplicação de isca granulada e seu carregamento pelas formigas. De acordo com Ulhoa et al. (1979), o controle de formigas cortadeiras com iscas granuladas deve ser realizado somente no período seco do ano.

Segundo Delabie et al. (2000), cada espécie de formiga possui preferências térmicas que otimizam seu forrageamento. A maioria das espécies aumenta sua atividade de forrageamento no período noturno, onde as temperaturas são mais amenas. O forrageamento de *Atta sexdens* pode ser quase nulo em temperaturas abaixo de 10 e acima de 30°C. A temperatura exerce função preponderante nas mudanças diárias e mensais nos horários da atividade forrageadora das formigas cortadeiras (Maciel et al., 1995; Araújo et al., 1998).

A combinação da temperatura, umidade, tamanho de ninho e especialização de microhabitats parecem ser os fatores reguladores mais importantes dos padrões de forrageamento de *A. laevigata* no Parque Nacional da Serra do Cipó (Viana et al., 2004).

Segundo Araújo et al. (2002), a atividade das colônias *Acromyrmex laticeps* foi predominantemente noturna, com correlação negativa entre o fluxo de operárias nas trilhas e a temperatura do ar, e positiva com a umidade relativa do ar no município de Paraopeba, Minas Gerais. As formigas cortadeiras preferem forragear durante a noite, quando as temperaturas são amenas (Hölldobler & Wilson, 1990). É comum, entretanto, vê-las forrageando intensamente durante o dia, quando o mesmo se apresenta nublado (Labrador et al., 1972).

Estudo realizado em áreas de vegetação tipo Cerrado, no Parque Nacional da Serra do Cipó, Minas Gerais, determinou que a temperatura ótima para o forrageamento de *A. laevigata* está entre 30 e 33°C (Santos et al., 2003). Em Viçosa, Minas Gerais, foi determinado que a temperatura medida nos horários de forrageamento de *Atta* e *Acromyrmex* variou entre 22°C e 27°C, enquanto a umidade relativa do ar variou entre 60 e 90% (Anjos et al., 2008).

A umidade relativa do ar não teve influência no carregamento, mas afetou de forma negativa a devolução de isca em -0,093% (Tabela 1). Verificou-se que ocorre diminuição da devolução de isca pelas formigas com aumento da umidade relativa média do ar o qual está ligado diretamente com a precipitação. No inverno a umidade é baixa e à medida em que começam as chuvas aumenta a umidade relativa do ar e, também, o carregamento de isca.

De acordo com Fowler & Robinson (1979), os fatores ambientais como a umidade relativa e pressão atmosférica podem afetar o forrageamento das formigas cortadeiras. A temperatura e umidade, porém, têm influência direta nas atividades das formigas (Robinson & Fowler, 1982).

Araújo et al., 2002, em pesquisa realizada em Paraopeba, MG, verificaram em *Acromyrmex laticeps nigrosetosus* Forel a existência de correlação negativa entre o fluxo de formigas na trilha e a temperatura do ar, ao contrário da umidade relativa do ar.

A precipitação apresentou influência positiva somente na devolução de isca em 0,132 (Tabela 1), indicando que, com o aumento da precipitação, ocorrem pequenos acréscimos na devolução de isca pelas formigas. Observa-se que, com chuvas fortes, não ocorrem atividades externas de movimentação nos ninhos das formigas cortadeiras.

A altitude média atua de forma positiva no carregamento (0,0194%) e negativa na devolução (0,003%) (Tabela 1). Conforme aumenta a altitude média dos talhões ocorre aumento do carregamento e diminuição da devolução de isca formicidas pelas formigas cortadeiras. A altitude está ligada às condições climáticas, sendo que os locais com maiores altitudes possuem temperaturas mais amenas, favorecendo o forrageamento (Delabie et al., 2000).

6 Conclusões

A marca comercial é o fator que mais exerce influência no carregamento e devolução de isca pelas formigas cortadeiras. *A. sexdens rubropilosa* carrega mais e devolve menos isca que *A. laevigata*. A temperatura não influencia o carregamento e devolução de isca. O carregamento de isca é menor em ninhos maiores ao contrário da devolução. A taxa de devolução é proporcional ao aumento da precipitação. Ninhos localizados em maior altitude carregam mais e devolvem menos iscas pelas formigas cortadeiras na região de Mata Atlântica do Estado de Minas Gerais.

7 Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão de bolsa e auxílio financeiro, e à Celulose Nipo-

Brasileira (CENIBRA) pelo auxílio financeiro e apoio logístico nas operações de campo.

8 Referências Bibliográficas

ALVES, J. B.; ZANUNCIO, J. C.; TORRES, J. B.; GALLO, M. V. Métodos de distribuição de isca granulada em formigueiros de *Atta laevigata* (F. Smith). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 20, n. 1, p. 111-116, 1996.

ANJOS, N.; ARNHOLD, A.; CORRÊA, G. V. V.; STUMPF, K. Árvores e formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha, v. 1, n. 2, p. 11-16, 2008.

ARAÚJO, M. S.; DELLA LUCIA, M. T. C.; PINCAÇO, M. C.; VILELA, E. F. Polimorfismo e transporte de cargas em *Acromyrmex laticeps nigrosetosus* Forel (Hymenoptera, Formicidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 41, n. 2, p. 443-446, 1998.

ARAÚJO, M. S.; DELLA LUCIA, M. T. C.; LIMA, C. A.; SOUZA, D. J.; PETTERNELLI, E. F. Foraging activity of *Acromyrmex laticeps nigrosetosus* Forel (Hymenoptera, Formicidae) in *Eucalyptus* stands. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1321-1325, Sept./Oct. 2002.

BENTO, J. M. S. **Condições climáticas para vôo nupcial e reconhecimento dos indivíduos em *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae)**. 1993. 98 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BOARETTO, M. A. C.; FORTI, L. C. Perspectivas no controle de formigas cortadeiras. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 11, n. 30, p. 31-46, maio 1997.

DELABIE, J. H. C.; DELLA LUCIA, T. M. C.; PASTRE, L. Protocolo de Experimentação para avaliar a atratividade de novas formulações de iscas granuladas utilizadas no controle das formigas cortadeiras *Acromyrmex* spp. e *Atta* spp. (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae: Attini) no campo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 29, n. 4, p. 843-848, jul./ago. 2000.

