

ECOLOGY, BEHAVIOR AND BIONOMICS

Distribuição Espacial de Formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* (Forel) (Hymenoptera: Formicidae) em Plantios de *Pinus taeda*

MARIANE A NICKELE¹, EDILSON B DE OLIVEIRA², WILSON REIS FILHO², EDSON T IEDE²,
RODRIGO D RIBEIRO³

¹Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Depto de Zoologia, Univ Federal do Paraná, CP 19020, 81531-980, Curitiba, PR, Brasil; nickele.mariane@gmail.com

²Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, km 111, CP 319, 83411-000, Colombo, PR, Brasil; edilson@cnpf.embrapa.br; wilson@cnpf.embrapa.br; iedeet@cnpf.embrapa.br

³Turfal Ind e Com de Prod Biol e Agron Ltda, Rua Aristeu Luciano Adamoski, 12, 83.420-000, Quatro Barras, PR, Brasil; rodrigo@turfal.agr.br

Edited by Carlos Sperber – UFV

Neotropical Entomology 39(6):862-872 (2010)

Spatial Distribution of Nests of *Acromyrmex crassispinus* (Forel) (Hymenoptera: Formicidae) in *Pinus taeda* Plantations

ABSTRACT - The spatial distribution of insects is essential to perform control strategies, to improve sample techniques and to estimate economic losses. We aimed to determine the spatial distribution of nests of *Acromyrmex crassispinus* (Forel) in *Pinus taeda* plantations. The experiments were carried out in *P. taeda* plantations with different ages (treatments: recently-planted, three and six-year old plants). The study took place in Rio Negrinho and in Três Barras, SC. Three plots of one hectare were delimited in each treatment, and plots were divided in 64 sample units. The analysis of the dispersion index [variance/mean relationship (I), index of Morisita (I_s) and k exponent of negative binomial distribution] showed that the majority of the samplings presented random distribution. Among the three distributions of probabilities studied: Poisson, positive binomial and negative binomial, the Poisson distribution was the best model to fit the spatial distribution of *A. crassispinus* nests in all samplings. The result was a random distribution in the plantings of different ages.

KEY WORDS: Leaf-cutting ant, *Pinus* pest, Poisson distribution, reforestation

As formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* (saúvas) e *Acromyrmex* (quenquéns) são consideradas as pragas mais importantes dos reflorestamentos brasileiros por causarem prejuízos consideráveis devido a ataques intensos e constantes às plantas em todas as fases de desenvolvimento. No entanto, a idade das plantas pode influenciar a vulnerabilidade da floresta aos prejuízos causados pelas formigas. Mudanças recém-plantadas em terrenos infestados por formigas não têm nenhuma chance de sobrevivência, já que são facilmente inutilizadas pelas cortadeiras (Anjos *et al* 1998).

Segundo Doncaster (1981), diversos fatores determinam os locais favoráveis para o estabelecimento de colônias de formigas, controlando sua distribuição, como a exposição ao sol, umidade, altitude, disponibilidade de alimento e de locais para nidificação. A colonização do habitat e a distribuição dos ninhos de *Acromyrmex landolti fracticornis* Forel, no Paraguai, apresentam variação com a declividade, umidade do solo e cobertura vegetal. Outros fatores, como a alta densidade de outros invertebrados herbívoros, podem também limitar a colonização do habitat após o vôo nupcial das rainhas recém-fecundadas (Fowler & Robinson 1977).

Os ninhos de *Atta sexdens rubropilosa* Forel são, muitas vezes, construídos em áreas limpas, porém não totalmente expostos ao sol (Pereira-da-Silva 1975), enquanto que *Atta laevigata* (F. Smith) prefere áreas com maior exposição solar, o que pode ser uma característica dos padrões de distribuição espacial dessas espécies (Clark & Evans 1955).

Existem basicamente três tipos de distribuições que descrevem os arranjos espaciais ocupados pelos organismos na natureza, podendo ser ao acaso ou aleatória, quando os organismos ocorrem de maneira inteiramente casualizada; agregada ou contagiosa, quando os organismos tendem a se reunir em grupos; e regular ou uniforme, quando os organismos estão uniformemente distribuídos em uma população (Taylor 1984, Barbosa 1992).

Vários índices de agregação ou dispersão são utilizados para medir a disposição espacial de insetos, os quais são aplicados em estudos ecológicos ou métodos de amostragem. Entre os índices mais utilizados podem ser citados: Razão variância/média ou índice de dispersão I ; Índice de dispersão de Morisita (I_s); Coeficiente de Green (C_x); Expoente k da distribuição binomial negativa; e Expoente b da lei de Taylor

(Taylor 1984, Kuno 1991, Li & Fitzpatrick 1997). De acordo com Mollet *et al* (1984) mais de um índice deve ser estimado antes de se emitir uma conclusão a respeito da disposição espacial de uma determinada espécie de inseto.

Os principais modelos probabilísticos que descrevem as distribuições espaciais são as distribuições de Poisson, binomial positiva e binomial negativa. A distribuição de Poisson, onde a variância e a média são iguais, descreve a distribuição espacial do tipo aleatória; a distribuição binomial positiva, onde a variância é menor que a média, descreve a distribuição regular; e a distribuição binomial negativa, onde a variância é maior que a média, descreve a distribuição espacial agregada (Taylor 1984, Barbosa 1992).

O conhecimento da distribuição espacial de insetos é fundamental para a utilização de métodos de controle, determinação de danos econômicos, incorporação da dinâmica espacial dentro do modelo populacional e otimização de técnicas de amostragens (Croft & Hoyt 1983). São vários os trabalhos relatando a distribuição espacial de insetos em várias culturas, fazendo uso dos índices de dispersão e testando os ajustes às distribuições de probabilidades (Farias *et al* 2001, Maruyama *et al* 2002, 2006, Fernandes *et al* 2003, Costa *et al* 2006, Toledo *et al* 2006).

De acordo com Zanetti (2007), o desenvolvimento de um bom plano de amostragem requer a determinação da distribuição espacial dos ninhos de formigas cortadeiras. Para cada tipo de distribuição, há uma variação no método para estabelecimento do plano de amostragem, em função dos diferentes parâmetros envolvidos (Barbosa 1992).

