

Distribuição e abundância de ninhos de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) em um agroecossistema diversificado sob manejo orgânico

Fábio Souto Almeida¹, Jarbas Marçal Queiroz², Antônio José Mayhé-Nunes³

¹Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Instituto de Florestas, UFRRJ;

²Departamento de Ciências Ambientais, Instituto de Florestas, UFRRJ - jarbas@ufrj.br.

³Departamento de Biologia Animal, Instituto de Biologia, UFRRJ

Recebido em 16 de Agosto de 2007

Resumo

A distribuição dos ninhos de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae), a influência de fatores abióticos sobre a densidade populacional da espécie e seu possível efeito sobre a riqueza de outras espécies de formigas foram avaliados em um agroecossistema diversificado sob manejo orgânico no sudeste do Brasil. Foram amostradas áreas cultivadas com diferentes espécies, no Sistema Integrado de Produção Agroecológica, em Seropédica-RJ. Os ninhos de *S. invicta* tiveram distribuição agregada. A área ocupada por ninhos por hectare foi significativamente relacionada com a temperatura do solo e do ar. A densidade de *S. invicta* não influenciou o número médio de espécies de outras formigas.

Palavras-chaves: formiga-lava-pé, fatores abióticos, riqueza de espécies.

Nest distribution and abundance of *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) in a diversified agroecosystem under organic management

Abstract

The distribution of *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) nests, the effect of abiotic factors on the species population density, and possible influence on species richness of other ants were investigated in a diversified agroecosystem in the Southeast of Brazil. Plots cultivated with different crops were sampled in the Sistema Integrado de Produção Agroecológica, in Seropedica, RJ, Brazil. The nest distribution was aggregated and the nest area per hectare was significantly related with soil and air temperatures. The ant fauna species richness was not influenced by *S. invicta* density.

Key words: fire ant, abiotic factors, species richness.

Introdução

Solenopsis invicta Buren (Hymenoptera: Formicidae), formiga-lava-pé, é nativa da América do Sul mas hoje também ocorre em países da América Central, América do Norte e Oceania (Callcott & Collins, 1996; Holway et al., 2002). A espécie é muito conhecida pelos efeitos sobre humanos e animais domésticos. Sua agressividade e picadas dolorosas contribuem para a aversão dos trabalhadores rurais em efetuar práticas culturais em áreas infestadas (Fowler et al., 1990). Nos Estados Unidos da América, os gastos anuais para o controle de *Solenopsis* spp. em domicílios, especialmente *S. invicta*, alcançam 2,5 bilhões de dólares (Della Lucia, 2003). Na agricultura, Banks et al. (1990) estimaram que *S. invicta* e *Solenopsis richteri* Forel provocariam perdas anuais de 31,2 a 156,4 milhões de dólares em plantios de soja em seis estados Norte-americanos. Caso a espécie se estabeleça na Califórnia, estima-se que os prejuízos a equipamentos elétricos, animais domésticos, seres humanos e à agricultura alcancem de 387 a 989 milhões de dólares por ano (Jetter et al., 2002). A espécie também pode causar danos indiretos às plantas cultivadas, através de sua associação com homópteros (Vinson & Scarborough, 1991).

Uma outra fonte de preocupação relacionada a presença de *S. invicta* vem do potencial que a espécie possui para afetar outras espécies de formigas, principalmente onde ela é invasora, dado a sua agressividade física e química e sua maior eficiência em explorar os alimentos (Holway et al., 2002). Esse problema também é conhecido para outras espécies de formigas invasoras, como no caso da espécie *Linepithema humile*, cuja ação foi responsável pela desestruturação da comunidade de formigas nativas em ambientes invadidos pela espécie no Estado da Califórnia, EUA (Sanders et al., 2003a). Vários trabalhos mostraram que *S. invicta* pode ser responsável pela redução da diversidade de artrópodes nativos em ecossistemas invadidos por ela (Gotelli & Arnett, 2000; Wojcik, 2001; Jetter et al., 2002; Morrison, 2002; Parris et al., 2002). No entanto esse efeito negativo, onde a espécie é invasora, pode não ocorrer no ambiente nativo. Neste caso, sugere-se que a maior competição entre as espécies ou as interações agressivas entre colônias, que podem ser

maiores no ambiente nativo do que nos locais onde a espécie foi introduzida impediriam a dominância de uma espécie reconhecidamente mais agressiva (Tennant, 1994; Errard et al. 2005). Ou então os efeitos de uma espécie dominante sobre a estrutura da comunidade podem se restringir apenas à competição com espécies mais proximamente aparentadas (Gibb & Hochuli, 2004). Por outro lado, King & Tschinkel (2006) demonstraram experimentalmente que mesmo em locais onde *S. invicta* é invasora o efeito negativo sobre outras espécies de formigas pode não ocorrer.

O controle de *Solenopsis invicta* vem sendo tentado, principalmente através de inseticidas, com um sucesso limitado (Williams et al., 2001). Por outro lado, existem os benefícios que *S. invicta* poderia trazer ao homem com a sua utilização como agente de controle de organismos que causam danos à plantas cultivadas. Eubanks (2001) encontrou correlação negativa entre as densidades de *S. invicta* e as de várias espécies de insetos herbívoros em cultivos de algodão e soja no Alabama, EUA. Vogt et al. (2001) observaram, em uma plantação de amendoim em Oklahoma, EUA, que *S. invicta* coletou sete vezes mais artrópodes pragas que benéficos.