- DELLA LUCIA, T. M. C.; VILELA, E. F. Métodos atuais de controle e perspectivas. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **As formigas cortadeiras**. Viçosa, MG: UFV, 1993. p. 163-190.
- FORTI, L. C.; NAGAMOTO, N. S.; RAMOS, V. M.; ANDRADE, A. P. P. de; LOPES, J. F.; CAMARGO, R. S.; MOREIRA, A. A.; CASTELLANI BOARETO, M. A. Eficiencia de sulfluramida, fipronil y clorpirifos como sebos en el control de *Atta capiguara* Gonçalves (Hymenoptera:Formicidae). **Pasturas Tropicales**, Cali, v. 25, n. 3, p. 28-35, marzo 2003.
- FORTI, L. C.; PRETTO, D. R.; NAGAMOTO, N. S.; PADOVANI, C. R.; CAMARGO, R. S.; ANDRANDE, A. P. P. Dispersal of the delayed action insecticide sulfluramid in colonies of the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, Chicago, v. 50, n. 3, p. 1-15, July/Sept. 2007.
- FOWLER, H. G. Subtropical seasonality and the forage activity of a grass-cutting ant, *Acromyrmex landolti fraticornis* (Formicidae: Attini). **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 252-257, Feb. 1981.
- FOWLER, H. G.; BERNADI, J. V. E.; DELABIE, J. H. C.; FORTI, L. C.; PEREIRA-DA-SILVA, V. Major ant problems of South America. In: VANDER MEER, R. K.; JAFFE, K.; CEDENO, A. (Ed.). **Applied myrmecology: a world perspective**. Colorado: Westview, 1990. p. 53-14.
- FOWLER, H. G.; ROBINSON, S. W. Foraging by *Atta sexdens* (Formicidae: Attini): seasonal pattern caste and efficiency. **Ecological Entomology**, London, v. 4, p. 239-247, 1979.
- HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The ants**. Cambridge: The Belknap, 1990. 732 p.
- LABRADOR, J. R.; MARTINEZ, Q. I.; MOURA, A. *Acromyrmex landolti* Forel, plaga del pasto Guinea (*Panicum maximum*) em el Estado Zulea. **Revista de la Facultad Agronomia**, Maracaibo, v. 2, p. 27-38, 1972.
- LARANJEIRO, A. J.; ZANUNCIO, J. C. Avaliação da isca à base de sulfluramida no controle de *Atta sexdens rubropilosa* pelo processo dosagem única de aplicação. **IPEF**, Piracicaba, v. 48/49, p. 144-152, jan./dez. 1995.

MACIEL, M. A. F.; DELLA LUCIA, T. M. C.; ARAÚJO, M. S.; OLIVEIRA, M. A. Ritmo diário de forrageamento da formiga cortadeira *Acromyrmex subterraneus subterraneus* Forel. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Curitiba, v. 24, n. 2, p. 371-378, 1995.

MARICONI, F. A. M.; ZAMITHI, A. P. L.; CASTRO, U. P.; JOLY, S. Nova contribuição para o conhecimento das saúvas de Piracicaba (*Atta* spp.) (Hymenoptera: Formicidae). **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 38, n. 2, p. 85-93, maio/ago. 1963.

MOREIRA, A. A.; FORTI, L. C. Distribuição de substratos nas colônias *Atta laeviga* (F. Smith, 1858) (Hymenoptera: Formicidae). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 2, p. 465-469, mar./abr. 1999.

PINHÃO, M. A. S.; FORTI, L. C.; YASSU, W. K.; NAGAMOTO, N. S. Mirex-S (sulfluramid): uma sulfona fluoroalifática para o controle de *Atta* (Hymenoptera, Formicidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 14., 1993, Piracicaba, SP. **Resumos...** Piracicaba: SEB, 1993. p. 511.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2008. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 10 dez. 2008.

REIS FILHO, W.; OLIVEIRA, S. **Atividade externa, carregamento de isca granulada e controle de *Acromyrmex crassispinus* em floresta de *Pinus taeda***. Brasília, DF: Embrapa Florestas, 2002. 3 p. (Comunicado técnico, 78).

ROBINSON, S. W.; FOWLER, H. G. Foraging and pest potential of Paraguayan grass-cutting ants (*Atta* and *Acromyrmex*) to the cattle industry. **Zeitschrift fuer Angewandte Entomologie**, Hamburg, v. 93, p. 42-54, 1982.

SANTOS, G. P.; VIANA, L. R.; SANTOS, J. C.; ARRUDA, L. J.; FERNANDES, G. W. Padrões de forrageamento de *Atta laevigata* (Myrmicinae: Attini) na Serra do Cipó – Minas Gerais. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 6., 2003, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza: Banco do Nordeste, 2003. p. 463-464.

ULHOA, M. A.; FREITAS, A. L.; MAGALHÃES, J. G. R. **Sistema de combate e controle de formigas na floresta Acesita S/A**. Piracicaba: IPEF, 1979. 9 p. (Circular técnica, 83).

VIANA, L. R.; SANTOS, J. C.; ARRUDA, L. J.; SANTOS, G. P.; FERNANDES, G. W. Foraging patterns of the leaf-cutter ant *Atta laevigata* (Smith) (Myrmicinae: Attini) in an area of Cerrado vegetation. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 391-393, May/June 2004.

WILCKEN, C. F.; FORTI, L. C.; GARCIA, I. P. Aspectos da sazonalidade do forrageamento de formigas cortadeiras e influência sobre o controle químico. In: ENCONTRO DE MIRMECOLOGIA, 15., 2001, Londrina, PR. **Anais...** Londrina: IAPAR, 2001. p. 85-87.

ZANETTI, R.; DIAS, N.; REIS, M.; SOUZA-SILVA, A.; MOURA, M. A. Eficiência de iscas granuladas (Sulfluramida 0,3%) no controle de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 878-882, jul./ago. 2004.

ZANETTI, R.; ZANUNCIO, J. C.; SOUZA-SILVA, A.; ABREU, L. G. Eficiência de isca formicida aplicada sobre o monte de terra solta de ninhos de *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 407-410, 2003.

ZANUNCIO, J. C.; MAGESTE, G.; PEREIRA, J. M. M.; ZANETTI, R. Utilización del cebos Mirex-S (sulfluramida 0,3%) para el control de *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae) en área estratificada de hormigueros. **Revista Colombiana de Entomologia**, Bogota, v. 26, n. 1/2, p. 157-160, 2000.

ZANUNCIO, J. C.; SANTOS, G. P.; FIRME, D. Uso da isca granulada com sulfluramid 0,3% no controle de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae). **Revista Cerne**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 161-169, jan./mar. 1997.

ZANUNCIO, J. C.; ZANUNCIO, T. V.; PEREIRA, J. M. M.; OLIVEIRA, H. N. Controle de *Atta laevigata* (Hymenoptera: Formicidae) com isca Landrin-F, em área anteriormente coberta com *Eucalyptus*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 4, p. 573-576, jul./ago. 1999.

