

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE) EM ALGODOEIRO

SPATIAL DISTRIBUTION OF *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE) ON COTTON CROP

FERNANDES, MARCOS G.¹; BUSOLI, ANTONIO C.²; BARBOSA, JOSÉ C.³

RESUMO

O conhecimento do modelo de distribuição espacial de pragas no campo é fundamental para estabelecer um plano adequado de amostragem e, assim, garantir a correta utilização das estratégias de controle, além da otimização das técnicas de amostragem. Dessa forma, a pesquisa objetivou estudar a distribuição espacial de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) em algodoeiro da cultivar CNPA ITA-90. A coleta de dados ocorreu durante o ano agrícola de 1998/99 na Fazenda Itamarati Sul S.A. localizada no município de Ponta Porã, M.S., em três diferentes campos de 10.000 m² cada um. Cada campo foi composto de 100 parcelas com 100 m² cada. Foi realizada semanalmente a contagem do número de lagartas pequenas, médias e grandes encontradas em cinco plantas por parcela. Os índices de agregação e o teste de qui-quadrado, com o ajuste dos valores encontrados e esperados às distribuições teóricas de frequência, mostraram que todos os estádios de desenvolvimento das lagartas estão distribuídos de acordo com o modelo de distribuição agregada, ajustando-se ao padrão da Distribuição Binomial Negativa, durante todo o período de infestação. No entanto, esta espécie apresentou agregação mais intensa para lagartas pequenas do que para lagartas médias e grandes.

Palavras-chave: Insecta, *Gossypium hirsutum*, distribuição de probabilidades, amostragem sequencial.

INTRODUÇÃO

A produção de algodão tem influenciado o desenvolvimento econômico de muitos países ao redor do mundo (LUTTREL et al., 1994). O Brasil destaca-se como o oitavo maior produtor mundial, depois da China, EUA, Índia, Paquistão, Uzbequistão, Turquia e Austrália (RICHETTI & MELO FILHO, 1998). No Estado de Mato Grosso do Sul, a cotonicultura apresenta destacada importância sócio-econômica para o meio rural, sendo cultivada por pequenos, médios e grandes produtores (FERRAZ & LAMAS, 1996).

O ecossistema algodoeiro inclui uma ampla variedade de artrópodes, e os levantamentos dessa fauna na cultura, realizados mundialmente, indicam que o número de espécies encontradas pode variar desde algumas poucas centenas a mais de mil. A grande maioria destas espécies é predadora ou parasitóide de espécies fitófagas (LUTTREL et al., 1994). Estima-se que o número de espécies-praga esteja entre 20 e 60, mas, segundo DEGRANDE (1998), prejuízos significativos na cultura podem ser causados por, aproximadamente, 13 espécies-praga na maioria dos sistemas de produção. A

presença dessas espécies, particularmente lagartas, percevejos, afídeos, ácaros e tripses, é comum em todos os sistemas de produção de algodão do mundo. A maioria dessas pragas é polífaga, sendo a produção do algodoeiro influenciada, portanto, pela comunidade de artrópodes (LUTTREL et al., 1994). *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) apenas recentemente tem adquirido condições de praga principal na cultura do algodoeiro (FERNANDES, 2002).

Assim como acontece com as espécies herbívoras, o espectro de insetos benéficos associados com os diferentes sistemas de produção de algodão pelo mundo é similar. É comum a presença de predadores generalistas como crisopídeos, percevejos, coleópteros predadores e aranhas. Alguns percevejos fitófagos e tripses na falta de alimento atuam como importantes predadores de lepidópteros e ácaros, respectivamente (LUTTREL et al., 1994). Do mesmo modo, parasitóides também são comuns em todos os sistemas. *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879, por exemplo, é responsável por elevados índices de parasitismo natural em ovos de *Alabama argillacea* (Hueb., 1818) e *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781) em algodoeiros do Estado de Mato Grosso do Sul (FERNANDES et al., 1999).

Na região Centro Oeste do Brasil, DEGRANDE (1998) indica 13 grupos de artrópodes como as principais pragas da cultura: *Frankliniella schultzei* Trybom, 1920 (tripes), *Scaptocoris castanea* Perty, 1830 (percevejo castanho), *Eutinobothrus brasiliensis* (Hambleton, 1937) (broca da raiz), *Conotrachelus denieri* Hustache, 1939 (broca da haste), *Aphis gossypii* Glover, 1877 e *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (pulgões), *A. argillacea* (curuquerê do algodoeiro), *Tricoplusia ni* (Hübner, 1802) (lagarta falsa medeiraira), *H. virescens* e *S. frugiperda* (lagartas das maçãs), *Anthonomus grandis* Bohman, 1843 (bicudo do algodoeiro), *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (ácaro rajado), *Pectinophora gossypiella* (Saunders, 1844) (lagarta rosada) e *Dysdercus* spp. (percevejo manchador).