Vários fatores contribuem para o sucesso reprodutivo de uma colônia de formigas e controlam sua densidade e distribuição espacial. Os fatores bióticos e abióticos são de grande importância para a distribuição e densidade das espécies (Porter & Tschinkel, 1993; Soares & Schoederer, 2001; Sanders et al., 2003b; Albuquerque et al., 2005; Morrison et al., 2005). As espécies que nidificam no solo, como *S. invicta*, têm suas operárias, ovos, larvas e pupas em contato quase permanente com o mesmo, deste modo, características químicas do solo, assim como o pH, poderiam exercer influência sobre estes organismos. Também é possível que fatores físicos, como a densidade do solo, possam influenciar a densidade da espécie. Solos pouco ou muito densos poderiam dificultar a colonização de certas áreas.

No Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), em Seropédica, Estado do Rio de Janeiro, a espécie tem chamado atenção pela existência de muitos ninhos no local e por um possível efeito negativo sobre algumas plantas cultivadas. Buscar informações que subsidiem planos de manejo de *S. invicta* no local reveste-se de grande importância

dada a natureza experimental e demonstrativa das técnicas agroecológicas do SIPA. Além disso, é interessante verificar se em um habitat modificado na sua região de origem, *S. invicta* tem algum efeito sobre a diversidade de outras espécies de formigas. Deste modo, o presente estudo objetivou: determinar a distribuição espacial dos ninhos de *S. invicta* no agroecossistema; analisar a influência de alguns fatores abióticos sobre a densidade populacional da formiga-lava-pé e verificar se a riqueza de outras espécies de formigas é afetada pela densidade populacional de *S. invicta*.

Material e Métodos

Área de estudo

A coleta dos dados foi realizada entre Junho e Julho de 2006. O estudo foi conduzido no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA – “Fazendinha Agroecológica –”), localizado em Seropédica, RJ (22°46’S, 43°41’W), a 33 m de altitude. O SIPA é uma unidade de pesquisa de produção orgânica em bases agroecológicas (Neves et al., 2005). O município de Seropédica apresenta o clima do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen, ou seja, quente e úmido, com temperatura média anual de 22,7°C e 1200 mm de chuva anual, com uma estação seca de inverno (junho-agosto) e uma estação chuvosa de verão (dezembro-fevereiro) (FIDERJ, 1976).

Os dados foram coletados em uma área total de 14.000 m². A área de estudo continha diferentes cultivos individualizados da seguinte forma: (1) Agrofloresta (1.507 m²), com as culturas do abacaxi [*Ananas comosus* (L.) Merr.], banana (*Musa paradisiaca* L.), cacau (*Theobroma cacao* L.), carambola (*Averrhoa carambola* L.), *Citrus* sp., coqueiro (*Cocos nucifera* Linn), *G. sepium*, guapuruvu [*Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake], mamão (*Carica papaya* L.) e urucum (*Bixa orellana* L.); (2) Banana (433 m²); (3) Café (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) (2.275 m²) sombreado por *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud; (4) Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) (804 m²); (5) Figo (*Ficus carica* L.) (486 m²); (6) Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) (986 m²); (7) Milho (*Zea mays* L.) e mucuna (*Mucuna* sp.) consorciados (560 m²); (8)

Batata-doce [*Ipomea batatas* (L.) Lam.] (980 m²); (9) Grama (795 m²) e (10) *Citrus* spp. e coqueiros (755 m²) em linha única; foram consideradas um cultivo só, porém somente para avaliar a influência das variáveis abióticas sobre a densidade de *S. invicta*. Em toda a área os cultivos são separados por espaços abertos cobertos por grama, também analisados separadamente.

Em toda a área, predomina o solo Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico. Todas as áreas cultivadas são capinadas, exceto a agrofloresta, em periodicidade que varia em função da necessidade. Também em toda a área, com exceção dos cultivos de figo e agrofloresta, é feito o controle químico de formigas do gênero *Atta* (saúvas) com iscas atrativas. Porém, o controle é feito em um pomar de acerolas ao lado do cultivo de figo e próximo ao sistema agroflorestal. O cultivo estabelecido mais recentemente era a cana-de-açúcar, com pouco mais de dois meses.

Amostragem de *S. invicta*

Os diferentes cultivos foram vistoriados e todos os ninhos de *S. invicta* encontrados foram marcados com estacas numeradas. Por haver correlação positiva conhecida entre o número de operárias de *S. invicta* e o tamanho de seu ninho (Macom & Porter, 1996), foi calculada a área do monte de cada ninho. Para tal, mediu-se em cada ninho o comprimento do eixo mais longo (a) e do eixo perpendicular a este (b). A área foi calculada pela fórmula da elipse ($A = \pi \times a/2 \times b/2$) (Morrison & Porter, 2003, 2005). A densidade de *S. invicta* foi expressa de duas formas: 1) como o total de área ocupada por ninhos de *S. invicta* por hectare; e 2) como o número de ninhos por hectare. Para analisar a distribuição espacial dos formigueiros a área amostrada de 1,4 ha foi dividida em 100 sub-parcelas de 140 m² (8,0 x 17,5m²), obtendo-se o número de ninhos em cada sub-parcela, segundo Albuquerque et al. (2005). Apesar da área cultivada com batata-doce ter o uso alterado antes da coleta dos dados para as variáveis abióticas e amostragem da mirmecofauna, os ninhos de *S. invicta* foram medidos e incluídos na análise da distribuição espacial e densidade populacional.