ARTIGO 3

**External increase of *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae)
nests in eucalyptus plantations in the Atlantic Forest region, Brazil**

The article 3 will be transcribed in the format of the Scientific Newspaper
Journal of Tropical Ecology and directed for submission

1 Abstract

Monitoring programs use the size of leaf-cutting ant nests for control decision, to forecast control time, consumption of insecticides and labor and evaluation of the results quality of these operations. The knowledge of the external growth of these nests is fundamental for the success of these programs. The objective of this work was to develop equations to estimate the external growth of *Atta sexdens rubropilosa* nests in eucalyptus plantations in the region of Atlantic Forest of Minas Gerais State, Brazil. Twenty colonies of this species were selected and measured. The total (TA) and stratified (SA) areas of loose soil and number of active entrance holes (NH) and number of mounds of loose soil over each nest (NM) were obtained, monthly. The equations that estimated the increase of these variables as function of their age were: $TA = 80.98 / (1 + (7801993 * e^{(-0.71 * Age)}))$, $SA = 67.40 / (1 + (204814861 * e^{(-0.95 * Age)}))$, $NH = 1958961 / (1 + (2886986 * e^{(-0.15 * Age)}))$ and $NM = 198871.30 / (1 + (207725.20 * e^{(-0.027 * Age)}))$. The estimate of external increase of TA and SA presented good correlation with age of these nests contrasting with NH and NM. Growth speed and size of *A. sexdens rubropilosa* nests were higher in the Atlantic Forest region than in the Savannah region. All variables were positively correlated with precipitation, except NM.

Keywords: Leaf-cutting ants. Growth model. Biology.

**Crescimento externo de ninhos de *Atta sexdens rubropilosa*
(Hymenoptera: Formicidae) em eucaliptais da região de Mata Atlântica,
Brasil**

2 Resumo

Programas de monitoramento utilizam a área externa de colônias de formigas cortadeiras para a tomada de decisão de controle, previsão da época de combate, consumo de inseticidas e de mão-de-obra e avaliação da qualidade dos combates. A compreensão do comportamento do crescimento externo dessas colônias é fundamental para o sucesso desses programas. O objetivo deste trabalho foi desenvolver equações para estimar o crescimento externo de colônias de *Atta sexdens rubropilosa* Forel (Hymenoptera: Formicidae), em áreas com eucalipto em região de Mata Atlântica do estado de Minas Gerais, Brasil. Vinte formigueiros dessa espécie foram selecionados por classe de tamanho. A área total (AT) e estratificada (AE) de terra solta e o número de olheiros ativos (NO) e número de montes de terra solta de cada ninho (NM) foram obtidos mensalmente. As equações que estimam o aumento dessas variáveis, em função da idade dos mesmos, foram: $AT = 80.98 / (1 + (7801993 * e^{(-0.71 * idade)}))$, $AE = 67.40 / (1 + (204814861 * e^{(-0.95 * idade)}))$, $NO = 1958961 / (1 + (2886986 * e^{(-0.15 * idade)}))$ e $NM = 198871.30 / (1 + (207725.20 * e^{(-0.027 * idade)}))$. A estimativa do crescimento externo de AT e AE apresentou boa correção com a idade dos ninhos, contrastando com NO e NM. A velocidade de crescimento e o tamanho das colônias de *A. sexdens rubropilosa* foram maiores nessa região de Mata Atlântica que na de Cerrado. Todas as variáveis tiveram correlação positiva com precipitação, menos NM.

Palavras-chave: Formigas cortadeiras. Modelo de crescimento. Biologia.

3 Introduction

Leaf-cutting ants are important pests in Brazilian reforestations (Zanuncio et al., 2002) by cutting leaves and young branches of *Eucalyptus* spp. plants (Sossai et al., 2005) and they reach level of economic damage (Zanetti et al., 2003). Therefore, the nests of these ants are monitored with sampling methods (Zanuncio et al., 2004; Reis et al., 2008) and controlled regularly with granulated baits (Moreira & Forti, 1999) or with termonebulization (Zanetti et al., 2008) according to the area of loose soil over their nests.

Studies on internal architecture of leaf-cutting ant nests aimed to estimate the pattern of their external growth to calculate the dosage of granulated baits to be applied (Moreira et al., 2002, 2004a,b; Simas et al., 2002; Soares et al., 2006; Verza et al., 2007). The area of loose soil of the nests of leaf-cutting ants is the main parameter adopted to calculate the dosage of granulated baits by being easier to be used in the field (Zanuncio et al., 2000; Moreira et al., 2002).

The understanding of the pattern of external growth of leaf-cutting ant nests is fundamental for control decision to forecast control time and consumption of granulated baits and labor use. Besides, the external area of their nests is used to evaluate the quality of control programs of these insects (Zanetti et al., 2002).

A mathematical equation was developed to estimate the external growth of *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae) nests using the number of entrance holes of nests (Bitancourt, 1941). However, the equation obtained didn't estimate the increase on the area of loose soil over their nest, which is an important parameter for management programs of leaf-cutting ants.

Equations were obtained to estimate the external growth of loose soil of *A. sexdens rubropilosa* and *Atta laevigata* (F. Smith) (Hymenoptera: Formicidae) nests in Savannah region of Minas Gerais State, Brazil to predict

control time of these leaf-cutting ants in eucalyptus plantations (Grandeza et al., 1999). However, these equations underestimated the growth speed and the size of *A. sexdens rubropilosa* nests in Atlantic Forest region of this state, what indicated that these parameters increases quicker in this last region.

The objective of this study was to develop equations to estimate the external growth of *A. sexdens rubropilosa* nests in eucalyptus plantations in Atlantic Forest region of Minas Gerais State, Brazil.

4 Material and Methods

The work was developed in two stands of eucalyptus in the municipality of Belo Oriente in Atlantic Forest region of Minas Gerais State, Brazil from March 2004 to April 2006. Averages of monthly precipitation and temperature of this area were 131.50mm and 22.82°C, respectively and the predominant soil was of the Cambissolo Háplico Tb Distrófico Latossólico type with very high clay texture.

Twenty colonies of *A. sexdens rubropilosa* were selected and numbered by size classes of loose soil in March 2004: I (< 1.0 m²), II (1.0 to 2.9 m²), III (3.0 to 8.9 m²), IV (9.0 to 24.9 m²), V (25.0 to 50.0 m²). These nests were marked with stakes in their extremities and measured monthly with metric tape to estimate the total area (TA) of loose soil (product of larger length and width of the area occupied by mounds of loose soil considering spaces between them) and stratified area (SA) of loose soil (sum of area of each mound of loose soil of the nest without considering spaces between them) (Alves et al., 1996). Besides, the numbers of mounds of loose soil (NM) and number of active entrance holes (NH) (with movement of ants foraging) were counted monthly (Laranjeiro & Zanuncio, 1995). One hundred nests of *A. sexdens rubropilosa* were, also, marked in another eucalyptus stand at the beginning of the nest by the queen

(after flight time) to estimate their initial growth. The data of TA, SA, NH, NM and precipitation (mm) were collected monthly during 12 months (March 2004 to April 2005).

The age (Age) of each *A. sexdens rubropilosa* nest was estimated with the data of TA with the formulas: $Age = \left(\frac{TA - IL_j}{S_j} \right) + \sum_{n=1}^4 T_{j-n}$ and $S_i = \frac{SL_i - IL_i}{T_i}$, where: TA= total area of loose soil of the nest in the first measurement (m²); j = size class of the nest in the first measurement; S= growth speed of the area of loose soil of nest in each class size (m²/day); SL= superior limits of the class size (m²); IL= inferior limits of the class size (m²); T= time of growth of the nest in class size (days); i = size class (i = 1, 2, 3, 4 and 5).