No Brasil há aproximadamente dois milhões de hectares de plantações de *Pinus* spp. Os estados que mais se destacam em áreas plantadas com *Pinus* são Paraná (36,9%), Santa Catarina (28,7%), Rio Grande do Sul (10,1%), Bahia (8,3%) e São Paulo (8,1%). No Sul do país, onde cerca de 80% das florestas plantadas são constituídas de *Pinus taeda* devido à alta produtividade e qualidade da matéria-prima, a espécie de formiga cortadeira mais comum é *Acromyrmex crassispinus* (Forel) (Gonçalves 1961, Sociedade Brasileira de Silvicultura 2006). Essa formiga cortadeira é considerada uma das quenquêns mais abundante e causadora de elevados prejuízos, tanto pela frequência de ninhos em algumas regiões, quanto pelo número de plantas atacadas pela espécie (Link *et al* 2000). Assim, este trabalho teve como objetivo determinar a distribuição espacial de formigueiros de *A. crassispinus* em plantios de *P. taeda* no Sul do Brasil, como subsídio para a elaboração de planos de amostragem do inseto.

Material e Métodos

As áreas experimentais estavam localizadas nos municípios de Rio Negrinho (26°15'16" S; 49°31'06" W; alt. 790 m) e Três Barras (26°06'23" S; 50°19'20" W; alt. 802 m), ambos no Planalto Norte Catarinense. Os experimentos foram realizados em plantios de *P. taeda*, com diferentes idades (Tratamentos: 1. área de *P. taeda* recém-plantada; 2. área de *P. taeda* com três anos; 3. área de *P. taeda* com seis anos de idade). Para cada tratamento, em cada local, foram delimitadas três parcelas de um hectare cada.

Foram realizadas avaliações da área total das parcelas,

registrando-se a quantidade e a localização dos formigueiros, em cada um dos tratamentos. No tratamento 1 (parcelas denominadas 1.1, 1.2 e 1.3), as avaliações foram realizadas mensalmente, nos primeiros seis meses e aos nove e 12 meses após o plantio, tendo início em março de 2007 em Rio Negrinho e em abril de 2007 em Três Barras. Nos tratamentos 2 (parcelas 2.1, 2.2 e 2.3) e 3 (parcelas 3.1, 3.2 e 3.3), foram realizadas quatro avaliações no ano, sendo nos meses de março, junho, setembro e dezembro de 2007, nos dois locais.

As parcelas foram subdivididas em 64 unidades amostrais, as quais foram analisadas pelos índices de dispersão e testados os ajustes às distribuições de probabilidades.

Índices de dispersão. Foram utilizados os seguintes índices de dispersão para determinar o tipo de distribuição espacial de formigueiros de *A. crassispinus*:

Razão variância/média ou índice de dispersão I . Esse índice é dado por:

$$I = \frac{s^2}{\bar{x}} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{\bar{x}(n-1)},$$

onde: s^2 = variância amostral; \bar{x} = média amostral, x_i = número de formigueiros nas amostras, n = número total de unidades amostrais.

De acordo com Davis (1993), o índice tem como critério de distribuição espacial: $I = 1$, distribuição aleatória; $I > 1$, distribuição agregada; $I < 1$, distribuição regular.

O afastamento da aleatoriedade foi testado através da expressão: $\chi^2 = I(n-1)$, onde: I = valor do índice de dispersão; n = número total de unidades amostrais. O teste de afastamento da aleatoriedade consiste em rejeitar a aleatoriedade se: $\chi^2 = I(n-1) > \chi^2_{(N-1)g, \alpha}$

Índice de dispersão de Morisita (I_δ). Esse índice é dado por:

$$I_\delta = n \cdot \frac{\sum x^2 - \sum x}{(\sum x)^2 - \sum x},$$

onde: n = número total de unidades amostrais; $\sum x$ = somatório do número de formigueiros nas amostras.

Este índice tem como critério de distribuição espacial, segundo Davis (1993): $I_\delta = 1$, distribuição aleatória; $I_\delta > 1$, distribuição agregada; $I_\delta < 1$, distribuição regular.

O afastamento da aleatoriedade foi testado através da expressão: $\chi_\delta^2 = I_\delta(\sum x - 1) + n - \sum x$, onde: I_δ = valor do índice de dispersão de Morisita; n = número total de unidades amostrais; $\sum x$ = somatório do número de formigueiros nas amostras. O teste de afastamento da aleatoriedade consiste em rejeitar a aleatoriedade se: $\chi_\delta^2 > \chi^2_{(N-1)g, \alpha}$

Expoente k da distribuição binomial negativa. Este parâmetro foi calculado pelos métodos dos momentos e da máxima verossimilhança. A estimativa de k pelo método dos momentos foi obtida de acordo com Anscombe (1949)

através da seguinte expressão:

$$\hat{k} = \frac{\bar{x}^2}{s^2 - \bar{x}},$$

onde: s^2 = variância amostral; \bar{x} = média amostral.

A estimativa pelo método da máxima verossimilhança foi calculada de acordo com Bliss e Fisher (1953) e obteve-se o valor de k , que iguala os dois membros da equação através da expressão:

$$n \cdot \ln \left(1 + \frac{\bar{x}}{\hat{k}} \right) = \sum_{x=0}^{\infty} \left(\frac{A_x}{\hat{k} + x} \right),$$

onde: n = número total de unidades amostrais; \ln = logaritmo neperiano; \bar{x} = média amostral; \hat{k} = estimativa de k ; A_x = soma das frequências de valores maiores que x .

Este coeficiente tem como critério de distribuição espacial: $\hat{k} < 2$ e positivo, distribuição altamente agregada; \hat{k} de 2 a 8, distribuição moderadamente agregada; $\hat{k} > 8$, distribuição aleatória; $\hat{k} < 0$, distribuição regular.

Coefficiente de Green (C_x). Esse coeficiente é dado por:

$$C_x = \frac{(s^2 - \bar{x}) - 1}{\sum x - 1},$$

onde: s^2 = variância amostral; \bar{x} = média amostral; $\sum x$ = somatório do número de indivíduos nas amostras.

Tem como critério de distribuição espacial, de acordo com Davis (1993): $C_x = 0$, distribuição aleatória; $C_x > 0$, distribuição agregada, $C_x < 0$, distribuição regular.

O afastamento da aleatoriedade foi testado através da expressão: $C_{x(l-\alpha)} = [\chi^2_{(l-\alpha)} / (n - 1)] (n \cdot \bar{x} - 1)$, onde: $\chi^2_{(l-\alpha)}$ = valor do qui-quadrado com $n - 1$ graus de liberdade e nível α de significância; n = número total de unidades amostrais; \bar{x} = média amostral. Quando C_x é superior ao valor de $C_{x(l-\alpha)}$, rejeita-se a aleatoriedade.

Distribuição de probabilidades. Foram testados os ajustes às distribuições de Poisson, binomial positiva e binomial negativa aos dados do número de formigueiros de *A. crassispinus* para cada amostragem, através das seguintes expressões conforme Davis (1993) e Krebs (1989).