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) caracteriza-se pela preocupação em alterar o agroecossistema o mínimo possível. A partir desse pressuposto, o controle de pragas da cultura algodoeira deixou de ser realizado através da dependência exclusiva de inseticidas químicos, para adotar sistemas que enfatizam o manejo da população de artrópodes que se interrelacionam no agroecossistema da cultura. Assim, o conhecimento de uma forma de amostragem que seja

¹ Eng. Agr., Dr. Departamento de Ciências Agrárias, UFMS, Campus de Dourados, C. Postal 533, CEP 79804-970, Dourados, MS. E-mail: mgfernan@ceud.ufms.br

² Eng. Agr., Dr. Departamento de Fitossanidade, UNESP, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, km 5 – CEP 14.884-900, Jaboticabal, SP. E-mail: acbusoli@fcav.unesp.br

³ Eng. Agr., Dr. Departamento de Ciências Exatas, UNESP, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, km 5 – CEP 14.884-900, Jaboticabal, SP. E-mail: jcbarbosa@fcav.unesp.br

(Recebido para publicação em 12/07/2002)

rápida e eficiente das pragas e seus inimigos naturais é fundamental para que o MIP seja desenvolvido satisfatoriamente em qualquer agroecossistema, e segundo GILES et al. (2000), para se estabelecer um plano confiável de amostragem há a necessidade de se conhecer a distribuição espacial das espécies-praga na cultura.

Para se determinar o padrão de arranjo espacial de uma determinada espécie, é necessário que se tenha dados de contagem de indivíduos. Fundamental para isso é que o ecossistema em questão permita a realização de amostragens. Essas amostragens, de acordo com YOUNG & YOUNG (1998), podem ser utilizadas para inferir sobre a forma de distribuição da população amostrada ou sobre as características dessa distribuição. Para a descrição das formas de distribuição de uma população utilizam-se os índices de dispersão e as distribuições teóricas de freqüências.

Os índices de dispersão, apesar de não descreverem matematicamente a distribuição da população estudada (ELLIOT et al., 1990), podem fornecer uma idéia bastante aproximada dessa realidade quando vários índices dão resultados similares (MYERS, 1978). A confirmação do tipo de distribuição espacial se dá apenas com o ajuste das distribuições teóricas de freqüência aos números de indivíduos de cada praga em cada cultura (BARBOSA, 1987). O conhecimento das distribuições de probabilidade que descrevem as disposições espaciais de insetos pragas, que são obtidas a partir dos dados de contagens, é importante para o estabelecimento de critérios adequados de amostragem, análises estatísticas e decisão sobre o controle de pragas agrícolas (RUESINK, 1980; TAYLOR, 1984).

A pesquisa proposta objetivou, portanto, estudar a distribuição espacial de *S. frugiperda* em algodoeiro, através da determinação dos índices de agregação e dos testes de qui-quadrado de aderência para os principais tipos de distribuições teóricas de freqüência.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos durante a safra 1998/1999 na Fazenda Itamarati Sul S.A., situada no município de Ponta Porã, Estado de Mato Grosso do Sul. Em uma área de 116 ha semeada com algodão da cultivar CNPA ITA-90 e irrigada com pivô central, foram demarcados três campos com 10.000 m² cada um, sendo cada campo dividido em 100 parcelas de 100 m² (10 m x 10 m). Em cada parcela foram examinadas cinco plantas, em seqüência, da linha central da parcela, num total de 500 plantas em cada campo. Foi amostrada a planta inteira, anotando-se o número de lagartas de *S. frugiperda* presentes em cada planta. As lagartas foram classificadas em pequenas (até 1,5 cm), médias (entre 1,5 e 2,5 cm) e grandes (acima de 2,5 cm). As amostragens, com intervalos semanais, foram realizadas durante toda a época de ocorrência da praga, o que abrangeu praticamente todo o ciclo da cultura, compreendendo 14 amostragens em cada campo ocorridas nos meses de dezembro/98, janeiro/99, fevereiro/99 e março/99 nos Campos I, II e III. Objetivando a adequada observação do arranjo espacial de *S. frugiperda* na cultura, o controle químico dessa praga na área de pesquisa foi realizado apenas quando sua população atingia um patamar um pouco acima do nível de controle normalmente adotado.