The values of the variables TA, SA, NH and NM were submitted to the regression analysis and the estimate of the increase of those variables as function of age of the nests (Age) was calculated using the program SAS (SAS Institute, 2001) with the mathematical models: $Y = a / (1 + (b * e^{(-c * Age)}))$ where: Y= TA, SA, NH or NM; a, b and c= coefficients. These same variables were correlated (r-Pearson; p<0.05) with monthly precipitation (mm), using the program SAS (SAS Institute, 2001).

Data and equations of growth from TA and SA of the Savannah region, obtained by Grandeza (1998) with the same methodology, were compared to those obtained in this study, using an analysis of generalized linear models and an analysis of Deviance (χ^2 ; p<0.001), using the program R version 2.8.0 (R, 2008).

5 Results and Discussion

Growth speed of *A. sexdens rubropilosa* colonies of the class sizes I (< 1.0 m²), II (1.0 to 2.9 m²), III (3.0 to 8.9 m²), IV (9.0 to 24.9 m²) and V (25.0 to 50.0 m²) were 0.0020; 0.0651; 0.1724, 0.2428 and 0.5516 m²/day, respectively

with values, directly, proportional to their size. This is due to the fact that the number of ants and the internal volume of the colony increase as the queen ages (Della Lucia & Araújo, 1993).

The equations that estimated the growth of total and stratified areas of leaf-cutting ant colonies as function of their age were significant ($p < 0.001$), being: $TA = 80.98 / (1 + (7801993 * e^{(-0.71 * Age)}))$; $R^2 = 0.968$ and $SA = 67.40 / (1 + (204814861 * e^{(-0.95 * Age)}))$; $R^2 = 0.796$. The curves for the total and stratified areas presented three different intervals: 0 to 15 months - slow and almost null growth when the size of the nests varied from 0.0002 to 0.45704 m²; 15 to 25 months - accelerated exponential growth when the size of the nests varied from 0.927 to 70.989m²; above 25 months - the nests grew slowly, but with stabilization tendency (Figure 1A and 1B). This stabilization was similar to that reported for *A. sexdens rubropilosa* in João Pinheiro, Minas Gerais (Grandeza et al., 1999) and occurred in both cases, before the sexual maturity of the colony at 38 months old (Autuori, 1941).

Growth stabilization in the area of loose soil of *A. sexdens rubropilosa* colonies does not indicate that their population are not increasing, because the soil removed during opening of new chambers can be deposited in older ones, what increases the volume, but not the area of loose soil outside the nests. For this reason, population growth of ant colonies is, directly, correlated with the volume and not to the area of loose soil (Moreira et al., 2002).

The exponential growth of *A. sexdens rubropilosa* nests in the Atlantic Forest region occurs with a higher age than of this species in the Savannah region, but with larger growth speed and size of total and stratified areas of loose soil (χ^2 ; $p < 0.001$) (Figure 1A and 1B). This can be due to more favorable environmental conditions in the Atlantic Forest region as shorter dry season and better distributed raining with diversified food and shorter period of shortage and to longest period of occupation of this area by the man.

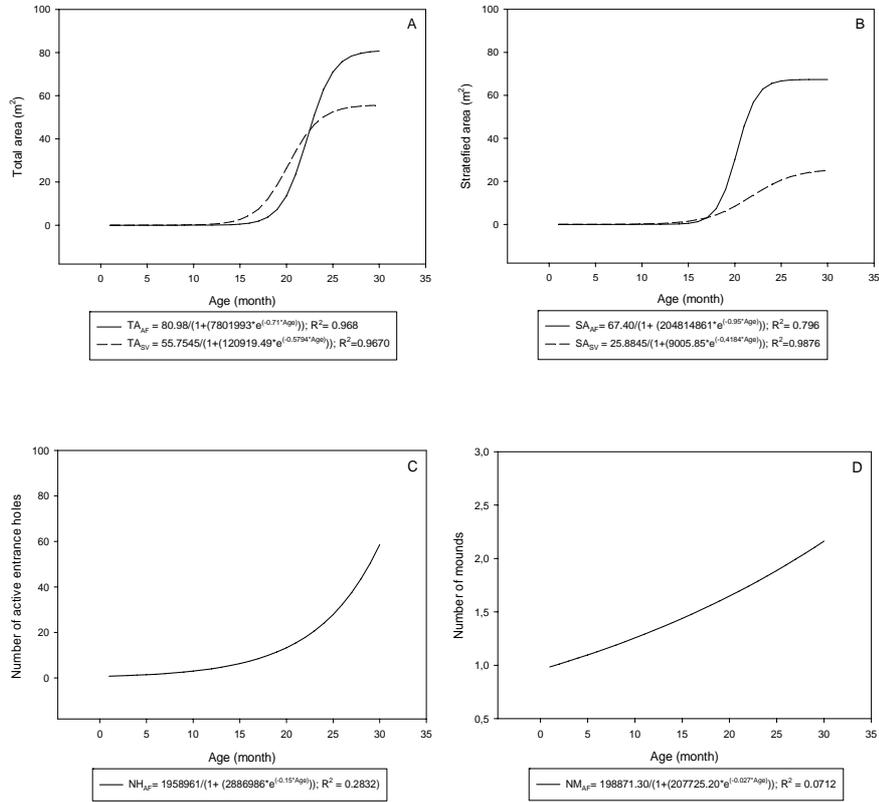


FIGURE 1 Curves and regression equations for: A) total area of loose soil (TA); B) stratified area of loose soil (SA); C) number of active entrance holes (NH); D) number of mounds of loose soil (NM) of *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae) nests as function of their age (month), in the Atlantic Forest (AF) and Savannah (SV) regions, in Minas Gerais State, Brazil.

The total and stratified areas of *A. sexdens rubropilosa* nests in the region of Atlantic Forest were similar (Figure 1A and 1B), indicating that the loose soil of its nests are closer amongst themselves than that for this species in the Savannah (Grandeza et al., 1999). This can be due to the largest steepness and soil type of the region of Atlantic Forest that would favor the union of

mounds by washing the loose soil by rain or gravity. The cambissols common in the area studied are more susceptible to erosion (Silva & Schoereder, 2006), unlike those of the Savannah that are plane and sandy what hinder flowing of loose soil. The soil type and depth of underground water (Jonkman, 1980) besides microclimatic conditions can affect the depth of nests of leaf-cutting ants, but their spatial arrangement and design are, in general, similar to that of other species (Moreira et al., 2004a).

The estimate of the number of active entrance holes was $NH = 1958961 / (1 + (2886986 * e^{(-0.15 * Age)}))$, but did not presented good relationship with the age of the nest ($p < 0.05$; $R^2 = 0.2832$), however tends to increase with the age of *A. sexdens rubropilosa* nests (Figure 1C). This was similar to that found by Autuori (1941) and Grandeza et al. (1999).

