

Métodos de Captura para Formigas em Pré-plantio de *Eucalyptus grandis*

Jardel Boscardin¹, Ervandil Corrêa Costa¹, Juliana Garlet¹, Alessandro Fiorentini¹

¹Departamento de Defesa Fitossanitária, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria/RS, Brasil

RESUMO

O presente trabalho objetivou avaliar três métodos de coleta de formigas em uma área de pré-plantio de *Eucalyptus grandis* em Santa Maria-RS. Foram realizadas amostragens de março a agosto de 2011, utilizando-se armadilha de solo (AS), isca atrativa à base de patê de fígado de frango (IA) e extração por Funil de Berlese (FB), sendo seis repetições por tratamento em cada data de coleta. Os tratamentos constituíram-se da aplicação de glifosato, tendo sido realizados controles das plantas infestantes: na linha e na entrelinha de plantio (T1); em faixa de um metro paralela à linha de plantio e de um metro na parte central da entrelinha, sem controle (T2); em faixa de meio metro paralela à linha de plantio (T3), e a testemunha, sem controle de plantas infestantes (T4). A partir dos resultados obtidos, os métodos demonstraram ser complementares entre si, sugerindo a utilização de mais de um método na captura de formigas.

Palavras-chave: bioindicadores ambientais, entomologia florestal, Formicidae, plantas infestantes.

Methods for Catching Ants in Pre-planting of *Eucalyptus grandis*

ABSTRACT

In this study, we aimed to evaluate three methods of collecting ants in a pre-planting area of *Eucalyptus grandis* in the municipality of Santa Maria, state of Rio Grande do Sul. Sampling was carried out from March to August 2011, using soil traps (ST), chicken liver pate attractive baits (AB), and Berlese funnel extraction (BFE), with six replicates per treatment at each collection date. The treatments used consisted of glyphosate application as follows: in planting rows and inter-rows, after weed control (T1); in one-meter strip parallel to rows and one-meter strip in the central part of rows, with no weed control (T2); in half-meter strip parallel to planting rows (T3); and control treatment, with no weed control (T4). The results obtained showed that these methods have proved to be complementary to each other, suggesting the use of more than one method for catching ants.

Keywords: environmental bioindicators, forest entomology, Formicidae, weeds.

1. INTRODUÇÃO

Os plantios comerciais com espécies do gênero *Eucalyptus* representam a maior parcela de espécies florestais plantadas no Brasil, com aproximadamente 70% da área total no país, sendo que cerca de 6% deste total localiza-se no Estado do Rio Grande do Sul (ABRAF, 2012). Sua produção é destinada principalmente para indústria do papel e celulose.

Nesse sentido, para o sucesso na implantação de um eucaliptal, tratamentos silviculturais são imprescindíveis; dentre estes, se destaca a eliminação de plantas infestantes. O principal método de controle de plantas infestantes em plantios florestais é o químico, por meio da utilização de herbicidas, em razão, principalmente, do baixo custo operacional e da falta de mão-de-obra especializada para a realização do método mecânico (Tuffi Santos, 2006).

Dentre os herbicidas utilizados no controle de plantas infestantes, destacam-se o oxyfluorfen e o glifosato, sendo este último utilizado em grande escala, pelo fato de ser aplicado em pós-emergência nas plantas infestantes. Isto facilita o manejo em áreas com cultivo mínimo, assegurando o pleno potencial produtivo do cultivo florestal e minimizando o custo de produção e o impacto ambiental (Perrando, 2008). Porém, essa eliminação das plantas infestantes provoca uma alteração da flora e da fauna locais, inclusive na fauna de formigas.

As formigas pertencem à família Formicidae, ordem Hymenoptera, na qual se incluem também as vespas e as abelhas (Hölldobler & Wilson, 1990; Gallo et al., 2002). Segundo Bolton (2003), as formigas vivas conhecidas estão distribuídas em 21 subfamílias, 288 gêneros e, aproximadamente, 11,7 mil espécies. Destas, no Brasil, são encontradas 14 subfamílias (Fernández & Sendoya, 2004).

Em função de sua abundância e importância em diferentes ecossistemas, a diversidade de formigas tem sido utilizada em estudos comparativos entre ambientes (Ramos-Lacau et al., 2008; Soares et al., 2010; Macedo et al., 2011; Mentone et al., 2011). Além disso, podem ser utilizadas como bioindicadores no monitoramento ambiental de áreas mineradas (Read, 1996; Ré, 2007), bem como na avaliação de diferentes usos do solo (Schmidt & Diehl, 2008; Braga et al., 2010).

Conforme Alonso (2000), as formigas, em particular, são apropriadas para o uso em programas de inventário e monitoramento, pois os padrões de riqueza de espécies de formigas e a diversidade podem ser correlacionados com padrões de táxons que têm necessidades semelhantes de nidificação ou de alimentação, bem como com táxons que são afetados por fatores semelhantes ou táxons com os quais as formigas possuem interações significativas.