Amostragem da mirmecofauna

Para amostragem da fauna de formigas foram utilizadas grupos de armadilhas de solo do tipo pitfall, com a intensidade de amostragem sendo proporcional à área ocupada pelos diferentes cultivos. Este tipo de amostragem garante que as espécies presentes em cada espaço físico tenham a mesma probabilidade de serem coletadas (Schoereder et al., 2004). Além disso, com um número limitado de amostras, espécies com distribuição espacial restrita têm menor probabilidade de serem capturadas (Rossi et al., 2006). Para o cultivo de banana, com menor área, foram instalados dois grupos de armadilhas, que foi o máximo possível respeitando-se a distância entre grupos. Cada grupo de armadilhas consistia de três pitfalls posicionados nos vértices de um triângulo equilátero a intervalos de dois metros, adaptado de Schoereder et al. (2004). Os grupos de armadilhas foram instalados em transectos, no centro da área de cada tratamento, a intervalos de 10 metros e, no mínimo, a seis metros da borda do tratamento. Os pitfalls consistiam de copos plásticos de 300 ml enterrados no solo até a borda (7,2 cm de diâmetro) e contendo 100 ml de álcool hidratado a 70%, os quais permaneceram no campo por 48 horas (Bestelmeyer et al., 2000). O material coletado foi acondicionado em potes identificados, contendo álcool hidratado a 70%, e transportados ao laboratório, onde as formigas foram identificadas ao nível de gênero, utilizando-se a chave de Bolton (1994).

Um grupo de armadilhas no sistema agroflorestal e todas as armadilhas da área cultivada com batata-doce foram perdidas. Não foi realizada amostragem da fauna de formigas nas áreas da cultivadas com *C. nucifera* e *Citrus* spp. por que as armadilhas iriam distar menos de 10 metros das armadilhas do tratamento milho e mucuna. Foram determinadas, para cada tratamento, a riqueza média (número médio de espécies de formigas por grupo de armadilhas), sendo excluída destes cálculos a espécie *S. invicta*.

Variáveis abióticas

Adotou-se a amostragem ao acaso para tomada das variáveis abióticas. Para obtenção do pH do solo, amostras de solo até 10 cm de profundidade foram coletadas de 30 pontos distribuídos em cada

área. Posteriormente, uniformizou-se as amostras para se ter apenas duas amostras compostas por área (Almeida et al., 1990). A leitura do pH foi realizada com um tensiômetro digital, calculando-se um valor médio para cada área. Para obtenção da densidade e umidade do solo, coletou-se outras amostras de solo indeformadas com um cilindro de 2,3 cm de diâmetro até a profundidade de 10 cm, realizando-se 6 amostras por tratamento. Foi calculado o volume do cilindro coletor (Vs). Cada amostra foi pesada antes (Pu) e depois de secada por dois dias em estufa a 105°C (Ps). Com o valor de cada amostra, obteve-se as médias para densidade e umidade do solo, que para cada amostra foram calculadas através das fórmulas: Densidade do solo (g/cm^3) = $\text{Ps}(\text{g})/\text{Vs}(\text{cm}^3)$ e Umidade do solo (%) = $[\text{Pu}(\text{g}) - \text{Ps}(\text{g})/\text{Ps}(\text{g})] \times 100$. A temperatura do solo e do ar e a umidade do ar foram medidas em 30 diferentes pontos em cada tratamento, na sombra e em um único dia ensolarado das 8:30h as 16:30h. Para minimizar o efeito do horário de coleta, as medições foram realizadas em seis eventos de coleta durante o dia, tomando-se cinco medições em cada área por evento de coleta. A temperatura do solo foi medida a 5 cm de profundidade com um termômetro de solo (Porter, 1992). Já a temperatura e a umidade do ar foram obtidas a 5 cm acima da superfície do solo com um psicrômetro.

Análise dos dados

Para determinar a distribuição espacial dos ninhos de *S. invicta* utilizou-se o Índice de dispersão (Id), que é a variância observada dividida pela média observada de ninhos por parcela. Na distribuição teórica de Poisson, a variância é igual a média e, portanto, o Id é igual a um. Se o Id calculado não diferir estatisticamente do valor um, a distribuição dos dados é aleatória (Krebs, 1989). Desta forma, a distribuição dos valores observada foi comparada à esperada para uma distribuição de Poisson, utilizando o teste de Qui-quadrado (χ^2). Se o Id for significativamente menor que um a distribuição é uniforme, já se for maior que um a distribuição é agregada (Krebs, 1989).