Os resultados obtidos do número de lagartas pequenas, médias e grandes foram utilizados para a descrição matemática da dispersão espacial da população desse inseto.

Foram determinados a média, a variância e os índices de agregação. As seguintes distribuições de freqüências foram utilizadas como modelo para amostras das populações: Poisson, Binomial Negativa e Binomial Positiva. Em seguida, foram realizados os testes de ajustes do qui-quadrado às distribuições teóricas de freqüência.

Os índices de agregação utilizados para se verificar o grau de agregação das lagartas foram:

Razão Variância/Média – Esse índice foi primeiramente utilizado por Clapham em 1936 (PERRY & MEAD, 1979). É também chamado de índice de dispersão e, segundo RABINOVICH (1980), serve para medir o desvio de um arranjo das condições de aleatoriedade. Valores iguais à unidade indicam um arranjo espacial ao acaso, menor que a unidade indicam uma disposição espacial regular ou uniforme, e valores significativamente maiores que a unidade indicam um arranjo agregado. As limitações desse índice, segundo SOUTHWOOD (1971), residem na influência do tamanho da unidade de amostragem sobre a quantidade de indivíduos observados, sendo extremamente afetado nas disposições de contágio. Esse índice é estimado através de:

$$I = \frac{s^2}{\hat{m}}$$

onde: s^2 = variância amostral e \hat{m} = média amostral

Índice de Morisita – Esse índice foi desenvolvido por MORISITA (1959) e MORISITA (1962), com o objetivo de apresentar um índice independente da média amostral e do número total de indivíduos. Valores próximos à unidade indicam um arranjo ao acaso, valores superiores à unidade indicam disposição agregada, e valores inferiores à unidade indicam um arranjo regular ou uniforme (NASCIMENTO, 1995). A limitação do índice de Morisita reside no fato de que este é demasiadamente influenciado pela quantidade de amostras (N) (BIANCO, 1982), tornando-se necessário, para uma utilização segura, que o número de unidades de amostras seja o mesmo em todos os campos que estejam sendo comparados (MESINA, 1986). É dado por:

$$I\delta = \frac{N \left(\sum_{i=1}^N X_i^2 - \sum_{i=1}^N X_i \right)}{\left(\sum_{i=1}^N X_i \right)^2 - \sum_{i=1}^N X_i}$$

onde: N = tamanho da amostra e X_i = número de insetos na i -ésima unidade amostral

As distribuições teóricas de freqüências utilizadas para avaliar a distribuição espacial de *S. frugiperda* são apresentadas em seguida:

Distribuição de Poisson – Essa distribuição, também conhecida como distribuição aleatória, caracteriza-se por apresentar variância igual a média ($\sigma^2 = \mu$). As fórmulas recorrentes para cálculo da série de probabilidades são dadas por:

$$P(0) = e^{-\hat{m}}$$

e

$$P(x) = \frac{\hat{m}^x}{x!} . P(x-1)$$

onde: $x = 1,2,3,\dots$; $e =$ base do logaritmo neperiano ($e = 2,718282\dots$); $P(x)$ = probabilidade de encontrar x indivíduos em uma unidade amostral.

Distribuição Binomial Positiva – esse modelo matemático descreve a distribuição regular e caracteriza-se por apresentar variância menor que a média. Sua função probabilística é:

$$P(x) = \frac{k!}{x!(k-x)!} \cdot p^x \cdot q^{(k-x)}$$

onde: $k =$ um número inteiro e positivo; $x =$ o número de vezes que o evento ocorre.

As fórmulas de recorrência para calcular as probabilidades de x ocorrências são:

$$P(0) = q^k$$

e

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

para $x = 1,2,3,\dots,k$, onde: $p =$ probabilidade de que uma planta qualquer da unidade amostral seja atacada pela praga; $q =$ probabilidade de que uma planta qualquer da unidade amostral não seja atacada pela praga.