Para realizar os levantamentos da diversidade de formigas é necessário amostrar a maior quantidade possível de espécies, para que esse número seja o mais próximo do real. Assim, quando se pretende realizar um inventário completo da fauna de formigas, deve-se utilizar mais de um método de coleta. De acordo com Lopes & Vasconcelos (2008), esses métodos, por sua vez, devem se complementar entre si, levando em consideração a dinâmica comportamental e os hábitos alimentares das formigas. Nesse sentido, as formas não reprodutivas das formigas não possuem asas, o que lhes restringe a procura por alimentos sob a superfície, do solo, da serapilheira ou das plantas. Desta forma, os métodos utilizados em sua captura devem considerar estas especificidades (Fowler et al., 1991).

Segundo Bestelmeyer et al. (2000), os métodos de captura de espécies pertencentes à família Formicidae podem ser de dois tipos: os métodos passivos, que são fáceis de reproduzir e dependem da atividade das formigas nos pontos de amostragem, e os métodos ativos, difíceis de serem reproduzidos com exatidão, pois exigem que os pesquisadores procurem as formigas nas áreas de estudo.

Os métodos passivos são constituídos por armadilhas de solo tipo *pitfall*, iscas atrativas e gabarito quadrante; e os métodos ativos compreendem amostragem direta, contagem de colônias e amostragem intensiva. Já os métodos de extração que utilizam o Extrator de Winkler e/ou Funil de Berlese são considerados tanto ativos quanto passivos, dependendo da técnica utilizada pelo pesquisador e as reações das formigas aos estímulos comportamentais (Bestelmeyer et al., 2000). Sarmiento-M (2003) destaca a agitação das folhagens, para amostrar as formigas que se encontram forrageando os galhos e as folhas das plantas.

2. OBJETIVOS

No sentido de verificar a eficiência de métodos de captura de formigas, o presente trabalho objetivou avaliar qualitativa e quantitativamente três métodos de coleta utilizados para formigas em uma área de pré-plantio de eucalipto, submetida a diferentes intensidades de controles de plantas infestantes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Unidade de Pesquisa Florestal pertencente à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) (29° 40' 31" S e 53° 54' 45" W), localizada no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo subtropical úmido (Moreno, 1961). O solo da área do estudo é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico Arênico (Streck et al., 2008). A área apresentava, inicialmente, cobertura vegetal composta, predominantemente, por espécies de gramíneas de baixo porte, utilizada para pecuária nos últimos 20 anos.

O delineamento experimental escolhido, para os tratamentos constituídos da aplicação do herbicida glifosato, foi o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), sem restrições, com distribuição aleatória dos tratamentos, por meio de sorteio. A área de cada tratamento continha meio hectare. Utilizou-se herbicida pós-emergente, ingrediente ativo glifosato, na dosagem de 3 L ha⁻¹, de produto comercial, concentrado solúvel e volume de calda de 200 L ha⁻¹, para todos os tratamentos. Assim, os tratamentos foram constituídos por: controle de plantas infestantes na linha e na entrelinha do plantio (T1); controle de plantas infestantes em faixa de um metro paralelo à linha de plantio e um metro na parte central da entrelinha, sem controle (T2); controle químico em faixa de meio metro paralela à linha de plantio (T3), e a testemunha, sem controle de plantas infestantes e nenhuma forma de limpeza na área (T4).

A aplicação dos herbicidas foi realizada utilizando-se pulverizador costal manual à pressão constante, com barras munidas de dois ou quatro bicos do tipo leque. A aplicação foi sequencial: antes

do plantio, sendo a primeira 01/04/2011 e a segunda 30/06/2011. Segundo Perrando (2008), o número médio de intervenções com herbicidas durante a implantação e a manutenção florestal varia de duas a quatro aplicações anuais, e depende do tipo de solo e do banco de sementes de plantas infestantes presente no mesmo.

A amostragem da mirmecofauna foi realizada no período de pré-plantio do *Eucalyptus grandis*, do dia primeiro de março de 2011 até dia 10 de agosto do mesmo ano. Para tanto, utilizaram-se três métodos passivos de captura de formigas, descritos a seguir.

O método utilizando a armadilha de solo (AS) baseou-se na interceptação de insetos que forrageiam na superfície do solo (Bestelmeyer et al., 2000), em que as formigas foram capturadas ao deslocarem-se sobre a superfície do solo, caindo nas armadilhas. As armadilhas foram adaptadas de Almeida et al. (2003) e constituíram-se de um recipiente cilíndrico de 10 cm de altura, enterrado no solo até a borda no nível da superfície do solo, com área de captura de 176,7 cm². Foi utilizado, como conservante, uma solução homogênea de água (200 mL), cloreto de sódio (15 g) e detergente (2 mL). As armadilhas, seis para cada tratamento, foram dispostas a 10 m de distância uma da outra, totalizando 24, em cada data de coleta. Após 48 horas de exposição, todo o material coletado nas armadilhas foi levado e transportado até o laboratório para triagem.