Para a análise da influência dos fatores abióticos sobre a densidade de ninhos de *S. invicta* foi realizada uma análise de regressão linear entre a densidade

(área ocupada por ninhos por hectare ou número de ninhos por hectare) e as variáveis pH do solo, densidade do solo, temperatura e umidade do solo e do ar. Para normalização, o número de ninhos por hectare foi transformado em logaritmo (\log_{10}) do número de ninhos por hectare. Os dados de umidade relativa do ar e umidade do solo foram transformados em arco-seno da raiz quadrada da umidade relativa do ar ou umidade do solo (Zar, 1999). Para o estudo da influência da formiga-lava-pé sobre a fauna de outras espécies de formigas, a densidade de ninhos de *S. invicta* (área ocupada pelos ninhos por hectare e o número de ninhos por hectare) foi relacionada, através de análise de regressão linear, com a riqueza média de espécies de formigas por amostra. Em todos os testes estatísticos foi estabelecida a probabilidade de 5%, como limite inferior, para aceitação da hipótese nula.

Resultados e Discussão

Foram encontrados 104 ninhos de *S. invicta* na

área amostrada, ou seja, 74,29 ninhos/ha. A soma da área destes ninhos totalizou 12,60 m² (9,00 m²/ha), ocupando 0,09% da área total amostrada. O menor ninho apresentou 0,0063 m² (0,10 x 0,08 m) e o maior 0,5105 m² (1,00 x 0,65 m), sendo a área média de ninho de 0,12 ± 0,01 m². Em geral, os valores de densidade de *S. invicta* encontrados no SIPA foram menores que os registrados em outros estudos conduzidos nos EUA. Banks et al. (1990) encontraram de 22,2 a 207,5 ninhos/ha de *S. invicta* e *S. richteri* em áreas de soja nos EUA, sendo a média de 116 ninhos/ha. Porter (1992) observou no estado da Flórida, EUA, a densidade média de 262 ninhos/ha para colônias de *S. invicta* poligínicas e de 115 ninhos/ha para monogínicas. Para o estado do Texas, a densidade média foi 680 e 295 ninhos/ha, respectivamente para colônias poligínicas e monogínicas (Porter et al., 1991). Morrison & Porter (2003) encontraram, em pastagens nos EUA, uma variação na área coberta por ninhos de 0,83 a 80,99 m²/ha. Porter et al. (1997) encontraram, em áreas às margens de rodovias na América do Sul, valores

Tabela 1. Densidade de ninhos de *Solenopsis invicta*, como a área ocupada por ninhos por hectare e número de ninhos por hectare, e a riqueza média de formigas em áreas com diferentes tipos de cultivos no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.

Table 1. *Solenopsis invicta* nest density, as the nest area per hectare and the number of nests per hectare, and the average ant species richness in different treatments in the Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Se-

Cultivos	<i>Solenopsis invicta</i>		Formigas (exceto <i>S. invicta</i>)	
	Área Ocupada por Ninhos (m ² /ha)	Número de Ninhos/ha	Riqueza Média (±EP)	n
Agrofloresta	0,45	13,27	6,50±0,85	6
Banana	10,65	69,30	6,50±1,50	2
Café	1,26	13,19	5,27±0,73	11
Cana-de-açúcar	5,90	49,75	8,50±1,32	4
Coqueiro e <i>Citrus</i>	35,23	304,59	-	-
Figo	18,67	61,73	7,50±1,50	2
Gramado	21,71	62,90	7,50±0,65	4
Mandioca	1,89	50,71	8,60±1,40	5
Milho e Mucuna	9,15	178,57	5,67±0,88	3

médios de 58 ninhos/ha e 4 m²/ha, já para a América do Norte os valores foram de 215 ninhos/ha e 25,9 m²/ha.

No SIPA, em Seropédica-RJ, a menor área ocupada por ninhos de *S. invicta* por hectare foi encontrada na agrofloresta, seguida do café consorciado com gliricídia, mandioca, cana-de-açúcar, milho e mucuna, banana, figo, gramado e, com maior densidade de ninhos, a área cultivada com coqueiro e *Citrus* spp. (Tabela 1). O menor número de ninhos por hectare ocorreu no cafezal, seguido da agrofloresta, cana-de-açúcar, mandioca, figo, gramado e banana. A área com maior número de ninhos por hectare foi novamente a cultivada com coqueiro e *Citrus* spp., seguida pelo tratamento milho e mucuna.

A distribuição espacial dos ninhos foi significativamente agregada ($I_d = 2,21$; $\chi^2 = 219,07$; g.l. = 99; $P = 0,000$). Albuquerque et al. (2005), para *Mycetophylax simplex* (Emery) e Soares & Schoederer (2001), para formigas de serapilheira, também

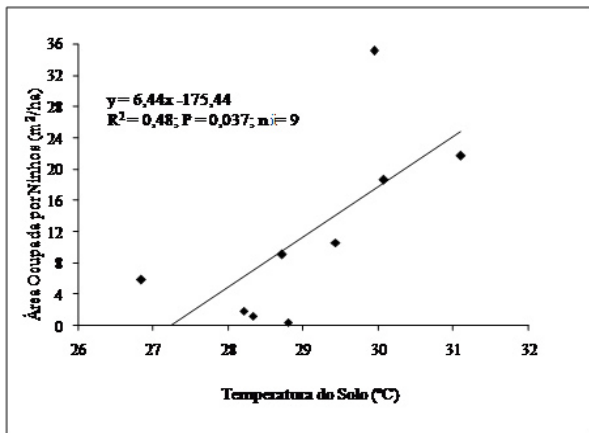


Figura 1. Relação entre a temperatura do solo e a área ocupada por ninhos de *Solenopsis invicta* por hectare em nove áreas com diferentes cultivos no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.