Distribuição de Poisson. A probabilidade de encontrar $x = 0$ foi calculada pela seguinte expressão: $P(0) = e^{-\bar{x}}$ e de $x = 1, 2, 3, \dots, \alpha$, foi utilizada a seguinte expressão:

$$P(x) = \frac{\bar{x}^x}{x!} \cdot P(x-1),$$

onde: $P(x)$ = probabilidade de encontrar x formigueiros em uma unidade amostral; e = base do logaritmo neperiano (2,718282...); \bar{x} = média amostral.

Distribuição binomial positiva. A probabilidade de encontrar $x = 0$ foi calculada pela expressão: $P(0) = q^k$ e de

$x = 1, 2, 3, \dots, \alpha$, foi utilizada a seguinte expressão:

$$P(x) = \frac{p}{q} \cdot \frac{(k-x+1)}{x} \cdot P(x-1),$$

onde: p = probabilidade que um formigueiro tem de ocupar a área ($p = \bar{x} / k$); q = probabilidade contrária ($q = 1 - p$); k = número máximo de formigueiros que a unidade amostral poderá conter.

Distribuição binomial negativa. A probabilidade de encontrar $x = 0$ foi calculada utilizando-se a expressão:

$$P(0) = \left(1 + \frac{\bar{x}}{\hat{k}} \right)^{-\hat{k}}$$

e de $x = 1, 2, 3, \dots, \alpha$, foi utilizada a seguinte expressão:

$$P(x) = \frac{(\hat{k} + x - 1)}{x} \cdot \left(\frac{\bar{x}}{\bar{x} + \hat{k}} \right) \cdot P(x-1),$$

onde: \hat{k} = expoente k obtido pelo método da máxima verossimilhança (Bliss & Fisher 1953); x = número de vezes que o evento ocorre; \bar{x} = média amostral.

As frequências esperadas, nesses três modelos de distribuição de probabilidades, foram calculadas multiplicando-se as probabilidades correspondentes [$P(x)$] pelo número total de unidades amostrais, sendo esse número igual a 64 para o presente estudo.

Para testar o ajuste dos dados a cada uma das distribuições de probabilidade, foi utilizado o teste de aderência do qui-quadrado (χ^2), que consiste em comparar as frequências observadas com as frequências esperadas. O valor da estatística do teste é dado pela seguinte expressão:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{N_c} \frac{(FO_i - FE_i)^2}{FE_i},$$

onde: N_c = número de classes da distribuição de frequências; FO_i = frequência observada na i -ésima classe; FE_i = frequência esperada na i -ésima classe. O número de graus de liberdade associado à estatística χ^2 é dado por: $G.L = N_c - N_p - 1$, onde: N_c = número de classes da distribuição de frequências; N_p = número de parâmetros estimados na amostra. O critério do teste foi de rejeitar o ajuste à distribuição estudada a 5% de probabilidade se o valor do qui-quadrado calculado for igual ou superior ao tabelado.

Resultados e Discussão

Índices de dispersão. Nas áreas avaliadas em Rio Negrinho não foram registrados formigueiros na 4ª, 5ª, 6ª e 8ª amostragens da parcela 1.1, na 5ª e 6ª amostragens da parcela 1.2, na 6ª, 7ª e 8ª amostragens da parcela 1.3, na 2ª, 3ª e 4ª amostragens da parcela 2.3, e na 3ª e 4ª amostragens da parcela 3.3, não sendo possível, portanto, calcular os índices de dispersão (Tabela 1). Os valores obtidos para os índices razão variância/média (I) e de Morisita (I_s) nas demais

Tabela 1 Índices de dispersão para distribuição espacial de formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* em plantios de *Pinus taeda* de diferentes idades. Rio Negrinho, SC.

Parcela	Amostragem	Mês	Nº de formigueiros	\bar{x}	s^2	I	I_8	k	C_x
Tratamento 1									
1.1	1º	Mar/07	3	0,047	0,045	0,96 ^{AL}	0,00 ^{AL}	9,70 ^{AL}	-0,50 ^{RE}
	2º	Abr/07	2	0,031	0,03	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	8,00 ^{AL}	-1,00 ^{RE}
	3º	Mai/07	1	0,015	0,015	1,00 ^{AL}	0,00 ^{AL}	0,00 ^{AG}	0,00 ^{AL}
	4º	Jun/07	0	-	-	-	-	-	-
	5º	Jul/07	0	-	-	-	-	-	-
	6º	Ago/07	0	-	-	-	-	-	-
	7º	Nov/07	1	0,015	0,015	1,00 ^{AL}	0,00 ^{AL}	0,00 ^{AG}	0,00 ^{AL}
	8º	Fev/08	0	-	-	-	-	-	-
1.2	1º	Mar/07	4	0,062	0,06	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	12,60 ^{AL}	-0,33 ^{RE}
	2º	Abr/07	5	0,078	0,073	0,94 ^{AL}	0,00 ^{AL}	14,60 ^{AL}	-0,25 ^{RE}
	3º	Mai/07	4	0,062	0,06	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	12,60 ^{AL}	-0,33 ^{RE}
	4º	Jun/07	2	0,031	0,03	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	8,00 ^{AL}	-1,00 ^{RE}
	5º	Jul/07	0	-	-	-	-	-	-
	6º	Ago/07	0	-	-	-	-	-	-
	7º	Nov/07	3	0,047	0,045	0,96 ^{AL}	0,00 ^{AL}	9,70 ^{AL}	-0,50 ^{RE}
	8º	Fev/08	1	0,015	0,015	1,00 ^{AL}	0,00 ^{AL}	0,00 ^{AG}	0,00 ^{AL}
1.3	1º	Mar/07	2	0,031	0,030	1,00 ^{AL}	0,00 ^{AL}	6,30 ^{AG}	-1,00 ^{RE}
	2º	Abr/07	4	0,062	0,060	0,95 ^{AL}	0,00 ^{AL}	12,60 ^{AL}	-0,33 ^{RE}
	3º	Mai/07	3	0,047	0,045	0,96 ^{AL}	0,00 ^{AL}	9,70 ^{AL}	-0,50 ^{RE}
	4º	Jun/07	1	0,015	0,015	1,00 ^{AL}	0,00 ^{AL}	0,00 ^{AG}	0,00 ^{AL}
	5º	Jul/07	1	0,015	0,015	1,00 ^{AL}	0,00 ^{AL}	0,00 ^{AG}	0,00 ^{AL}
	6º	Ago/07	0	-	-	-	-	-	-
	7º	Nov/07	0	-	-	-	-	-	-
	8º	Fev/08	0	-	-	-	-	-	-
Tratamento 2									
2.1	1º	Mar/07	5	0,078	0,073	0,94 ^{AL}	0,00 ^{AL}	14,60 ^{AL}	-0,25 ^{RE}
	2º	Jun/07	5	0,078	0,073	0,94 ^{AL}	0,00 ^{AL}	14,60 ^{AL}	-0,25 ^{RE}
	3º	Set/07	8	0,125	0,111	0,89 ^{AL}	0,00 ^{AL}	23,50 ^{AL}	-0,14 ^{RE}
	4º	Dez/07	15	0,234	0,214	0,91 ^{AL}	0,00 ^{AL}	28,70 ^{AL}	-0,07 ^{RE}
2.2	1º	Mar/07	2	0,031	0,03	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	8,00 ^{AL}	-1,00 ^{RE}
	2º	Jun/07	3	0,047	0,045	0,91 ^{AL}	0,00 ^{AL}	9,70 ^{AL}	-0,50 ^{RE}
	3º	Set/07	5	0,078	0,073	0,94 ^{AL}	0,00 ^{AL}	14,60 ^{AL}	-0,25 ^{RE}
	4º	Dez/07	5	0,078	0,073	0,94 ^{AL}	0,00 ^{AL}	14,60 ^{AL}	-0,25 ^{RE}
2.3	1º	Mar/07	1	0,015	0,015	1,00 ^{AL}	0,00 ^{AL}	0,00 ^{AG}	0,00 ^{AL}
	2º	Jun/07	0	-	-	-	-	-	-
	3º	Set/07	0	-	-	-	-	-	-
	4º	Dez/07	0	-	-	-	-	-	-