The equation that estimates the number of mounds of loose soil of *A. sexdens rubropilosa* nests as function of their age was significant ($p < 0.01$), being: $NM = 198871.30 / (1 + (207725.20 * e^{(-0.027 * Age)}))$, but present low relationship with their age ($p < 0.05$; $R^2 = 0.0712$) (Figure 1D). This can be due to the low variation on the number of mounds of these nests in the period studied. This fact can, also, be explained by the union of mounds, as reported by Grandeza et al. (1999). This probably is due to largest steepness and soil type of the region of Atlantic Forest as related previously.

The total and stratified areas of loose soil of ant colonies were positively correlated with precipitation ($p < 0.001$; $r = 0.734$ and $r = 0.760$, respectively) what indicates slower external growth of these nests in the dry period compared to the raining season, what agrees with that reported for *A. sexdens rubropilosa* in the municipality of Aracruz, Espírito Santo State, Brazil (Laranjeiro & Zanuncio, 1995). Leaf-cutting ants reduced movement, foraging and excavation of nests during periods of low temperatures and humidity, suggesting possible economy of energy during these conditions (Hölldobler & Wilson, 1990). Besides, raining

propitiated better conditions for excavation of nests and it increases availability of diversified food and with better quality.

The number of entrance holes of *A. sexdens rubropilosa* nests was positively correlated with precipitation ($p < 0.001$; $r = 0.797$) but not of the number of mounds of loose soil ($p < 0.001$; $r = -0.779$). This indicates that the number of entrance holes increases and that of mounds of loose soil decreases in the raining season. This confirms the hypothesis that the rain can wash the loose soil in steep areas what would approximate or unit mounds of loose soil of *A. sexdens rubropilosa* nests. Besides, soil humidity facilitates excavation and enlargement of the nests of this leaf-cutting ant.

Knowledge on external growth of *A. sexdens rubropilosa* nests is important to manage populations of this insect. The equations generated allowed to estimate the size of its nests during time and to correct information obtained during monitoring their nests to forecast the month of controlling this pest and the quantity of granulated baited to be used.

In conclusion, the logistic regression model explained leaf-cutting nests growth; the external growth of the total and stratified areas of their nests is similar; the growth rate and size of *A. sexdens rubropilosa* nests were higher in the Atlantic Forest region than in that of Savannah region; and the external growth of nests of this species is higher at the beginning of the raining season.

6 Acknowledgements

To “Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)” and “Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG)” through scholarships and financial support and to “Celulose Nipo-Brasileira S.A. (Cenibra)” by financial support.

7 Literature Cited

- ALVES, J. B.; ZANUNCIO, J. C.; TORRES, B. J.; GALO, M. V. Métodos de distribuição de isca granulada em formigueiros de *Atta laevigata* (F. Smith). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 20, n. 1, p. 111-116, 1996.
- AUTUORI, M. Contribuição para o conhecimento da saúva (*Atta* spp.) (Hymenoptera-Formicidae): I., evolução do saúveiro (*Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 12, p. 197-228, 1941.
- BITANCOURT, A. A. Expressão matemática do crescimento de formigueiros de *Atta sexdens rubropilosa* representado pelo aumento do número de olheiros. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 12, p. 229-236, 1941.
- DELLA LUCIA, T. M. C.; ARAÚJO, M. S. Fundação e estabelecimento de formigueiros. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **As formigas cortadeiras**. Viçosa, MG: UFV, 1993. p. 60-83.
- GRANDEZA, L. A. O. **Estimativa do crescimento externo de ninhos de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 e *Atta laevigata* (F. Smith, 1858) (Hymenoptera: Formicidae) em áreas de reflorestamento com eucalipto**. 1998. 67 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- GRANDEZA, L. A. O.; MORAES, J. C.; ZANETTI, R. Estimativa do crescimento externo de ninhos de *Atta sexdens rubropilosa* Forel e *Atta laevigata* (F. Smith) (Hymenoptera: Formicidae) em áreas de reflorestamento com eucalipto. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 59-64, jan./fev. 1999.
- HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The ants**. Cambridge: The Belknap, 1990. 732 p.
- JONKMAN, J. C. M. The external and internal structure and growth of nests of the leaf cutting ant *Atta vollenweideri* Forel, 1893 (Hym: Formicidae): part II. **Sonderdruck aus Bd.**, Hamburg, v. 89, p. 217-246, 1980.
- LARANJEIRO, A. J.; ZANUNCIO, J. C. Avaliação da isca à base de sulfluramida no controle de *Atta sexdens rubropilosa* pelo processo dosagem única de aplicação. **IPEF**, Piracicaba, v. 48/49, p. 144-152, jan./dez. 1995.

MOREIRA, A. A.; FORTI, L. C. Comparação entre o volume externo e interno de ninhos de *Atta laevigata* (Hymenoptera: Formicidae). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 23, n. 3, p. 355-358, 1999.

MOREIRA, A. A.; FORTI, L. C.; ANDRADE, A. P. P.; BOARETTO, M. A. C.; LOPES, J. F. S. Nest architecture of *Atta laevigata* (F. Smith, 1858) (Hymenoptera: Formicidae). **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, Lisse, v. 39, n. 2, p. 109-116, Aug. 2004a.

MOREIRA, A. A.; FORTI, L. C.; ANDRADE, A. P. P.; BOARETTO, M. A. C.; RAMOS, V. M.; LOPES, J. F. S. Comparação entre parâmetros externos e internos de ninhos de *Atta bisphaerica* Forel, 1908 (Hymenoptera, Formicidae). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 2, p. 369-373, 2002.

MOREIRA, A. A.; FORTI, L. C.; BOARETTO, M. A. C.; ANDRADE, A. P. P.; LOPES, J. F. S.; RAMOS, V. M. External and internal structure of *Atta bisphaerica* Forel (Hymenoptera: Formicidae) nests. **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v. 128, n. 4, p. 204-211, 2004b.

REIS, M. A.; ZANETTI, R.; SCOLFORO, J. R. S.; FERREIRA, M. Z.; ZANUNCIO, J. C. Sampling of leaf-cutting ant (Hymenoptera: Formicidae) nests in eucalyptus plantations using Quadrant and Prodan methods. **Sociobiology**, Chicago, v. 51, n. 1, p. 21-29, Jan. 2008.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2008. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 15 nov. 2008.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT**: users guide. Cary, 2001. 502 p.

SILVA, W. L. da; SCHOEREDER, J. H. As formigas preferem diferentes tipos de solo? In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INSETOS SOCIAIS: INSETOS SOCIAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 1., 2006, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte, 2006. CD-ROM.

SIMAS, V. R.; COSTA, E. C.; SIMAS, C. A. Características externas do ninho de *Atta vollenweideri* Forel, 1893 (Hymenoptera: Formicidae). **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 9, n. 1, p. 1-10, 2002.