Figure 1. Relationship between the soil temperature and the the *Solenopsis invicta* nest area per hectare in nine plots with different crops in the Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropedica, Rio de Janeiro, Brazil, 2006.

encontraram distribuição agregada dos ninhos. Soares & Schoederer (2001) sugeriram que a distribuição agregada dos ninhos deveu-se ao fato de que a maioria das espécies em seu estudo nidificavam em

galhos, portanto, possuindo exigências ambientais muito parecidas. Albuquerque et al. (2005) sugerem que a distribuição e abundância dos recursos teriam sido mais importantes em determinar o padrão agregado de distribuição espacial dos ninhos de *M. simplex* do que a competição. Neste trabalho, a distribuição agregada sugere que há no ambiente estudado locais melhores para *S. invicta* construir seus ninhos. Por outro lado, como discutido por Soares & Schoederer (2001) e Albuquerque et al. (2005), os resultados encontrados aqui também sugerem que a competição entre colônias não seja uma fator de grande importância afetando sua distribuição espacial.

Em geral, áreas com maior temperatura do solo ($R^2 = 0,484$; $n = 9$; $P = 0,037$; Figura 1) e do ar ($R^2 = 0,422$; $n = 9$; $P = 0,058$; Figura 2) apresentaram maior área ocupada por ninhos da formiga-lava-pé.. Esse último teste foi aceito no limite da significância. Todavia, a densidade não foi significativamente

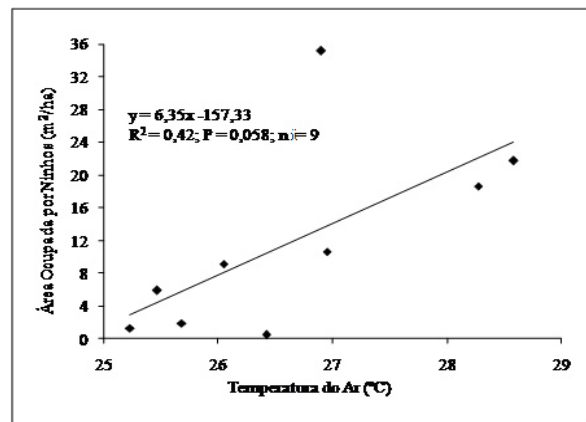


Figura 2. Relação entre a temperatura do ar e a área ocupada por ninhos de *Solenopsis invicta* por hectare em nove áreas com diferentes cultivos no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.

Figure 2. Relationship between the air temperature and the the *Solenopsis invicta* nest area per hectare in nine plots with different crops in the Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropedica, Rio de Janeiro, Brazil, 2006.

influenciada pelo pH do solo ($R^2 = 0,008$; $n = 9$; $P = 0,822$), densidade do solo ($R^2 = 0,195$; $n = 9$; $P = 0,234$), umidade do solo ($R^2 = 0,109$; $n = 9$; $P = 0,386$) e umidade relativa do ar ($R^2 = 0,317$; $n = 9$;

Tabela 2. Espécies de formigas coletadas em áreas com diferentes culturas no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, 2006.

Table 2. Formicidae collected in different plots in the Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), Seropédica, Rio de Janeiro, Brazil, 2006.

ESPÉCIES	CULTIVOS							
	Agrofloresta	Banana	Café	Cana-de-açúcar	Figo	Gramado	Mandioca	Milho
<i>Atta sexdens rubropilosa</i> Forel				x		x	x	x
<i>Brachymyrmex</i> sp1		x		x			x	
<i>Brachymyrmex</i> sp2							x	
<i>Camponotus melanoticus</i> Emery		x	x			x	x	x
<i>Camponotus rufipes</i> (Fabricius)	x	x	x			x	x	
<i>Camponotus crassus</i> Mayr			x			x		
<i>Camponotus</i> sp4	x							
<i>Camponotus fastigatus</i> Roger		x		x			x	
<i>Crematogaster</i> sp1			x	x	x	x	x	x
<i>Cyphomyrmex olitor</i> Forel	x			x				
<i>Ectatomma brunneum</i> Fr. Smith	x	x		x	x	x	x	x
<i>Ectatomma edentatum</i> Roger				x	x	x		
<i>Ectatomma permagnum</i> Forel	x		x				x	
<i>Hypoponera</i> sp1			x					
<i>Labidus</i> sp1			x				x	x
<i>Labidus</i> sp2				x				x
<i>Linepithema</i> sp1	x		x	x	x	x		
<i>Monomorium</i> sp1		x						
<i>Myocepurus smithi</i> Forel	x		x	x	x	x	x	x
<i>Odontomachus chelifer</i> (Latreille)	x	x	x					
<i>Odontomachus meinerti</i> Forel						x		
<i>Pachycondyla</i> sp1	x							
<i>Paratrechina</i> sp1			x					
<i>Pheidole</i> sp1	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Pheidole</i> sp2	x			x	x	x		
<i>Pheidole</i> sp3	x		x			x		
<i>Pheidole</i> sp4	x	x	x	x	x		x	x
<i>Pheidole</i> sp5	x	x	x	x	x		x	x
<i>Pheidole</i> sp6							x	

Tabela 2. continua...

Table 2. continued...