O método de coleta utilizando iscas atrativas (IA), por sua vez, baseia-se no princípio da atratividade, segundo o qual, as formigas, geralmente, generalistas e dominantes, são atraídas pelas iscas (Sarmiento-M, 2003). As armadilhas constituíram-se de um papel filtro (36 cm²), sobre o qual foi depositada uma porção (aproximadamente 1 cm³) de isca à base de proteína animal (patê de fígado de frango), conforme Boscardin et al. (2011). As armadilhas à base de isca proteica seguiram a mesma distribuição adotada para as armadilhas de solo. No entanto, após 60 minutos de exposição (Bestelmeyer et al., 2000; Sarmiento-M, 2003), todo o material presente sobre as armadilhas foi recolhido e levado ao laboratório para triagem.

Utilizado como método ativo, o procedimento de extração das formigas com Funil de Berlese (FB) foi escolhido para complementar os demais, tendo sido adaptado para um local sem serapilheira. Para tanto,

com o auxílio de uma sonda circular de $10 \times 10 \text{ cm}^2$, com capacidade volumétrica de aproximadamente 785 cm^3 , retiraram-se seis amostras de solo, em seis pontos centrais, aleatoriamente, por tratamento, totalizando 24 repetições por data de coleta. As amostras foram transportadas ao laboratório, onde permaneceram quatro dias nos funis de Berlese, sob lâmpadas incandescentes de 60 watts. Com a alta temperatura do solo (em torno de 30 graus Celsius), as formigas e demais organismos migravam em direção ao fundo dos funis, onde havia recipientes contendo uma solução de álcool 70°GL, nos quais, ao caírem, estes organismos mantinham-se conservados, para posteriormente proceder-se à triagem.

Após a triagem e a limpeza em laboratório, as formigas foram identificadas em nível de gênero e separadas em morfoespécies. Em seguida, as morfoespécies foram enviadas ao Laboratório de Mirmecologia do Centro de Pesquisas do Cacau, Ilhéus, Bahia, para identificação, permanecendo exemplares-testemunha de cada espécie identificada na coleção-referência da mesma instituição, onde foram registrados sob o número #5683.

A partir dos dados levantados, determinou-se a abundância total de formigas, que compreendeu o número de formigas coletadas, nos três métodos de amostragem, durante todo o período do estudo. A riqueza observada de espécies (S_{obs}) de formigas foi obtida pelo somatório do número de espécies coletadas, em cada amostra, referente ao número total de espécies de formigas capturadas, em cada data de coleta, nos três métodos de amostragem, para cada tratamento. Para avaliar a diversidade de espécies de formigas, utilizou-se uma medida não paramétrica de diversidade α , calculada a partir do índice de diversidade de Shannon (H'). O índice de Shannon foi calculado de acordo com a equação proposta por Magurran (2011), e os valores dos índices foram obtidos por meio do programa DivEs versão 2.0 (Rodrigues, 2005).

Para a análise estatística da abundância do número de formigas, para a riqueza de espécies de formigas e para o índice de diversidade de Shannon, por tratamento e por método de coleta, foi realizada análise de variância (ANOVA). Quando necessário, os valores foram transformados por meio da fórmula: $x = \sqrt[4]{x}$, para atender aos critérios da estatística

descritiva. A partir dos resultados da ANOVA, realizou-se o teste de médias pelo Teste t , com 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa Assistat 7.6 beta (Silva & Azevedo, 2009).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De março a agosto de 2011 foram capturadas 24.735 formigas na área de pré-plantio de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, distribuídas em sete subfamílias, 13 tribos, 16 gêneros e 33 espécies. Em trabalho realizado no Rio Grande do Sul por Fonseca & Diehl (2004), em *E. grandis* e *E. saligna* com cinco anos de idade, foram obtidos valores semelhantes, com, respectivamente, 35 e 27 espécies de Formicidae.

Foi verificada uma maior riqueza de espécies de formigas, independentemente do manejo de plantas infestantes utilizado, para o método de armadilha de solo (AS), seguido do método com isca atrativa (IS) e do Funil de Berlese (FB) (Tabela 1). Esse resultado corrobora os dados apresentados por Lopes & Vasconcelos (2008), que encontraram maior número de espécies de formigas em armadilhas de solo, em comparação à isca atrativa à base de sardinha, nas fisionomias (savânicas) do Cerrado brasileiro.

Algumas espécies de formigas capturadas, conforme se pode observar na Tabela 1, ocorreram com exclusividade em determinados métodos de captura. Dentre essas espécies, cabe destacar as que ocorreram em todas as áreas avaliadas, somente em armadilha de solo, como *Labidus praedator* (Fr. Smith, 1858); *Ectatomma edentatum* Roger, 1863; *Camponotus melanoticus* Emery, 1894; *Acromyrmex balzani* (Emery, 1890); *Acromyrmex heyeri* Forel, 1899; *Atta sexdens piriventris* Santschi, 1919, e *Pogonomyrmex naegelii* Emery, 1878.