SOARES, I. M. F.; DELLA LUCIA, T. M. C.; SANTOS, A. A.; NASCIMENTO, I. C.; DELABIE, J. H. C. Caracterização de ninhos e tamanho de colônia de *Acromyrmex rugosus* (F. Smith) (Hymenoptera, Formicidae, Attini) em restingas de Ilhéus, BA, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 50, n. 1, p. 128-130, jan./mar. 2006.

SOSSAI, M. F.; ZANUNCIO, J. C.; LEITE, H. G.; ZANETTI, R.; SERRÃO, J. E. Transects to estimate the number of leaf cutting ant nests (Hymenoptera: Formicidae) in *Eucalyptus urophylla* plantations. **Sociobiology**, Chicago, v. 46, n. 3, p. 667-676, June 2005.

VERZA, S. S.; FORTI, L. C.; LOPES, J. F. S.; HUGHES, W. O. H. Nest architecture of the leaf-cutting ant *Acromyrmex rugosus rugosus*. **Insectes Sociaux**, Paris, v. 54, n. 4, p. 303-309, Nov. 2007.

ZANETTI, R.; CARVALHO, G. A.; SANTOS, A.; SOUZA-SILVA, A.; GODOY, M. S. **Manejo integrado de formigas cortadeiras**. Lavras: UFLA, 2002. 16 p.

ZANETTI, R.; ZANUNCIO, J. C.; SOUZA-SILVA, A.; MENDONÇA, L. A.; MATTOS, J. O.; RIZENTAL, M. S. Eficiência de produtos termonebulígenos no controle de *Atta laevigata* (Hymenoptera: Formicidae) em plantio de eucalipto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1313-1316, jul./ago. 2008.

ZANETTI, R.; ZANUNCIO, J. C.; VILELA, E. F.; LEITE, H. G.; JAFFÉ, K.; OLIVEIRA, A. C. Level of economic damage for leaf-cutting ants (Hymenoptera: Formicidae) in Eucalyptus plantations in Brazil. **Sociobiology**, Chicago, v. 42, n. 2, p. 433-442, Apr. 2003.

ZANUNCIO, J. C.; LOPES, E. T.; LEITE, H. G.; ZANETTI, R.; SEDIYAMA, C. S.; FIALHO, M. C. Q. Sampling methods for monitoring the number area of colonies of leaf cutting ants (Hymenoptera: Formicidae) in *Eucalyptus* plantations in Brazil. **Sociobiology**, Chicago, v. 44, n. 2, p. 337-344, Mar./Apr. 2004.

ZANUNCIO, J. C.; LOPES, E. T.; ZANETTI, R.; PRATISSOLI, D.; COUTO, L. Spatial distribution of nests of the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: formicidae) in plantations of *Eucalyptus urophylla* in Brazil. **Sociobiology**, Chicago, v. 39, n. 2, p. 231-242, Mar./Apr. 2002.

ZANUNCIO, J. C.; MAGESTE, G.; PEREIRA, J. M. M.; ZANETTI, R.
Utilización del cebos Mirex-S (sulfloramida 0,3%) para el control de *Atta
sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae) en área estratificada de
hormigueros. **Revista Colombiana de Entomología**, Bogota, v. 26, n. 2/3, p.
157-160, 2000.

ARTIGO 4

Controle sistemático mecanizado de formigas cortadeiras com isca granulada em eucaliptais em fase de manutenção

O artigo 4 será transcrito no formato do Periódico Científico **Ciência Rural** e encaminhado para submissão

1 Resumo

O controle de ninhos de formigas cortadeiras em eucaliptais em fase de manutenção é realizado utilizando-se, principalmente, iscas formicidas granuladas, aplicadas de forma localizada nos ninhos. A aplicação localizada demanda grande quantidade de mão-de-obra, tendo risco de contaminação dos trabalhadores e baixo rendimento operacional. Por isso, o objetivo do trabalho foi desenvolver um sistema de aplicação sistemática mecanizada de isca formicida em eucaliptais em fase de manutenção, para minimizar esses problemas. Foi desenvolvido um equipamento de aplicação de isca granulada acoplado ao sistema hidráulico de um trator. Foram selecionados quatro talhões de eucalipto em fase de manutenção, localizados em Paraopeba, MG. Esses talhões foram divididos em faixas de 10 linhas de plantio (30m), onde foram medidos todos os saueiros. As faixas foram classificadas por classe de infestação: I (0 a 15m²); II (15 a 30m²) e III (>30m²) de área total de saueiros/ha. Para cada classe foi aplicada isca nas dosagens de 1, 2, 3 e 3,5 kg/ha, distribuída de forma sistemática a cada 6 x 2,5m. O experimento seguiu um delineamento fatorial com 4 doses de isca x 3 classes de infestação e 10 repetições (faixas). Todos os formigueiros menores que 1m² de terra solta foram marcados com estacas e avaliados quanto a sua inatividade após 60 e 180 dias, sendo que na última, os ninhos foram escavados com enxadas para ter certeza que estavam mortos. Verificou-se que não houve interação entre classe e dose; não houve diferença significativa entre as classes e entre as doses. A aplicação sistemática mecanizada de isca formicida granulada na menor dosagem (1kg/ha) foi eficiente (87,33%) para controlar as três classes de infestação de formigas cortadeiras. O rendimento operacional médio foi de 2,28 ha/h, com custo de R\$ 56,86/ha.

Palavras-chave: *Atta. Eucalyptus*. Formicidae. Controle mecanizado.

**Sistematic mechanized control of leaf-cutting ant nests with granulated
baits in eucalyptus plantations in maintenance phase**

2 Abstract

The control of leaf-cutting ant nests in eucalyptus plantations is performed mainly, by using granulated baits, applied in localized and systematic ways. The systematic application demands a large amount of labor, risks of workers contamination and low operational efficiency. The objective of this study was to develop a mechanized system for the systematic application of granulated baits to minimize these problems. It was developed a device to apply granulated baits attached to the tractor hydraulic system. We selected four stands of eucalyptus plantations, located in Paraopeba, MG. These stands were divided into strips of 10 planting lines (30m), where all the nests were measured. The strips were classified by class of infestation: I (0 to 15m²), II (15 to 30m²) and III (> 30m²) total area of nests/ha. For each class, baits were applied at doses of 1, 2, 3 and 3.5 kg/ha, distributed systematically to each 6 x 2.5m. The experiment followed a factorial design with 4 doses of baits x 3 classes of infestation and 10 replicates (strips). Nests smaller than 1m² of loose soil were marked and evaluated after 60 and 180 days. It was found that there wasn't interaction between class and dose, and no significant difference between the classes and between the doses. The mechanized systematic application of granulated baits in the lower dosage 1kg/ha was efficient (87.33%) to control the infestation between the three classes of leaf-cutting ants. The average operating income was 2.28 ha/h, at a cost of R\$ 56.86/ha.

Keywords: *Atta*. *Eucalyptus*. Formicidae. Mechanized control.