ESPÉCIES	CULTIVOS							
	Agrofloresta	Banana	Café	Cana-de-açúcar	Figo	Gramado	Mandioca	Milho
<i>Pheidole</i> sp7							x	
<i>Pseudomyrmex</i> sp1					x			
<i>Pyramica</i> sp1	x		x			x		
<i>Solenopsis invicta</i> Buren		x	x	x	x	x	x	x
<i>Solenopsis</i> sp1	x		x	x		x	x	x
<i>Solenopsis</i> sp2	x		x	x		x	x	
<i>Solenopsis</i> sp3	x		x	x		x	x	x
<i>Solenopsis</i> sp4	x			x				
<i>Strumigenys</i> sp1			x			x		
<i>Tapinoma</i> sp1		x						

$P = 0,115$). Também não se encontrou relação significativa entre número de ninhos por hectare e o pH do solo ($R^2 = 0,068$; $n = 9$; $P = 0,499$), densidade do solo ($R^2 = 0,004$; $n = 9$; $P = 0,869$), temperatura do solo ($R^2 = 0,103$; $n = 9$; $P = 0,399$), umidade do solo ($R^2 = 0,004$; $n = 9$; $P = 0,867$), temperatura do ar ($R^2 = 0,082$; $n = 9$; $P = 0,454$) e a umidade relativa do ar ($R^2 = 0,066$; $n = 9$; $P = 0,506$).

A maior área ocupada por ninhos de *S. invicta* por hectare em cultivos que apresentaram temperaturas mais elevadas explica, em parte, a distribuição agregada dos ninhos. Pois, indica que existem áreas no SIPA mais adequadas para *S. invicta* nidificar, o que é reforçado pelas consideráveis diferenças encontradas entre as densidades da formiga entre alguns cultivos. Tais áreas seriam as que apresentaram maior temperatura do solo e do ar. A importância da temperatura, do solo em especial, sobre *S. invicta* é conhecida (Korzukhin et al. 2001; Morrison et al. 2005). Colônias de *S. invicta* crescem entre as temperaturas de 22°C a 36°C, com o máximo crescimento ocorrendo próximo a 32°C e a temperatura preferida para a prole em colônias girando em torno de 31°C. A formiga-lava-pé pode mover-se dentro

do labirinto de câmaras subterrâneas mais quentes ou mais frias, podendo selecionar temperaturas que proporcionam máxima produção de prole (Porter & Tschinkel, 1993).

Morrison & Porter (2003) já haviam observado que *S. invicta* é muito mais abundante em áreas abertas. Fonseca & Diehl (2004) não encontraram *S. invicta* em povoamentos de *Eucalyptus saligna* Smith com idade superior a 30 anos, provavelmente devido à maior cobertura do dossel. É provável que *S. invicta* tenha maior sucesso na colonização de locais mais abertos em razão do solo receber a radiação solar de forma direta, tornando-os mais quentes e propiciando maior velocidade de crescimento à colônia. Neste caso, talvez seja possível reduzir a densidade da formiga-lava-pé em um agroecossistema através do manejo das espécies cultivadas, buscando aumentar o sombreamento. Um maior sombreamento pode ser obtido, por exemplo, através do aumento da densidade de plantio ou do cultivo em conjunto de espécies agrícolas e arbóreas. As baixas densidades de *S. invicta* na agrofloresta e no cafezal sombreado com gliricídia podem refletir essa preferência. Os sistemas agroflorestais podem possuir

características impróprias para a formiga-lava-pé, como o alto grau de sombreamento e conseqüente diminuição da temperatura ao nível do solo.

Em relação às coletas com as armadilhas de solo, *Solenopsis invicta* ocorreu em sete dos oito cultivos e não foi coletada somente no tratamento agrofloresta. Como já demonstrado anteriormente, o sistema agroflorestal foi o que apresentou menor densidade de ninhos da espécie. No total foram coletadas 39 espécies de formigas, sendo Pheidole o gênero com maior número (7), seguido por *Solenopsis* e *Camponotus*, com 5 espécies cada (Tabela 2). Peck et al. (1998) coletaram 41 espécies de formigas em agroecossistemas, em dois estados nos EUA, Carolina do Norte e Virgínia. *Solenopsis invicta* ocorreu em 16 regiões da Carolina do Norte em plantações de algodão, milho, soja e trigo. Não houve relação significativa entre a área ocupada por ninhos de *S. invicta* por hectare e o número médio de espécies de formigas ($R^2 = 0,029$; $n = 8$; $P = 0,686$); nem entre o número de ninhos por hectare e o número médio de espécies de formigas ($R^2 = 0,032$; $n = 8$; $P = 0,671$). Os dados coletados no SIPA indicam que a riqueza média de espécies de formigas nas áreas amostradas não está relacionada com a densidade da formiga-lava-pé. Esse resultado junta-se aos demais, e.g. Tennant (1994); Errard et al. (2005), que sugeriram que no ambiente nativo, os efeitos negativos de espécies consideradas mais agressivas, como *S. invicta*, podem ser menores ou mesmo inexistentes. Entretanto, não se pode descartar a possibilidade de *S. invicta* exercer influência sobre algumas espécies de formigas em particular, sobre a estrutura da comunidade em geral ou sobre demais artrópodes.