Continua

Tabela 1 Continuação.

Parcela	Amostragem	Mês	Nº de formigueiros	\bar{x}	s^2	I	I_{δ}	k	C_x
Tratamento 3									
3.1	1º	Mar/07	6	0,093	0,086	0,92 ^{AL}	0,00 ^{AL}	18,10 ^{AL}	-0,20 ^{RE}
	2º	Jun/07	1	0,015	0,015	1,00 ^{AL}	0,00 ^{AL}	0,00 ^{AG}	0,00 ^{AL}
	3º	Set/07	3	0,047	0,045	0,91 ^{AL}	0,00 ^{AL}	9,70 ^{AL}	-0,50 ^{RE}
	4º	Dez/07	3	0,047	0,045	0,91 ^{AL}	0,00 ^{AL}	9,70 ^{AL}	-0,50 ^{RE}
3.2	1º	Mar/07	4	0,062	0,06	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	12,60 ^{AL}	-0,33 ^{RE}
	2º	Jun/07	1	0,015	0,015	1,00 ^{AL}	0,00 ^{AL}	0,00 ^{AG}	0,00 ^{AL}
	3º	Set/07	2	0,031	0,03	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	8,00 ^{AL}	-1,00 ^{RE}
	4º	Dez/07	2	0,031	0,03	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	8,00 ^{AL}	-1,00 ^{RE}
3.3	1º	Mar/07	4	0,062	0,06	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	12,60 ^{AL}	-0,33 ^{RE}
	2º	Jun/07	2	0,031	0,03	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	8,00 ^{AL}	-1,00 ^{RE}
	3º	Set/07	0	-	-	-	-	-	-
	4º	Dez/07	0	-	-	-	-	-	-

Tratamentos: 1. área de *P. taeda* recém-plantada; 2. área de *P. taeda* com três anos; 3. área de *P. taeda* com seis anos de idade. \bar{x} : média; s^2 : variância; I : Índice de dispersão razão variância/média; I_{δ} : Índice de dispersão de Morisita; k : Expoente k da distribuição binomial negativa; C_x : Coeficiente de Green. Tipo de distribuição: ^{AG} agregada; ^{AL} aleatória; ^{RE} regular.

amostragens dos três tratamentos indicaram distribuição aleatória. Esse tipo de distribuição também foi observado por meio da análise do expoente k da distribuição binomial negativa que indicou, em 60%, 88,9% e 80% das amostragens dos tratamentos 1, 2 e 3, respectivamente, distribuição espacial do tipo aleatória. O coeficiente de Green (C_x) apresentou resultados discordantes dos demais índices. Os valores obtidos por esse índice indicaram distribuição regular em 66,7% das amostragens realizadas no tratamento 1, em 88,9% das amostragens realizadas no tratamento 2 e em 80% das amostragens dos tratamento 3 (Tabela 1).

Nas áreas avaliadas em Três Barras não foi possível calcular os valores dos índices de dispersão em todas as amostragens da parcela 3.1, na 2ª, 3ª e 4ª amostragens da parcela 3.2, e na 1ª, 2ª e 3ª amostragens da parcela 3.3, pois não foram registrados formigueiros (Tabela 2). Os valores obtidos para os índices razão variância/média (I) e de Morisita (I_{δ}) indicaram distribuição aleatória em 91,7% das amostragens do tratamento 1, e em 100% das amostragens dos tratamentos 2 e 3. O expoente k da distribuição binomial negativa indicou que a distribuição espacial dos formigueiros foi aleatória em 66,7% e 75% das amostragens realizadas nos tratamentos 1 e 2, respectivamente. O coeficiente de Green (C_x) apresentou resultados discordantes aos demais índices, como observado em Rio Negrinho. Os valores obtidos por esse índice indicaram distribuição regular em 95,8% das amostragens realizadas no tratamento 1, e em 100% das amostragens realizadas no tratamento 2 (Tabela 2).

O coeficiente de Green não se adequou para definir o tipo de distribuição espacial de formigueiros de *A. crassispinus*, pois de acordo com Waloff & Blackwith (1962), a distribuição regular de formigueiros é encontrada em locais onde sua

densidade é alta, fato não observado no presente estudo. Neste estudo, a densidade de formigueiros foi relativamente baixa na maioria das amostragens, ou seja, a densidade média de formigueiros por hectare, ao longo de todo o período de avaliação em Rio Negrinho, foi de $1,5 \pm 0,33$ na área recém plantada, $4,1 \pm 1,24$ na área com três anos e $2,3 \pm 0,51$ na área com seis anos. Em Três Barras, a densidade média de formigueiros por hectare foi de $6,8 \pm 1,34$ na área recém plantada, $11,6 \pm 1,84$ na área com três anos e $0,2 \pm 0,11$ na área com seis anos, ao longo de todo o período de avaliação.

De acordo com Rabinovich (1980), é necessário que mais de um índice seja estudado antes de se inferir a respeito da distribuição de uma determinada espécie de inseto. Os índices de dispersão não descrevem a distribuição matemática (Elliott et al 1990), entretanto quando vários índices dão resultados similares, o modelo de distribuição espacial tem maior validade (Myers 1978).