3 Introdução

O controle de ninhos de formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* (saúvas) e *Acromyrmex* (quenquéns) em eucaliptais é realizado utilizando-se, principalmente, iscas formicidas granuladas, aplicadas de forma localizada diretamente no ninho ou de forma sistemática na área, independentemente da localização dos ninhos (Oliveira et al., 1993).

A aplicação sistemática manual ou mecanizada de isca granulada é comumente realizada nas etapas de implantação, reforma e ou regeneração da cultura, para o controle de saúveiros pequenos e de quenquenzeiros (Oliveira et al., 1993; Morais et al., 1994). Porém, poucos trabalhos no Brasil foram realizados para avaliar a eficácia desse controle. Zanetti et al. (2003) objetivaram estudar e avaliar o efeito do controle sistemático de ninhos de *Acromyrmex* spp. e *Atta* spp., utilizando isca formicida a granel e micro portaisca em áreas de reforma de eucalipto com cultivo mínimo. Posteriormente, Ukan (2008) avaliou o uso de micro porta-isca aplicado sistematicamente para o controle de *Acromyrmex* spp., com diferentes dosagens e tempo após o preparo do solo.

Embora o controle sistemático de formigas cortadeiras com iscas granuladas seja comum nas fases iniciais de desenvolvimento da floresta cultivada, nenhum estudo foi desenvolvido para avaliar sua efetividade no controle operacional em florestas na fase de manutenção. Isso seria importante para reduzir a quantidade de mão-de-obra empregada nessa operação e minimizar a exposição dos trabalhadores aos riscos de contaminação com inseticidas.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar a eficiência, o custo e o rendimento da aplicação sistemática mecanizada de isca formicida granulada e

determinar a melhor dosagem de isca formicida granulada (kg/ha) aplicada sistematicamente para diferentes classes de infestação de ninhos de formigas cortadeiras (m^2/ha) em eucaliptais em fase de manutenção numa região do Cerrado, em Minas Gerais.

4 Material e Métodos

O experimento foi realizado em Paraopeba, Minas Gerais, em quatro talhões de eucaliptos em fase de manutenção com idade superior a 3 anos, totalizando aproximadamente 110 ha de área cultivada. Nesses talhões foram locadas faixas de 10 linhas de plantio (30m), onde foram medidos todos os ninhos de *Atta sexdens rubropilosa* (Forel, 1908), por meio de um censo. As faixas foram classificadas por classe de infestação: I (0 a $15m^2$); II (15 a $30m^2$) e III ($>30m^2$) de área total de saúveiros/ha. Para cada classe foi aplicada isca sulfuramida (0,3%) nas dosagens de 1, 2, 3 e 3,5 kg/ha, distribuída de forma sistemática a cada 6 x 2,5m com um equipamento de aplicação, acoplado ao sistema hidráulico de um trator.

O experimento seguiu um esquema fatorial com 4 doses de isca x 3 classes de infestação e 10 repetições (faixas). Todos os formigueiros menores que $1m^2$ de terra solta foram marcados com estacas e avaliados quanto a sua inatividade, após 60 e 180 dias, sendo que nesta última os ninhos foram escavados com enxadas para ter certeza de que estavam mortos. Os formigueiros maiores que $1m^2$ foram controlados via aplicação localizada. Os dados de percentagem de formigueiros inativos externamente e de mortos em função da dosagem de isca foram submetidos à análise de variância.

Foi avaliada também a percentagem de carregamento de isca formicida aplicada em cada ponto. Trinta doses de isca formicida foram coletadas individualmente na saída do equipamento e colocadas sobre papéis brancos com

aproximadamente 8x8cm, no centro das entrelinhas de plantio do eucalipto, simulando a aplicação do equipamento. Foram distribuídos 15 pontos na borda e 15 no centro do talhão. A percentagem de carregamento foi avaliada após 24 e 48 horas da aplicação e os dados foram submetidos à análise de variância e teste F.

Foi avaliado o rendimento operacional do equipamento (ha/hora) em cada um dos quatro talhões avaliados, determinando-se o tempo gasto (horas) em cada talhão. O custo de controle (R\$/ha) foi calculado somando-se o valor do aluguel do trator (R\$) com o valor do produto gasto (R\$), dividido pela área tratada (ha).

5 Resultados e Discussão

No experimento de controle sistemático mecanizado de ninhos de formigas cortadeiras, foi verificado que não houve interação entre classe e dose; não houve diferença significativa entre as classes e entre as dosagens para a eficiência de controle sistemático mecanizado, para as avaliações realizadas aos 60 e 180 dias após aplicação dos tratamentos (F; $p>0,05$). Aos 60 dias os ninhos apresentaram 89,10% de inatividade e aos 180 dias verificou-se uma mortalidade média de 87,33% (Tabela 1).

Resultados semelhantes de mortalidade foram encontrados por Zanuncio et al. (2002a) e Zanetti et al. (2004), sendo 90% e 86,7%, respectivamente, utilizando o controle localizado. Em trabalho realizado em Três Marias, Minas Gerais, foi verificado que isca à base de sulfluramida apresentou eficiência 75% aos 86 dias (Zanetti et al., 2008b). Zanetti et al. (2003), em pesquisa realizada em Belo Oriente, Minas Gerais, utilizando o combate sistemático a granel na dose de 5g a cada 6m² e microporta-iscas na dose de 10 g a cada 12 m²,

obtiveram mortalidades para as espécies *Atta* spp., de 13,30% e 6,70% e *Acromyrmex subterraneus molestans* 69,20% e 62,50%, respectivamente.

TABELA 1 Eficiência média (%) de controle dos ninhos de formigas cortadeiras por classe de infestação (m² área total de saueiros/há), aos 60 e 180 dias após o tratamento. Paraopeba, Minas Gerais.

Classe de infestação	Dosagem de isca (kg/ha)	Eficiência %	
		60 dias	180 dias
I (0 a 15m ²)	1,00	93,80	92,20
	2,00	91,70	92,50
	3,00	77,80	91,70
	3,50	100,00	88,00
II (15 a 30m ²)	1,00	92,60	89,30
	2,00	84,30	62,70
	3,00	92,90	85,70
	3,50	86,70	91,70
III (>30m ²)	1,00	83,30	100,00
	2,00	65,80	66,70
	3,00	100,00	87,50
	3,50	100,00	100,00
Média		89,10	87,33

Em um trabalho na região sul do país, Ukan (2008) verificou que o uso microporta-iscas de 5g, equivalente a uma dosagem de 2,5 kg/ha, foi eficiente no controle ninhos *Acromyrmex* spp., quando se utilizou um cronograma silvicultural de 30 dias, respeitando um intervalo de 15 dias entre o preparo do solo, o controle das formigas e o plantio das mudas.