Agradecimentos

À EMBRAPA-Agrobiologia, em especial à Dra. Maria Elizabeth Fernandes Correia e Dra. Adriana Maria de Aquino, responsáveis pelo Laboratório de Fauna do Solo, onde parte do material coletado foi triado. Ao Dr. Jacques H.C. Delabie (CEPEC/CEPLAC-Bahia) pela identificação das espécies de formigas do gênero *Camponotus* e a dois revisores anônimos pelas sugestões em uma versão prévia do manuscrito. Ao CNPq pelo apoio financeiro (Processo: 476588/2006-5).

Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, E. Z.; DIEHL-FLEIG, E.; DIEHL, E. Density and distribution of nests of *Mycetophylax simplex* (Emery) (Hymenoptera, Formicidae) in areas with mobile dunes on the northern coast of Rio Grande do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, V.49, p.123-126, 2005.

ALMEIDA, D.J.; SANTOS, G.A.; DE-POLLI, H.; CUNHA, L.H.; FREIRE, L.R.; SOBRINHO, N.M.B.A.; PEREIRA, N.N.C.; EIRA, P.A.; BLOISE, R.M.; SALEK, R.C. **Manual de Adubação para o estado do Rio de Janeiro**. Seropédica: Editora da UFRRJ, 1990. 179p.

BANKS, W.A.; ADAMS, C.T.; LOFGREN, C.S.; WOJCIK, D.P. Imported fire ant infestation of soybean fields in the southern United States. **Florida Entomologist**, V.73, p.503-504, 1990.

BESTELMEYER B.T.; AGOSTI, D.; ALONSO, L.E.; BRANDÃO, C.R.F.; BROWN Jr, W.L.; DELABIE, J.H.C. & SILVESTRE, R.. Field techniques for the study of ground-dwelling ants: an overview, description, and evaluation. p 122-144. In: AGOSTI, D., MAJER, J. D.; ALONSO, L. E. & SCHULTZ, T. R. (eds). **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington, D.C. Smithsonian Institution Press. 2000.

BOLTON, B. **Identification guide to the ant genera of the world**. Massachusetts: Harvard University Press, 1994. 222 p.

CALLCOTT, A.A.; COLLINS, H.L. Invasion and range expansion of imported fire ants (Hymenoptera: Formicidae) in North America from 1918-1995. **Florida Entomologist**, V.79, p.240-251, 1996.

DELLA LUCIA, M.T.C. Hormigas de importancia económica en la región Neotropical, p. 337-349. In: Fernandez, F. **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá: Acta Noturna, 2003.

ERRARD, C.; DELABIE, J.; JOURDAN, H.; HEFETZ, A. Intercontinental chemical variation in the invasive ant *Wasmannia auropunctata* (Roger)

- (Hymenoptera Formicidae): a key to the invasive success of a tramp species. **Naturwissenschaften**, V.92, p.319-323.2005
- EUBANKS, M.D. Estimates of the direct and indirect effects of red imported fire ants on biological control in field crops. **Biological Control**, V.21, p.35-43. 2001.
- FIDERJ. **Indicadores climatológicos**: sistema de informação para o planejamento estadual. Rio de Janeiro: FIDERJ/SECPLAN, 1976, 54p.
- FONSECA, R. C.; DIEHL, E. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) epigéicas em povoa-mentos de *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae) de diferen-tes idades no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, V.48, p.95-100, 2004.
- FOWLER, H.G.; BERNARDI, S.V.E.; DELABIE, J.H.C.; FORTI, L.C.; SILVA, V.P. **Major ant problems of South America**. In: VANDERMEER, R. K.; JAFFE, K.; CEDENO, A. (Org.). *Applied Myrmecology: a world perspective*. Boulder: Westview Press. p.3-14. 1990.
- GIBB, H.; HOCHULI, D.F. Removal experiment reveals limited effects of a behaviorally dominant species on ant assemblages. **Ecology**, V.85, p.648-657. 2004.
- GOTELLI, N.J.; ARNETT, A.E. Biogeographic effects of red fire ant invasion. **Ecology Letters**, V.3, p.257-261, 2000.
- HOLWAY, D.A.; LACH, L.; SUAREZ, A.V.; TSUTSUI, N.D.; CASE, T.J. The causes and consequences of ant invasions. **Annual Review of Ecology and Systematics**, V.33, p.181-233, 2002.
- JETTER, K.M.; HAMILTON, J.; KLOTZ, J.H. Red imported fire ants threaten agriculture wildlife and homes. **California Agriculture**, V.56, p.26-34, 2002.
- KING, J.R.; TSCHINKEL, W.R. Experimental evidence that the introduced fire ant, *Solenopsis invicta*, does not competitively suppress co-occurring ants in a disturbed habitat. **Journal of Animal Ecology**, V.75, p.1370-1378. 2006.
- KORZUKHIN, M.D.; PORTER, S.D.; THOMPSON, L.D. & WILEY, S. Modeling temperature-dependent range limits for the fire ant *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) in the United States. **Physiological and Chemical Ecology**, V.30, p.645-655, 2001.
- KREBS, C.J. **Ecological Methodology**. New York: Harper & Row, Publishers, Inc., 1989. 654p.
- MACOM, T.E.; PORTER, S.D. Comparison of polygyne and monogyne red imported fire ants (Hymenoptera: Formicidae) populations densities. **Annals of the Entomological Society of America**, V.89, p.535-543, 1996
- MORRISON, L.W. Long-term impacts of an arthropod-community invasion by the imported fire ant, *Solenopsis invicta*. **Ecology**, V.83, p.2337-2345, 2002.
- MORRISON, L. W.; KORZUKHIN, M. D.; PORTER, S. D. Predicted range expansion of the invasive fire ant, *Solenopsis invicta*, in the eastern United States based on the VEMAP global warming scenario. **Diversity and Distributions**, V.11, p.199-204, 2005.
- MORRISON, L. W.; PORTER, S. D. Positive association between densities of red imported fire ant, *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae), and generalized ant and arthropod diversity. **Environmental Entomology**, V.32, p.548-554, 2003.
- MORRISON, L.W.; PORTER, S.D. Phenology and parasitism rates in introduced populations of *Pseudacteon tricuspis*, a parasitoid of *Solenopsis invicta*. **BioControl**, V.50, p.127-141, 2005.
- NEVES, M.C.P.; GUERRA, J.G.M.; CARVALHO, S.R.; RIBEIRO, R.L.D.; ALMEIDA, D.L. Sistema integrado de produção agroecológica ou Fazendinha Agroecológica km 47, p.147-172. In: AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. (Ed.). **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica susten-**