A presença de *Labidus praedator* (Fr. Smith, 1858), pertencente à subfamília Ecitoninae, pode ser explicada por tratar-se de uma espécie epígea de hábito nômade e predadora de outros artrópodes (Brandão et al., 2009). Diversamente, a presença das formigas-cortadeiras pertencentes aos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* pode ser explicada pelo seu hábito de forrageamento a longas distâncias.

Camponotus rufipes Fabricius, 1775 e *Pheidole obscurithorax* Naves, 1985 ocorreram nas quatro

Tabela 1. Riqueza de espécies de formigas amostradas com armadilha de solo (AS), isca atrativa (IA), e Funil de Berlese (FB) em áreas de pré-plantio de *Eucalyptus grandis*, sob diferentes faixas de controle de plantas daninhas com glifosato, em Santa Maria, RS. Março de 2011 a agosto de 2012.

Table 1. Species richness of ants sampled with trap soil (AS), attractive bait (IA), and a Berlese (FB) in the areas of pre-planting of *Eucalyptus grandis* under different bands weed control with glyphosate in Santa Maria, RS. March 2011 to August 2012.

Subfamília/Tribo/ Espécie	Tratamentos ¹											
	T1			T2			T3			T4		
	AS	IA	FB	AS	IA	FB	AS	IA	FB	AS	IA	FB
DOLICHODERINAE												
Dolichoderini												
<i>Dorymyrmex</i> sp.1	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-
ECITONINAE												
Ecitonini												
<i>Labidus praedator</i> (Fr. Smith, 1858)	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-
ECTATOMMINAE												
Ectatommini												
<i>Ectatomma edentatum</i> Roger, 1863	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-
<i>Ectatomma permagnum</i> Forel, 1908	x	x	-	x	-	-	x	x	-	x	x	-
<i>Gnamptogenys sulcata</i> (Fr. Smith, 1858)	x	-	-	-	-	-	x	-	-	x	-	-
FORMICINAE												
Brachymyrmecini												
<i>Brachymyrmex degener</i> Emery, 1906	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x
Camponotini												
<i>Camponotus blandus</i> (Fr. Smith, 1858)	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
<i>Camponotus melanoticus</i> Emery, 1894	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-
<i>Camponotus novogranadensis</i> Mayr, 1870	x	-	-	x	-	-	x	x	-	x	x	-
<i>Camponotus punctulatus</i> Mayr, 1868	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	-
<i>Camponotus rufipes</i> Fabricius, 1775	x	x	-	x	x	-	x	x	-	x	x	-
<i>Camponotus senex</i> (Smith, 1858)	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-
MYRMICINAE												
Attini												
<i>Acromyrmex ambiguus</i> (Emery, 1888)	x	-	-	x	-	-	x	-	-	-	-	-
<i>Acromyrmex balzani</i> (Emery, 1890)	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-
<i>Acromyrmex heyeri</i> Forel, 1899	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-
<i>Acromyrmex striatus</i> (Roger, 1863)	x	-	-	-	-	-	x	-	-	x	-	-
<i>Atta sexdens piriventris</i> Santschi, 1919	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-
<i>Mycocepurus goeldii</i> Forel, 1893	x	-	-	x	-	x	x	-	-	x	-	-
Blepharidattini												
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	-	x	x	-	x	-	x	x	x	x	-	-
Crematogastrini												
<i>Crematogaster</i> sp.1	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	x	-
<i>Crematogaster victima</i> Fr. Smith, 1858	x	x	-	x	x	-	x	-	-	x	x	-
Myrmicini												
<i>Pogonomyrmex naegelii</i> Emery, 1878	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-
Pheidolini												
<i>Pheidole complexo flavens</i> sp.2	x	-	-	x	x	-	x	x	-	x	x	-
<i>Pheidole nesioti</i> Wilson, 2003	x	-	-	-	-	-	x	x	-	x	-	-
<i>Pheidole obscurithorax</i> Naves, 1985	x	x	-	x	x	-	x	x	-	x	x	-

¹Tratamentos: controle de plantas infestantes na linha e na entrelinha de plantio (T1); controle de plantas infestantes em faixa de um metro paralela à linha de plantio e de um metro na parte central da entrelinha, sem controle (T2); controle de plantas infestantes em faixa de meio metro paralela à linha de plantio (T3), e a testemunha, sem controle de plantas infestantes e nenhuma forma de limpeza da área (T4). ²S_{obs}: Riqueza observada de espécies.

Tabela 1. Continuação...**Table 1.** Continued....