Os índices de dispersão calculados neste estudo, exceto o coeficiente de Green, indicaram que a distribuição espacial de formigueiros de *A. crassispinus* em plantios de *P. taeda* com diferentes idades, segue o padrão espacial do tipo aleatório. Com isso, há maior possibilidade de ajuste à distribuição de Poisson, que descreve esse tipo de distribuição.

Distribuição de probabilidades. Nos plantios de *P. taeda* de diferentes idades, em Rio Negrinho, houve ajuste apenas ao modelo de distribuição de Poisson, pois os valores dos qui-quadrados obtidos não foram significativos. Para os demais modelos não foi possível testar o ajuste devido à insuficiência de classes de frequência para o cálculo do qui-quadrado. Essa insuficiência foi ocasionada pela baixa ocorrência de formigueiros nas áreas amostradas (Tabela 3).

Tabela 2 Índices de dispersão para distribuição espacial de formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* em plantios de *Pinus taeda* de diferentes idades. Três Barras, SC.

Parcela	Amostragem	Mês	Nº de formigueiros	\bar{x}	s^2	I	I_δ	k	C_x
Tratamento 1									
1.1	1º	Abr/07	4	0,062	0,060	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	12,60 ^{AL}	-0,330 ^{RE}
	2º	Mai/07	3	0,047	0,045	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	9,70 ^{AL}	-0,50 ^{RE}
	3º	Jun/07	3	0,047	0,045	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	9,70 ^{AL}	-0,50 ^{RE}
	4º	Jul/07	3	0,047	0,045	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	9,70 ^{AL}	-0,50 ^{RE}
	5º	Ago/07	3	0,047	0,045	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	9,70 ^{AL}	-0,50 ^{RE}
	6º	Set/07	2	0,031	0,030	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	8,00 ^{AL}	-1,00 ^{RE}
	7º	Dez/07	1	0,015	0,015	1,00 ^{AL}	0,00 ^{AL}	0,00 ^{AG}	0,00 ^{AL}
	8º	Mar/08	3	0,047	0,045	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	9,70 ^{AL}	-0,50 ^{RE}
1.2	1º	Abr/07	19	0,29	0,33	1,14 ^{AL}	1,50 ^{AL}	1,64 ^{AG}	-0,053 ^{RE}
	2º	Mai/07	22	0,34	0,45	1,32 ^{AL}	1,94 ^{AL}	0,67 ^{AG}	-0,042 ^{RE}
	3º	Jun/07	10	0,15	0,23	1,53 ^{AG}	4,27 ^{AG}	0,22 ^{AG}	-0,102 ^{RE}
	4º	Jul/07	9	0,14	0,22	1,57 ^{AG}	5,33 ^{AG}	0,02 ^{AG}	-0,115 ^{RE}
	5º	Ago/07	3	0,047	0,045	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	9,70 ^{AL}	-0,50 ^{RE}
	6º	Set/07	3	0,047	0,045	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	9,70 ^{AL}	-0,50 ^{RE}
	7º	Dez/07	4	0,062	0,060	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	12,60 ^{AL}	-0,330 ^{RE}
	8º	Mar/08	24	0,37	0,52	1,41 ^{AL}	2,09 ^{AL}	0,65 ^{AG}	-0,037 ^{RE}
1.3	1º	Abr/07	10	0,156	0,165	1,06 ^{AL}	1,42 ^{AL}	3,20 ^{AG}	-0,11 ^{RE}
	2º	Mai/07	11	0,171	0,208	1,22 ^{AL}	2,33 ^{AL}	0,68 ^{AG}	-0,096 ^{RE}
	3º	Jun/07	7	0,109	0,098	0,90 ^{AL}	0,00 ^{AL}	20,5 ^{AL}	-0,168 ^{RE}
	4º	Jul/07	6	0,093	0,086	0,92 ^{AL}	0,00 ^{AL}	18,10 ^{AL}	-0,20 ^{RE}
	5º	Ago/07	5	0,078	0,073	0,94 ^{AL}	0,00 ^{AL}	14,60 ^{AL}	-0,25 ^{RE}
	6º	Set/07	3	0,047	0,045	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	9,70 ^{AL}	-0,50 ^{RE}
	7º	Dez/07	2	0,031	0,030	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	8,00 ^{AL}	-1,00 ^{RE}
	8º	Mar/08	4	0,062	0,060	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	12,60 ^{AL}	-0,330 ^{RE}
Tratamento 2									
2.1	1º	Mar/07	14	0,22	0,21	0,95 ^{AL}	0,70 ^{AL}	23,00 ^{AL}	-0,084 ^{RE}
	2º	Jun/07	9	0,14	0,158	1,09 ^{AL}	1,78 ^{AL}	1,47 ^{AG}	-0,123 ^{RE}
	3º	Set/07	10	0,16	0,13	0,86 ^{AL}	0,00 ^{AL}	37,00 ^{AL}	-0,201 ^{RE}
	4º	Dez/07	7	0,11	0,098	0,90 ^{AL}	0,00 ^{AL}	20,5 ^{AL}	-0,168 ^{RE}
2.2	1º	Mar/07	10	0,16	0,17	1,06 ^{AL}	1,42 ^{AL}	3,20 ^{AG}	-0,110 ^{RE}
	2º	Jun/07	4	0,062	0,060	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	12,60 ^{AL}	-0,330 ^{RE}
	3º	Set/07	6	0,093	0,086	0,92 ^{AL}	0,00 ^{AL}	18,10 ^{AL}	-0,052 ^{RE}
	4º	Dez/07	4	0,062	0,060	0,97 ^{AL}	0,00 ^{AL}	12,60 ^{AL}	-0,330 ^{RE}
2.3	1º	Mar/07	24	0,37	0,46	1,24 ^{AL}	1,62 ^{AL}	1,51 ^{AG}	-0,040 ^{RE}
	2º	Jun/07	16	0,25	0,253	1,01 ^{AL}	1,07 ^{AL}	15,75 ^{AL}	-0,067 ^{RE}
	3º	Set/07	20	0,31	0,31	1,00 ^{AL}	1,01 ^{AL}	98,44 ^{AL}	-0,052 ^{RE}
	4º	Dez/07	16	0,25	0,22	0,53 ^{AL}	0,88 ^{AL}	35,00 ^{AL}	-0,069 ^{RE}

Continua

Tabela 2 Continuação.