O carregamento das iscas pelas formigas cortadeiras não apresentou diferenças significativas (F; p>0,05), tanto para borda quanto para o centro do talhão 24 horas (59,89% e 64,27%) e 48 horas (68,60% e 75,33%), respectivamente, após aplicação da isca. Zanetti et al. (2004) relataram que carregamento médio de quatro marcas de isca granulada 24 horas após aplicação localizada nos ninhos foi de 85,93%. A maior parte dos ninhos das formigas

cortadeiras é concentrada nas bordas dos talhões (Lopes, 2000; Zanuncio et al., 2002a; Pinto, 2006; Ramos et al., 2008; Zanetti et al., 2008a), sendo que sistema de aplicação sistemática distribui a isca na mesma quantidade, quer seja, na borda ou no centro dos talhões, não influenciando o carregamento pelas formigas.

Por não ter ocorrido nenhuma interação entre classe de tamanho de formigueiro e dose de isca formicida, pode-se recomendar a utilização da menor dose de isca formicida para controlar os ninhos de formigas cortadeiras nas três classes de tamanho. Por isso, a utilização de 1kg/ha de isca formicida acarretará em uma menor quantidade do produto químico aplicado no ambiente, gerando mais economia e menos impacto ambiental.

O rendimento operacional médio do equipamento de aplicação nos talhões testados foi de 2,28 ha/h (Tabela 2), correspondendo a 19,38 ha/dia, enquanto que o rendimento do combate manual é próximo de 5 ha/dia em áreas de Cerrado e de 3 ha/dia em áreas de Mata Atlântica.

TABELA 2 Área dos talhões e rendimento operacional da aplicação mecanizada de isca formicida. Paraopeba, Minas Gerais.

Talhão	Área do talhão (ha)	Rendimento ha/hora
1	20,79	2,54
2	22,60	1,68
3	29,11	1,88
4	39,10	3,00
Média	27,90	2,28

O custo de controle aplicando a isca na dosagem de 1 kg/ha foi de R\$ 56,86/ha (Tabela 3), mas pode ser menor caso seja aplicado em áreas maiores. Esse custo foi intermediário entre o observado em áreas de Cerrado (R\$ 23,00/ha) e em áreas de Mata Atlântica (R\$71,44/ha) (Silva, 2008).

TABELA 3 Custo dos tratamentos por hectare em função da dosagem sistemática de isca formicida (kg/ha). Paraopeba, Minas Gerais.

Dosagem de isca (kg/ha)	Área (ha)	Isca (kg/área)	Custo (R\$)			
			Isca	Aplicação	Total/área	Total/ha
1,0	18,15	18,15	56,27	975,87	1032,14	56,86
2,0	21,80	43,59	135,14	1171,83	1306,96	59,96
3,0	14,23	42,69	132,34	765,03	897,37	63,06
3,5	14,48	50,68	157,10	778,45	935,55	64,61

6 Conclusões

A aplicação sistemática mecanizada de isca formicida granulada na menor dosagem (1kg/ha) foi eficiente (87,33%) para controlar as três classes de infestação de formigas cortadeiras. O rendimento operacional médio foi de 2,28 ha/h, com custo de R\$ 56,86/ha.

7 Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão de bolsa e auxílio financeiro, e à V&M Florestal pelo auxílio financeiro e apoio logístico nas operações de campo.

8 Referências Bibliográficas

LOPES, E. T. **Distribuição e métodos de amostragem de saueiros em plantações de eucalitpto**. 2000. 53 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MORAIS, E. J.; OLIVEIRA, A. C.; BARCELOS, J. A. V.; CRUZ, J. E. Sistema de monitoramento e controle formigas cortadeiras na Mannesmann. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO NO CONTROLE DE FORMIGAS CORTADEIRAS, 3., 1994, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: PCMIP/IPEF, 1994. p. 51-56.

OLIVEIRA, A. C.; BARCELOS, J. A.; MORAES, E. J.; FREITAS, G. D. Um estudo de casos: o sistema de monitoramento e controle de formigas cortadeiras na Mannesmann FI-EL Florestal Ltda. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **As formigas cortadeiras**. Viçosa, MG: UFV, 1993. p. 242-255.

PINTO, R. **Amostragem e distribuição espacial de colônias de formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) em eucaliptais**. 2006. 66 p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

RAMOS, V. M.; FORTI, L. C.; ANDRADE, A. P. P.; NORONHA, N. C.; CAMARGO, R. S. Density and spatial distribution of *Atta sexdens rubropilosa* and *Atta laevigata* colonies (Hym., Formicidae) in *Eucalyptus* spp. Forests. **Sociobiology**, Chicago, v. 51, n. 3, p. 775-782, June 2008.

SILVA, A. S. **Nível de dano econômico para *Atta* spp. (Hymenoptera: Formicidae) em eucaliptais, em região de Mata Atlântica do Vale do Rio Doce, Minas Gerais**. 2008. 52 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

UKAN, D. **Avaliação qualitativa e quantitativa de micro-porta iscas para o controle de formigas cortadeiras, em plantios de *Eucalyptus urograndis* submetidos a diferentes cronogramas silviculturais**. 2008. 76 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

ZANETTI, R.; DIAS, N.; REIS, M. A.; SOUZA-SILVA, A.; MOURA, M. A. Eficiência de iscas granuladas (Sulfluramida 0,3%) no controle de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 878-882, jul./ago. 2004.

ZANETTI, R.; REIS, M. A.; MENDONÇA, L. A.; ZANUNCIO, J. C. Métodos de amostragem de formigas cortadeiras em florestas cultivadas. In: VILELA, E. V.; SANTOS, I. A.; SCHOEREDER, J. H.; LINO-NETO, J.; CAMPOS, L. A. O.; SERRÃO, J. E. **Insetos sociais: da biologia à aplicação**. Viçosa, MG: UFV, 2008a. v. 1, p. 397-412.

ZANETTI, R.; ZANUNCIO, J. C.; MAYHÉ-NUNES, A. J.; MEDEIROS, A. G. B.; SOUZA-SILVA, A. Combate sistemático de formigas-cortadeiras com iscas granuladas, em eucaliptais com cultivo mínimo. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 387-392, maio/jun. 2003.

ZANETTI, R.; ZANUNCIO, J. C.; SOUZA-SILVA, A.; MENDONÇA, L. A.; MATTOS, J. O. S.; RIZENTAL, M. S. Eficiência de produtos termonebulígenos no controle de *Atta laevigata* (Hymenoptera: Formicidae) em plantio de eucalipto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1313-1316, jul./ago. 2008b.

ZANUNCIO, J. C.; LOPES, E. T.; ZANETTI, R.; PRATISSOLI, D.; COUTO, L. Spatial distribution of nests of the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: formicidae) in plantations of *Eucalyptus urophylla* in Brazil. **Sociobiology**, Chicago, v. 39, n. 2, p. 231-242, Feb. 2002a.

ZANUNCIO, J. C.; SOSSAI, M. F.; OLIVEIRA, H. N. Influência das iscas formicidas Mirex-S Max e Blitz na paralisação de corte e no controle de *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 2, p. 237-242, mar./abr. 2002b.