Subfamília/Tribo/ Espécie	Tratamentos ¹											
	T1			T2			T3			T4		
	AS	IA	FB	AS	IA	FB	AS	IA	FB	AS	IA	FB
<i>Pheidole pullula</i> Santschi, 1911	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x
<i>Pheidole radoszkowskii</i> Mayr, 1884	x	x	x	x	x	-	x	x	-	x	x	x
Solenopsidini												
<i>Solenopsis invicta</i> Buren, 1972	x	x	-	x	x	x	x	x	-	x	x	x
<i>Solenopsis</i> sp.1	x	x	-	-	-	-	x	x	-	x	x	-
<i>Solenopsis</i> sp.2	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x
<i>Solenopsis</i> sp.3	-	-	x	-	-	x	-	-	x	-	-	x
PONERINAE												
Ponerini												
<i>Hypoponera</i> sp.1	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	x
PSEUDOMYRMECINAE												
Pseudomyrmecini												
<i>Pseudomyrmex</i> grupo Pallidus sp.1	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$S_{obs}^2 = 33$	24	9	7	18	9	7	24	14	6	22	11	7

¹Tratamentos: controle de plantas infestantes na linha e na entrelinha de plantio (T1); controle de plantas infestantes em faixa de um metro paralela à linha de plantio e de um metro na parte central da entrelinha, sem controle (T2); controle de plantas infestantes em faixa de meio metro paralela à linha de plantio (T3), e a testemunha, sem controle de plantas infestantes e nenhuma forma de limpeza da área (T4). ² S_{obs} : Riqueza observada de espécies.

áreas avaliadas, tanto em armadilha de solo quanto em isca atrativa, porém não foi verificada em Funil de Berlese. *Solenopsis* sp.1 e *Ectatomma permagnum* Forel, 1908 também se apresentaram susceptíveis à captura por ambos os métodos, porém não houve registro da primeira espécie na área correspondente ao tratamento T2, assim como, a segunda espécie não foi capturada, na mesma área, no método que utilizou isca atrativa (Tabela 1).

Foram capturadas nos três métodos de coleta, nas respectivas áreas, as espécies: *Camponotus punctulatus* Mayr, 1868 (T1 e T2); *Wasmannia auropunctata* (Roger, 1863) (T3); *Pheidole radoszkowskii* Mayr, 1884 (T1 e T4), e *Solenopsis invicta* Buren, 1972 (T6) (Tabela 1).

A presença de *Camponotus punctulatus* Mayr, 1868 nos três métodos, nos tratamentos T1 e T2, em que houve um controle mais intenso da matocompetição, pode ser explicada pelo fato desta espécie apresentar preferência por áreas de campo que apresentam distúrbios antrópicos (Folgarait & Gorosito, 2001).

Wasmannia auropunctata (Roger, 1863) possui ampla distribuição e é tida como espécie invasora

(Schultz & McGlynn, 2000). Tais características podem explicar o fato da sua captura por todos os métodos, independentemente do tipo de aplicação de herbicida realizada.

A presença de *Pheidole radoszkowskii* Mayr, 1884 pode ser explicada, possivelmente, por este gênero ser o mais abundante dentre as formigas, em número de colônias e indivíduos (Wilson, 1986). Vários trabalhos em eucalipto indicam o gênero como o de maior número de espécies de formigas observadas (Fonseca & Diehl, 2004; Ramos-Lacau et al., 2008; Boscardin et al., 2011).

Almeida et al. (2007) verificaram, em armadilhas de solo, a ocorrência de *Solenopsis invicta* em sete dos oito cultivos avaliados em seu estudo, não tendo sido coletada somente no tratamento agroflorestal.

As espécies *Brachymyrmex degener* Emery, 1906; *Pheidole pullula* Santschi, 1911; *Solenopsis* sp.2, e *Solenopsis* sp.3 foram encontradas em todas as áreas avaliadas, somente por meio do método de extração com Funil de Berlese. *Hypoconera* sp.1 também foi verificada somente neste método; no entanto, ocorreu somente na área com aplicação de glifosato em faixa de meio metro paralela à linha de

plantio e na área onde não houve controle de plantas daninhas. *Gnamptogenys sulcata* (Fr. Smith, 1858) ocorreu unicamente nas armadilhas de solo, exceto em T2 (Tabela 1).

Quanto ao número de formigas capturadas, o procedimento de coleta utilizando isca atrativa à base de patê de fígado de frango apresentou 20.088 formigas capturadas (81,2%), seguido do método com armadilha de solo, com 3.658 (14,8%), e por fim do método por extração, utilizando Funil de Berlese, com 989 formigas capturadas (4,0%).

Porém, estatisticamente, o número de formigas capturadas com isca atrativa foi exclusivamente maior, diferindo-se dos demais métodos (ANOVA, $p < 0,05$), apenas na área onde se aplicou glifosato em faixa de um metro paralela à linha de plantio e de um metro na parte central da entrelinha, sem controle, correspondente ao tratamento T2. Nesta área, verificou-se a maior média de espécimes

capturados, com aproximadamente 678 formigas por coleta, seguido dos métodos de armadilha de solo e Funil de Berlese (Tabela 2). Este fato pode ser explicado pelo comportamento de recrutamento massivo das espécies de formigas, em sua maioria de hábitos alimentares generalistas e dominantes (Sarmiento-M, 2003), instigadas pela presença da isca atrativa (disponibilidade de alimento), aliada à localização dessas iscas, próximas ou dentro da área de forrageamento das colônias.