Parcela	Amostragem	Mês	Nº de formigueiros	\bar{x}	s^2	I	I_δ	k	C_x
Tratamento 3									
3.1	1º	Mar/07	0	-	-	-	-	-	-
	2º	Jun/07	0	-	-	-	-	-	-
	3º	Set/07	0	-	-	-	-	-	-
	4º	Dez/07	0	-	-	-	-	-	-
3.2	1º	Mar/07	1	0,015	0,015	1,00 ^{AL}	0,00 ^{AL}	0,00 ^{AG}	0,00 ^{AL}
	2º	Jun/07	0	-	-	-	-	-	-
	3º	Set/07	0	-	-	-	-	-	-
	4º	Dez/07	0	-	-	-	-	-	-
3.3	1º	Mar/07	0	-	-	-	-	-	-
	2º	Jun/07	0	-	-	-	-	-	-
	3º	Set/07	0	-	-	-	-	-	-
	4º	Dez/07	1	0,015	0,015	1,00 ^{AL}	0,00 ^{AL}	0,00 ^{AG}	0,00 ^{AL}

Tratamentos: 1. área de *P. taeda* recém-plantada; 2. área de *P. taeda* com três anos; 3. área de *P. taeda* com seis anos de idade. \bar{x} : média; s^2 : variância; I : Índice de dispersão razão variância/média; I_δ : Índice de dispersão de Morisita; k : Expoente k da distribuição binomial negativa; C_x : Coeficiente de Green. Tipo de distribuição: ^{AG} agregada; ^{AL} aleatória; ^{RE} regular.

Tabela 3 Teste qui-quadrado de aderência das frequências observadas às frequências esperadas pelas distribuições de Poisson, binomial positiva e binomial negativa para formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* em plantios de *Pinus taeda* de diferentes idades. Rio Negrinho, SC.

Parcela	Amostragem	Mês	Poisson		Binomial positiva		Binomial negativa	
			χ^2	G.L.	χ^2	G.L.	χ^2	G.L.
Tratamento 1								
1.1	1º	Mar/07	0,0017 ^{NS}	1	i	i	i	i
	2º	Abr/07	0,0005 ^{NS}	1	i	i	i	i
	3º	Mai/07	0,0001 ^{NS}	1	i	i	i	i
	4º	Jun/07	-	-	-	-	-	-
	5º	Jul/07	-	-	-	-	-	-
	6º	Ago/07	-	-	-	-	-	-
	7º	Nov/07	0,0001 ^{NS}	1	i	i	i	i
	8º	Fev/08	-	-	-	-	-	-
1.2	1º	Mar/07	0,0041 ^{NS}	1	i	i	i	i
	2º	Abr/07	0,0081 ^{NS}	1	i	i	i	i
	3º	Mai/07	0,0041 ^{NS}	1	i	i	i	i
	4º	Jun/07	0,0005 ^{NS}	1	i	i	i	i
	5º	Jul/07	-	-	-	-	-	-
	6º	Ago/07	-	-	-	-	-	-
	7º	Nov/07	0,0017 ^{NS}	1	i	i	i	i
	8º	Fev/08	0,0001 ^{NS}	1	i	i	i	i

Continua

Tabela 3 Continuação.

Parcela	Amostragem	Mês	Poisson		Binomial positiva		Binomial negativa	
			χ^2	G.L.	χ^2	G.L.	χ^2	G.L.
1.3	1°	Mar/07	0,0005 ^{NS}	1	i	i	i	i
	2°	Abr/07	0,0041 ^{NS}	1	i	i	i	i
	3°	Mai/07	0,0020 ^{NS}	1	i	i	i	i
	4°	Jun/07	0,00006 ^{NS}	1	i	i	i	i
	5°	Jul/07	0,00006 ^{NS}	1	i	i	i	i
	6°	Ago/07	-	-	-	-	-	-
	7°	Nov/07	-	-	-	-	-	-
Tratamento 2								
2.1	1°	Mar/07	0,0081 ^{NS}	1	i	i	i	i
	2°	Jun/07	0,0081 ^{NS}	1	i	i	i	i
	3°	Set/07	0,1293 ^{NS}	2	i	i	i	i
	4°	Dez/07	0,0079 ^{NS}	1	i	i	i	i
2.2	1°	Mar/07	0,0005 ^{NS}	1	i	i	i	i
	2°	Jun/07	0,0017 ^{NS}	1	i	i	i	i
	3°	Set/07	0,0007 ^{NS}	1	i	i	i	i
	4°	Dez/07	0,0007 ^{NS}	1	i	i	i	i
2.3	1°	Mar/07	0,00006 ^{NS}	1	i	i	i	i
	2°	Jun/07	-	-	-	-	-	-
	3°	Set/07	-	-	-	-	-	-
	4°	Dez/07	-	-	-	-	-	-
Tratamento 3								
3.1	1°	Mar/07	0,3183 ^{NS}	2	i	i	i	i
	2°	Jun/07	0,0001 ^{NS}	1	i	i	i	i
	3°	Set/07	0,0001 ^{NS}	1	i	i	i	i
	4°	Dez/07	0,0001 ^{NS}	1	i	i	i	i
3.2	1°	Mar/07	0,0041 ^{NS}	1	i	i	i	i
	2°	Jun/07	0,0001 ^{NS}	1	i	i	i	i
	3°	Set/07	0,0005 ^{NS}	1	i	i	i	i
	4°	Dez/07	0,0005 ^{NS}	1	i	i	i	i
3.3	1°	Mar/07	0,0007 ^{NS}	1	i	i	i	i
	2°	Jun/07	0,0005 ^{NS}	1	i	i	i	i
	3°	Set/07	-	-	-	-	-	-
	4°	Dez/07	-	-	-	-	-	-

Tratamentos: 1. área de *P. taeda* recém-plantada; 2. área de *P. taeda* com três anos; 3. área de *P. taeda* com seis anos de idade. G.L.: número de graus de liberdade do qui-quadrado; ^{NS}: não significativo a 5% de probabilidade; i: número de classe de frequência insuficiente para a realização do teste.

Os valores dos qui-quadrados calculados para determinar a distribuição espacial de formigueiros de *A. crassispinus* em Três Barras não foram significativos para o modelo de distribuição de Poisson, indicando, desta

maneira, o melhor ajuste (Tabela 4).

Não foi possível testar o ajuste à distribuição binomial positiva e à distribuição binomial negativa devido à insuficiência de classes de frequência para o cálculo do

Tabela 4 Teste qui-quadrado de aderência das frequências observadas às frequências esperadas pelas distribuições de Poisson, binomial positiva e binomial negativa para formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* em plantios de *Pinus taeda* de diferentes idades. Três Barras, SC.