- tável. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 517p.
- PARRIS, L.B.; LAMONT, M.M.; CARTHY, R.R. Increased incidence of red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) presence in loggerhead sea turtle (Testudines: Cheloniidae) nests and observations of hatchling mortality. **Florida Entomologist**, V.85, p.514-517, 2002.
- PECK, S.L.; MCQUAID, B.; CAMPBELL, C.L. Using ant species (Hymenoptera: Formicidae) as a biological indicator of agroecosystem condition. **Environmental Entomology**, V.27, p.1102-1110, 1998.
- PORTER, S.D. Frequency and distribution of polygyne fire ants (Hymenoptera: Formicidae) in Florida. **Florida Entomologist**, V.75, p.248-257, 1992.
- PORTER, S.D.; BHATKAR, A.P.; MULDER, R.; VINSON, S.B.; CLAIR, D.J. Distribution and density of polygyne fire ants (Hymenoptera: Formicidae) in Texas. **Journal of Economical Entomology**, V.84, p.866-874, 1991.
- PORTER, S.D.; TSCHINKEL, W.R. Fire ant thermal preferences: behavioral control of growth and metabolism. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, V.32, p.321-329, 1993.
- PORTER, S.D.; WILLIAMS, D.F.; PATTERSON, R.S.; FOWLER, H.G. Intercontinental differences in the abundance of *Solenopsis* fire ants (Hymenoptera: Formicidae): Escape from natural enemies? **Environmental Entomology**, V.26, p.373-384, 1997.
- ROSSI, J. P.; MATHIEU, J.; COOPER, M.; GRIMALDI, M. Soil macrofaunal biodiversity in Amazonian pastures: matching sampling with patterns. **Soil Biology & Biochemistry**, V.38, p.2178-2178, 2006.
- SANDERS, N. J.; GOTELLI, N.J.; HELLER, N.E. & GORDON, D.M. Community disassembly by an invasive species. **PNAS**, V.100, p.2474-2477. 2003a.
- SANDERS, N. J.; MOSS, J.; WAGNER, D. Patterns of ant species richness along elevational gradients in an arid ecosystem. **Global Ecology & Biogeography**, V.12, p.93-102, 2003b.
- SCHOEREDER, J.H.; GALBIATI, C.; RIBAS, C.R.; SOBRINHO, T.G.; SPERBER, C.F.; DE-SOUZA, O.; LOPES-ANDRADE, C. Should we use proportional sampling for species-area studies? **Journal of Biogeography**, V.31, p.1219-1226, 2004.
- SOARES, S. M.; SCHOEREDER, J. H. Ant-nest distribution in a remnant of tropical rainforest in southeastern Brazil. **Insectes Sociaux**, V.48, p.280-286, 2001.
- TENNANT, L.E. The ecology of *Wasmannia auropunctata* in primary tropical rainforest in Costa Rica and Panama, p.80-90. In: WILLIAMS, D.F. **Exotic ants: Biology, Impact and Control of Introduced Species**. Boulder: Westview Press, 1994.
- VINSON, S.B.; SCARBOROUGH, T.A. Interactions between *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae), *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae), and the parasitoid *Lysiphlebus testaceipes* Cresson (Hymenoptera: Aphidiidae). **Annals of the Entomological Society of America**, V.84, p.159-164. 1991.
- VOGT, J.T.; GRANTHAM, R.A.; SMITH, W.A.; ARNOLD, D.C. Prey of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) in Oklahoma peanuts. **Biological Control**, V.30, p.123-128, 2001.
- WILLIAMS, D.F.; COLLINS, H.L.; OI, D.H. The red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) an historical perspective of treatment programs and the development of chemical baits for control. **American Entomologist**, V.47, p.146-159, 2001.
- WOJCIK, D.P.; ALLEN, C.R.; BRENNER, R.J.; FORYS, E.A.; JOUVENAZ, D.P.; LUTZ, R.S. Red imported fire ants: impact on biodiversity. **American Entomologist**, V.47, p.6-23, 2001.
- ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 663p