Ressalta-se que o número e o tamanho das colônias encontradas na área – dados não analisados no presente estudo, aliado aos tipos de métodos de captura utilizados (Bestelmeyer et al., 2000), bem como às variáveis ambientais (Guiseppe et al., 2006) – são fatores importantes que podem interferir nos resultados de densidade e na riqueza de espécies de formigas capturadas. Nesse sentido, para o parâmetro abundância, não se verificou diferença

Tabela 2. Valores médios de abundância, riqueza média observada (S_{obs}) e diversidade de Shannon (H') de espécies de formigas coletadas com armadilha de solo, isca atrativa e Funil de Berlese, em áreas de pré-plantio de *Eucalyptus grandis*, sob diferentes faixas de controle de plantas daninhas com glifosato, em Santa Maria-RS, período de março de 2011 a agosto de 2012.

Table 2. Mean values of abundance, richness average observed (S_{obs}), and Shannon diversity (H') of ant species collected with soil trap, bait attractive and a Berlese, in areas of pre-planting of *Eucalyptus grandis* under different bands control weeds with glyphosate, in Santa Maria, RS. March 2011 to August 2012.

Métodos de coleta	Tratamentos ¹				C.V. (%)
	T1	T2	T3	T4	
Número médio de formigas coletadas					
Armadilha de solo	219,4 Aa*	115,4 Ba	122,6 Aa	65,1 Aa	29,3
Isca atrativa	278,2 Aa	677,7 Aa	109,2 Aa	265,0 Aa	45,0
Funil de Berlese	53,0 Ba	26,6 Ca	30,6 Aa	47,7 Aa	22,1
C.V. (%) ²	26,9	26,6	36,0	49,4	
Riqueza observada de espécies (S_{obs})					
Armadilha de solo	8,6 Aab	6,4 Ab	11,4 Aa	10,0 Aa	18,6
Isca atrativa	3,5 Ba	3,3 Aa	3,7 Ba	3,2 Ba	33,8
Funil de Berlese	3,4 Ba	3,6 Aa	2,6 Ba	3,2 Ba	22,3
C.V. (%)	18,8	22,7	24,4	33,3	
Diversidade de Shannon (H')					
Armadilha de solo	0,487 Ac	0,683 Ab	0,761 Aab	0,857 Aa	20,6
Isca atrativa	0,432 Ac	0,518 Bb	0,610 Ba	0,520 Bb	12,7
Funil de Berlese	0,492 Ab	0,667 Aa	0,482 Cb	0,462 Bb	19,3
C.V. (%)	6,2	9,6	16,3	4,5	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na vertical (entre métodos) e minúsculas na horizontal (entre tipos de aplicação de glifosato) não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste t no nível de 5% de significância. ANOVA realizada com valores transformados $x = \sqrt[3]{x}$ para atender aos critérios da estatística descritiva. ¹ Tratamentos: controle de plantas infestantes na linha e na entrelinha de plantio (T1); controle de plantas infestantes em faixa de um metro paralela à linha de plantio e de um metro na parte central da entrelinha, sem controle (T2); controle de plantas infestantes em faixa de meio metro paralela à linha de plantio (T3), e a testemunha, sem controle de plantas infestantes e nenhuma forma de limpeza da área (T4). ² CV (%): coeficiente de variação expresso em porcentagem (%).

significativa (ANOVA, $p>0,05$) entre os diferentes tipos de manejo de plantas infestantes com glifosato (Tabela 2), o que sugere não ter havido interferência da simplificação do ambiente sobre a abundância das formigas.

Quanto à riqueza observada de espécies, conforme observa-se na Tabela 2, o método utilizando armadilha de solo foi o mais eficiente, em três dos quatro tratamentos avaliados. Foi observada diferença estatística (ANOVA, $p<0,05$) para este parâmetro entre os tratamentos avaliados, sendo que as áreas onde houve menor intervenção com aplicação do glifosato, T2 e T4, apresentaram, respectivamente, as maiores médias, com $S_{obs} = 11,4$ e $S_{obs} = 10,0$.

Diversamente, quanto à diversidade de espécies, verificou-se diferença significativa (ANOVA, $p<0,05$) para o método de armadilha de solo, em detrimento dos demais métodos avaliados, para as áreas dos tratamentos T2 e T4. No tratamento T2, o método diferiu estatisticamente (ANOVA, $p<0,05$) somente da isca atrativa, apresentando semelhança com o método por Funil de Berlese.