Parcela	Amostragem	Mês	Poisson		Binomial positiva		Binomial negativa	
			χ^2	G.L.	χ^2	G.L.	χ^2	G.L.
Tratamento 1								
1.1	1°	Abr/07	0,004 ^{NS}	1	i	i	i	i
	2°	Mai/07	0,014 ^{NS}	1	i	i	i	i
	3°	Jun/07	0,014 ^{NS}	1	i	i	i	i
	4°	Jul/07	0,014 ^{NS}	1	i	i	i	i
	5°	Ago/07	0,014 ^{NS}	1	i	i	i	i
	6°	Set/07	0,00007 ^{NS}	1	i	i	i	i
	7°	Dez/07	0,0001 ^{NS}	1	i	i	i	i
	8°	Mar/08	0,014 ^{NS}	1	i	i	i	i
1.2	1°	Abr/07	0,18 ^{NS}	1	i	i	i	i
	2°	Mai/07	0,51 ^{NS}	1	i	i	i	i
	3°	Jun/07	0,64 ^{NS}	1	i	i	i	i
	4°	Jul/07	0,79 ^{NS}	1	i	i	i	i
	5°	Ago/07	0,02 ^{NS}	1	i	i	i	i
	6°	Set/07	0,02 ^{NS}	1	i	i	i	i
	7°	Dez/07	0,004 ^{NS}	1	i	i	i	i
	8°	Mar/08	1,19 ^{NS}	1	i	i	2,72 ^{NS}	1
1.3	1°	Abr/07	0,0013 ^{NS}	1	i	i	i	i
	2°	Mai/07	0,023 ^{NS}	1	i	i	i	i
	3°	Jun/07	0,007 ^{NS}	1	i	i	i	i
	4°	Jul/07	0,009 ^{NS}	1	i	i	i	i
	5°	Ago/07	0,011 ^{NS}	1	i	i	i	i
	6°	Set/07	0,0001 ^{NS}	1	i	i	i	i
	7°	Dez/07	0,0001 ^{NS}	1	i	i	i	i
Tratamento 2								
2.1	1°	Mar/07	0,002 ^{NS}	1	i	i	i	i
	2°	Jun/07	0,021 ^{NS}	1	i	i	i	i
	3°	Set/07	0,021 ^{NS}	1	i	i	i	i
	4°	Dez/07	0,002 ^{NS}	1	i	i	i	i
2.2	1°	Mar/07	0,008 ^{NS}	1	i	i	i	i
	2°	Jun/07	0,004 ^{NS}	1	i	i	i	i
	3°	Set/07	0,001 ^{NS}	1	i	i	i	i
	4°	Dez/07	0,0003 ^{NS}	1	i	i	i	i
2.3	1°	Mar/07	0,092 ^{NS}	1	i	i	i	i
	2°	Jun/07	0,0005 ^{NS}	1	i	i	i	i
	3°	Set/07	0,0007 ^{NS}	1	i	i	i	i
	4°	Dez/07	0,014 ^{NS}	1	i	i	i	i

Continua

Tabela 4 Continuação.

Parcela	Amostragem	Mês	Poisson		Binomial positiva		Binomial negativa	
			χ^2	G.L.	χ^2	G.L.	χ^2	G.L.
Tratamento 3								
3.1	1°	Mar/07	-	-	-	-	-	-
	2°	Jun/07	-	-	-	-	-	-
	3°	Set/07	-	-	-	-	-	-
	4°	Dez/07	-	-	-	-	-	-
3.2	1°	Mar/07	0,00006 ^{NS}	1	i	i	i	i
	2°	Jun/07	-	-	-	-	-	-
	3°	Set/07	-	-	-	-	-	-
	4°	Dez/07	-	-	-	-	-	-
3.3	1°	Mar/07	-	-	-	-	-	-
	2°	Jun/07	-	-	-	-	-	-
	3°	Set/07	-	-	-	-	-	-
	4°	Dez/07	0,00006 ^{NS}	1	i	i	i	i

Tratamentos: 1. área de *P. taeda* recém-plantada; 2. área de *P. taeda* com três anos; 3. área de *P. taeda* com seis anos de idade. G.L.: número de graus de liberdade do qui-quadrado; ^{NS}: não significativo a 5% de probabilidade; i: número de classe de frequência insuficiente para a realização do teste.

qui-quadrado, exceto para a última amostragem da parcela 1.2, em que houve o ajuste tanto à distribuição de Poisson quanto à distribuição binomial negativa. O melhor ajuste é representado pela distribuição de frequências que apresentar o menor valor do qui-quadrado calculado. Nesse caso o melhor ajuste se deu à distribuição de Poisson (Tabela 4).

De acordo com Barbosa (1992), a confirmação do tipo de distribuição espacial se dá apenas com o ajuste das distribuições teóricas de frequência (Poisson, binomial positiva e negativa). Nesta pesquisa, como a distribuição de Poisson obteve o melhor ajuste, pode-se inferir que a distribuição espacial de formigueiros de *A. crassispinus* é do tipo aleatória, independentemente da idade do plantio de *P. taeda*.

A distribuição aleatória para formigas cortadeiras já foi relatada anteriormente (Zanuncio *et al* 2002, Caldeira *et al* 2005, Reis 2005, Cantarelli *et al* 2006), sendo esse tipo de distribuição observado quando as condições ambientais são semelhantes em qualquer ponto no espaço e a presença de um organismo não interfere com a do outro, indicando a inexistência ou reduzida interação das formigas entre si e com o ambiente (Begon *et al* 1996). Caldeira *et al* (2005) afirma que isso parece ocorrer em reflorestamentos equianos, que se caracterizam pela homogeneidade em tipo de solo, idade da floresta, temperatura e tratos culturais, ou seja, na presença de áreas homogêneas, as rainhas caem aleatoriamente na área e constroem seus ninhos em qualquer ponto da floresta.

Cantarelli *et al* (2006) verificaram que a distribuição espacial de formigueiros de *Acromyrmex* em áreas de pré-plantio de *Pinus* spp, na Argentina, ajustou-se ao modelo de distribuição de Poisson, resultado corroborado pelo

presente estudo. Caldeira *et al* (2005) constataram no município de Bocaiúva, MG, que a distribuição espacial de ninhos de formigas cortadeiras do gênero *Atta* foi ao acaso, independente do tamanho dos ninhos e do local. Nicholas & Vilela (1996) mostraram que as colônias de *A. laevigata* tendem a distribuir-se uniformemente em locais de alta densidade de saúveiros, apresentando-se ajustadas a um modelo regular de distribuição espacial, mas em áreas menos densas possuem distribuição ao acaso.

O ajuste da maioria dos dados à distribuição de Poisson está de acordo com os índices de dispersão testados, os quais mostraram distribuição aleatória para os formigueiros de *A. crassispinus* em plantios de *P. taeda* de diferentes idades. Assim, esse modelo de distribuição pode ser utilizado na elaboração de planos de amostragem da formiga *A. crassispinus*.