Ramos et al. (2004), ao avaliarem a diversidade de Shannon para a comunidade de formigas em *E. grandis*, submetida a capina química com utilização de glifosato, verificaram uma diminuição nos valores do índice de Shannon, oito dias depois da aplicação do herbicida, bem como um retorno aos valores similares iniciais encontrados antes das aplicações. No presente estudo, verificou-se diferença significativa (ANOVA, $p<0,05$) entre os tratamentos, sendo que, para os métodos de armadilha de solo e isca atrativa, os valores foram maiores nos locais onde houve uma menor alteração ambiental, respectivamente T4 ($H' = 0,857$) e T2 ($H' = 0,610$); a exceção esteve no método a partir do uso do Funil de Berlese, no qual foi verificado maior índice de diversidade de Shannon para a área correspondente ao tratamento T2 ($H' = 0,667$).

Entretanto, conforme informa Queiroz et al. (2006), agroecossistemas mais diversificados e com menor uso de pesticidas, inseridos em uma paisagem rica em elementos florestais, são mais apropriados para a conservação da biodiversidade e, possivelmente, para a conservação de espécies de formigas.

5. CONCLUSÕES

A isca atrativa à base de patê de fígado de frango apresenta a maior abundância total de formigas capturadas, sendo verificada a maior média para o tratamento T2.

O maior número de espécies de formigas capturadas, em três dos quatro ambientes avaliados, para o pré-plantio do *Eucalyptus grandis*, consta para o método utilizando armadilha de solo.

Os métodos demonstraram ser complementares entre si; assim, para atender qualiquantitativamente os levantamentos de formigas, sugere-se a utilização de mais de um método de captura.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela Bolsa de Mestrado concedida ao primeiro autor. A Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO - Santa Maria, RS) pela área para execução do experimento, e aos seus funcionários pelo auxílio prestado. Ao pesquisador Dr. Jacques Hubert Charles Delabie, do Laboratório de Mirmecologia do Centro de Pesquisas do Cacau, Ilhéus, Bahia, pela identificação das espécies.

STATUS DA SUBMISSÃO

Recebido: 12/02/2013

Aceito: 13/06/2013

Publicado: 30/09/2013

AUTOR(ES) PARA CORRESPONDÊNCIA

Jardel Boscardin

Departamento de Defesa Fitossanitária,
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM,
CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil
e-mail: boscardinj@gmail.com

REFERÊNCIAS

Almeida FS, Queiroz JM, Mayhé-Nunes AJ. Distribuição e abundância de ninhos de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) em um