Agradecimentos

À empresa Battistella Florestal S.A., pelo financiamento e cessão das áreas de pesquisa em Rio Negrinho, em especial aos Engenheiros Ulisses Ribas e Reinaldo Langa, pelo apoio. À empresa Rigesa S.A., pelo financiamento e cessão das áreas de pesquisa em Três Barras.

Referências

Anscombe F J (1949) The statistical analysis of insects counts based on the negative binomial distribution. *Biometrics* 5: 165-173.

- Anjos N S, Della-Lucia T M C, Mayhé-Nunes A J (1998) Guia prático sobre formigas cortadeiras em reflorestamentos. Ponte Nova, Graff Cor, 100p.
- Barbosa J C (1992) Amostragem seqüencial, p.205-211. In Fernandes O A, Correia A C B, Bortoli S A de (eds) Manejo integrado de pragas e nematóides. Jaboticabal, FUNEP, 253p.
- Begon M, Harper J L, Towsend C R (1996) Ecology: individuals, populations and communities. Oxford, Blackwell Scientific, 357p.
- Bliss CI, Fisher RA (1953) Fitting the negative binomial distribution to biological data. *Biometrics* 9:176-200.
- Caldeira M C, Zanetti R, Morais J C, Zanuncio J C (2005) Distribuição espacial de saúveiros (Hymenoptera: Formicidae) em eucaliptais. *Cerne* 11: 34-39.
- Cantarelli E B, Costa E C, Zanetti R, Pezzutti R V (2006) Plano de amostragem de *Acromyrmex* spp. (Hymenoptera: Formicidae) em áreas de pré-plantio de *Pinus* spp. *Cienc Rural* 36: 385-390.
- Clark P J, Evans F C (1955) On some aspects of spatial pattern in biological populations. *Science* 121: 397-398.
- Costa M G, Barbosa J C, Yamamoto P T (2006) Distribuição de probabilidade de ocorrência de *Orthezia praelonga* Douglas (Hemiptera: Sternorrhyncha: Ortheziidae) na cultura de citros. *Neotrop Entomol* 35: 395-401.
- Croft B A, Hoyt S C (1983) Integrated management of insects pests of pome and stone fruits. New York, Wiley Interscience, 454p.
- Davis P M (1993) Statistics for describing populations, p.33-54. In Pedigo L, Buntin G D (eds) Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture. Boca Raton, CRC Press, 714p.
- Doncaster C P (1981) The spatial distribution of ant' nests on Ramsey Island, South Wales. *J Anim Ecol* 50: 195-218.
- Elliott N C, Kieckhefer R W, Walgenbach D D (1990) Binomial sequential sampling methods for cereal aphids in small grains. *J Econ Entomol* 83: 1381-1387.
- Farias P R S, Barbosa J C, Busoli A C (2001) Distribuição espacial da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), na cultura do milho. *Neotrop Entomol* 30: 681-689.
- Fernandes M G, Busoli A C, Barbosa J C (2003) Distribuição espacial de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro. *Neotrop Entomol* 32: 107-115.
- Fowler H G, Robinson S W (1977) Foraging and grass selection by the grass-cutting ant *Acromyrmex landolti fracticornis* (Forel) (Hymenoptera: Formicidae) in habitats of introduced forage grasses in Paraguay. *Bull Entomol Res* 67: 659-666.
- Gonçalves C R (1961) O gênero *Acromyrmex* no Brasil (Hymenoptera: Formicidae). *Stud Entomol* 4: 113-180.
- Krebs C J (1989) Ecological methodology. New York, Harper and Hall, 654 p.
- Kuno E (1991) Sampling and analysis of insects populations. *Annu Rev Entomol* 36: 285-304.
- Li S Y, Fitzpatrick S M (1997) Monitoring obliquebanded leafroller (Lepidoptera: Tortricidae) larvae and adults on raspberries. *Environ Entomol* 26: 170-177.
- Link H M, Link F M, Link D (2000) Controle da formiga-preta-pastadeira, *Acromyrmex crassispinus*, com formicidas em pó. *Ci Fl* 10: 45-56.
- Maruyama W I, Barbosa J C, Fernandes M G, Yamamoto P T (2002) Distribuição espacial de *Dilobopterus costalimai* Young (Hemiptera: Cicadellidae) em citros na região de Taquaritinga, SP. *Neotrop Entomol* 31: 35-40.
- Maruyama W I, Barbosa J C, Toscano L C (2006) Distribuição espacial de *Oncometopia facialis* (Signoret) (Hemiptera: Cicadellidae) em pomar cítrico. *Neotrop Entomol* 35: 93-100.
- Mollet N, Trumble J T, Sevacherian V (1984) Comparison of dispersion and regression indices for *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acari: Tetranychidae) populations in cotton. *Environ Entomol* 13: 1511-1514.
- Myers J H (1978) Selecting a measure of dispersion. *Environ Entomol* 7: 619-621.
- Nicholas J T, Vilela E F (1996) Territorial mechanisms in post-nuptial flight gynes of the leaf-cutting ant *Atta laevigata* (F. Smith). *An Soc Entomol Brasil* 24: 389-400.
- Pereira-da-Silva V (1975) Contribuição do estudo das populações de *Atta sexdens rubropilosa* Forel e *Atta laevigata* (F. Smith) (Hymenoptera: Formicidae) no estado de São Paulo. *Stud Entomol* 18: 201-250.
- Rabinovich J E (1980) Introducción a la ecología de poblaciones animales. México, Continental, 313p.
- Reis M A (2005) Estudo de métodos de amostragem e de distâncias para amostragem de formigas cortadeiras em eucaliptais. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 55p.
- Sociedade Brasileira de Silvicultura (2006) Fatos e números do Brasil florestal. São Paulo, SBS, 109p.
- Taylor L R (1984) Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. *Annu Rev Entomol* 29: 321-357.
- Toledo F R, Barbosa J C, Yamamoto P T (2006) Distribuição espacial de *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Hemiptera: Aphididae) na cultura de citros. *Rev Bras Frutic* 28: 194-198.
- Waloff N, Blackwith R E (1962) The growth and distribution of the mounds of *Lasius flavus* (Fabricius) (Hymenoptera, Formicidae) in Silkwood Park, Berkshire. *J Anim Ecol* 31: 421-437.
- Zanetti R (2007) Monitoramento de formigas cortadeiras (Hymenoptera: Formicidae) em florestas cultivadas. *Biológico* 69: 129-131.
- Zanuncio J C, Lopes E T, Zanetti R, Pratisoli D, Couto L (2002) Spatial distribution of nests of the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae) in plantations of *Eucalyptus urophylla* in Brasil. *Sociobiology* 39: 231-242.