- agroecossistema diversificado sob manejo orgânico. *Floresta e Ambiente* 2007; 14(1): 33-43.
- Almeida LM, Ribeiro-Costa CS, Marinoni L. *Manual de Coleta, Conservação, Montagem e Identificação de Insetos*. Ribeirão Preto: Holos; 2003.
- Alonso LE. Ants as Indicators of Diversity. In: Agosti D, Majer JD, Alonso LE, Schultz TR, editores. *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Washington and London: Smithsonian Institution Press; 2000.
- Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas - ABRAF. *Anuário Estatístico da ABRAF 2012: ano base 2011*. Brasília: ABRAF; 2012.
- Bestelmeyer BT, Agosti D, Alonso LE, Brandão CRF, Brown WL Jr, Delabie JHC et al. Fiel techniques for the study of ground-dwelling ants: an overview, description, and evaluation. In: Agosti D, Majer JD, Alonso LE, Schultz TR, editores. *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Washington and London: Smithsonian Institution Press; 2000.
- Bolton B. *Synopsis and classification of Formicidae*. Florida: Memoirs of the American Entomological Institute; 2003.
- Boscardin J, Costa EC, Garlet J, Murari AB, Delabie JHC. Avaliação comparativa de iscas atrativas a partir da riqueza de espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) numa floresta de *Eucalyptus grandis*, em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *AUGMDomus* 2011; 3: 10-19.
- Braga DL, Louzada JNC, Zanetti R, Delabie JHC. Avaliação rápida da diversidade de formigas em sistemas de uso do solo no sul da Bahia. *Neotropical Entomology* 2010; 39(4): 464-469. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2010000400002>
- Brandão CRF, Silva RR, Delabie JHC. Formigas (Hymenoptera). In: Panizzi AR, Parra JRR, editores. *Bioecologia e nutrição de insetos: Base para o manejo integrado de pragas*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; 2009.
- Fernández F, Sendoya S. Synonymic list of Neotropical ants (Hymenoptera: Formicidae). *Biota Colombiana* 2004; 5(1): 3-105.
- Folgarait PJ, Gorosito NB. Invasion of *Camponotus punctulatus* ants in sown pastures: consequences for ant activity and diversity. *Ecologia Austral* 2001; 11:49-57.
- Fonseca RC, Diehl E. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) epigéicas em povoamentos de *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae) de diferentes idades no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 2004; 48(1): 95-100. <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262004000100016>
- Fowler HG, Forti LC, Brandão CRF, Delabie JHC, Vasconcelos HL et al. Ecologia nutricional de formigas. In: Panizzi AR, Parra JRR, editores. *Ecologia Nutricional de Insetos e Suas Implicações no Manejo Integrado de Pragas*. São Paulo: Editora Manole LTDA; 1991.
- Gallo, D, Nakano O, Silveira S N^o, Carvalho RPL, De Batista GCD, Berti Filho E et al. *Entomologia Agrícola*. Piracicaba: FEALQ; 2002.
- Guisepe KFL, Drummond FA, Stubbs C, Woods S. *The Use Herbicides in Managed Forest Ecosystems and Their Effects on Non-Target Organisms with Particular Reference to Ants as Bioindicators* [technical bulletin]. Orono 2006; 192.
- Hölldobler B, Wilson EO. *The ants*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press; 1990.
- Lopes CT, Vasconcelos HL. Evaluation of three methods for sampling ground-dwelling ants in the brazilian cerrado. *Neotropical Entomology* 2008; 37(4): 399-405. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2008000400007>
- Macedo LM, Berti Filho E, Delabie JHC. Epigeic ant communities in Atlantic Forest remnants of São Paulo: a comparative study using the guild concept. *Revista Brasileira de Entomologia* 2011; 55(1): 75-78. <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262011000100012>
- Magurran AE. *Medindo a diversidade ecológica*. Tradução de DM Vianna. Curitiba: Ed. UFPR; 2011.
- Mentone TO, Diniz EA, Munhae CB, Bueno OC, Morini MSC. Composição da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de serapilheira em florestas semidecídua e de *Eucalyptus* spp., na região sudoeste do Brasil. *Biota Neotropica* 2011; 11(2): 1-10. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032011000200024>
- Moreno JA. *Clima do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura; 1961.
- Perrando ER. *Caracterização física e biológica do solo após aplicação de herbicidas em plantios de Acácia-Negra (Acacia mearnsii De Wild.) no Rio Grande Do Sul* [tese]. Santa Maria: Universidade federal de Santa Maria; 2008.
- Queiroz JM, Almeida FS, Pereira MPS. Conservação da biodiversidade e o papel das formigas (Hymenoptera: Formicidae) em agroecossistemas. *Floresta e Ambiente* 2006; 13(2): 37-45.
- Ramos LS, Zanetti R, Marinho CGS, Delabie JHC, Schindwein MN, Almado RP. Impacto das capinas mecânica e química do sub-bosque de *Eucalyptus grandis* sobre a comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae). *Revista Árvore* 2004; 28(1): 139-146. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622004000100018>
- Ramos-Lacau LS, Zanetti R, Delabie JHC, Marinho CGS, Schindwein MN, Lacau S et al. Respostas das guildas de formigas (Hymenoptera: Formicidae) a práticas silviculturais em plantio de eucaliptos. *Agrotrópica* 2008; 20: 61-72.
- Ré TM. *O uso de formigas como bioindicadores no monitoramento ambiental de revegetação de áreas*

mineradas [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2007.

Read JL. Use of ants to monitor environmental impacts of salt spray from a mine in arid Australia. *Biodiversity and Conservation* 1996; 5(12): 1533-1543. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00052114>

Rodrigues WC. *DivEs - Diversidade de espécies*. versão 2.0. Software e Guia do Usuário, 2005; [cited 2010 fev. 10]. Available from: <http://www.ebras.bio.br>

Sarmiento-M CE. Metodologías de captura y estudio de las hormigas. In: Fernández F, editor. *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humbolt; 2003.

Schmidt FA, Diehl E. What is the Effect of Soil Use on Ant Communities? *Neotropical Entomology* 2008; 37(4): 381-388. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2008000400005>

Schultz TR, McGlynn TP. The interactions of ants with other organisms. In: Agosti D, Majer JD, Alonso LE, Schultz TR, editores. *Ants: standard methods for*

measuring and monitoring biodiversity. Washington and London: Smithsonian Institution Press; 2000.

Silva FAS, Azevedo CAV. Principal components analysis in the software Assistat-statistical attendance. In: *Anais do VII World Congress On Computers In Agricultumidade Relativae*; 2009; Reno. American Society of Agriculal and Biological Engineers; 2009.

Soares SA, Antonialli-Junior WF, Lima-Junior SE. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera, Formicidae) em dois ambientes no Centro-Oeste do Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 2010; 54(1): 71-81. <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262010000100009>

Streck EV, Kampf N, Dalmolin RSD, Klamt E, Nascimento PC, Schneider P. *Solos do Rio Grande do Sul*. 2. ed. Porto Alegre: Emater-RS/ASCAR; 2008.

Tuffi Santos LD. *Efeitos diretos e indiretos do glyphosate em eucalipto* [tese]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2006.

Wilson EO. The defining traits of fire ants and leaf-cutting ants. In: Loefgreen CS, Vander Meer RK, editores. *Fire ants and leaf-cutting ants: biology and management*. Boulder: Westview Press; 1986.