Distribuição Binomial Negativa – essa distribuição caracteriza-se por apresentar variância maior que a média, indicando, assim, distribuição agregada, e possui dois parâmetros: a média (\hat{m}) e o parâmetro \hat{k} ($\hat{k} > 0$). As probabilidades são calculadas pelas fórmulas recorrentes dadas por:

$$P(0) = (1 + \frac{\hat{m}}{\hat{k}})^{-\hat{k}}$$

e

$$P(x) = \frac{\hat{k} + x - 1}{x} \cdot (\frac{\hat{m}}{\hat{m} + \hat{k}})^x \cdot P(x-1)$$

para $x = 1, 2, 3,\dots$, onde $P(x)$ =probabilidade de encontrar uma unidade amostral que contém x indivíduos; \hat{k} =estimativa do expoente k da binomial negativa, obtido através do método dos momentos.

O teste de ajuste dos dados observados às distribuições teóricas de frequência foi verificado através do teste qui-quadrado de aderência, e consistiu em comparar as frequências observadas com as frequências esperadas. Os qui-quadrados calculados foram determinados por:

$$X^2 = \sum_{i=1}^{n_c} \frac{(FO_i - FE_i)^2}{FE_i}$$

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.

Para a realização deste teste, fixou-se uma frequência esperada mínima igual a 1. O número de graus de liberdade associado à estatística X^2 foi determinado por:

$$GL = n_c - n_p - 1$$

onde: $GL =$ número de graus de liberdade; $n_c =$ número de classes da distribuição de frequências; $n_p =$ número de parâmetros estimados na amostra.

O critério do teste foi o de rejeitar o ajuste da distribuição estudada ao nível de 5% e 1% de probabilidade se:

$$X^2 \geq \chi^2$$

onde: $\chi^2 =$ distribuição de qui-quadrado tabelado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os índices de agregação para lagartas pequenas de *S. frugiperda* (Tabela 1) indicam que a relação variância/média apresenta valores maiores que a unidade em praticamente todas as amostragens realizadas nos três campos. Tal fato apenas não ocorreu nas amostragens com média muito baixa, como a 2ª, 7ª, 13ª e 14ª no Campo I, a 2ª, 12ª, 13ª e 14ª no Campo II e a 1ª, 2ª, 13ª e 14ª no Campo III. Nas amostragens em que a média é muito baixa, ou seja, poucos indivíduos foram encontrados no campo, os índices de agregação não resultam em conclusões confiáveis. Dessa forma, é possível afirmar que lagartas pequenas dessa espécie apresentam disposição agregada no campo com alto grau de intensidade. Pelos resultados do índice de Morisita percebe-se que, na maioria das amostragens em todos os campos, os valores foram, também, superiores a unidade, permitindo confirmar que a população de lagartas pequenas apresenta, de fato, disposição agregada no campo.

Os valores obtidos para a razão variância/média mostram que lagartas médias de *S. frugiperda* não apresentam agregação tão intensa no campo como lagartas pequenas (Tabela 1), uma vez que em apenas seis amostragens (5ª, 6ª, 7ª, 8ª, 9ª e 11ª) no Campo I, sete (3ª, 4ª, 6ª, 7ª, 8ª, 10ª e 11ª) no Campo II e seis (4ª, 5ª, 6ª, 7ª, 8ª e 11ª) no Campo III, os valores encontrados estão acima da unidade, indicando arranjo agregado no seu padrão de distribuição espacial. No entanto, a maioria das amostragens restantes possuem médias muito baixas. Esse fato mostra que a medida que as lagartas se desenvolvem, apresentam leve tendência para reduzirem a forte agregação inicial, distanciando-se umas das outras, mas mantendo, ainda, o modelo de distribuição agregado. O índice de Morisita demonstra resultados coincidentes com a razão variância/média.

Apesar da menor ocorrência de lagartas grandes da espécie em relação às lagartas pequenas e médias (Tabela 1), provavelmente devido à ação de agentes naturais de controle que ocorrem durante todo o ciclo de vida da praga, pode-se observar que na maioria das amostragens realizadas em que foram encontradas mais de 0,04 lagartas por parcela, a relação variância/média e o índice de Morisita apresentam valores acima da unidade (5ª, 6ª, 7ª e 13ª no Campo I, 4ª, 5ª, 7ª, 10ª, 11ª e 14ª no Campo II e 5ª, 8ª, 10ª, 11ª, 12ª e 14ª no Campo III), mostrando que lagartas grandes dessa espécie mantém disposição espacial agregada na cultura do algodoeiro de forma ainda mais marcante que as lagartas médias, já que várias amostragens apontaram para esse tipo de distribuição. No entanto, percebe-se que essas lagartas apresentam leve tendência para a aleatoriedade. Dessa forma, confirma-se que as lagartas dessa espécie tendem a reduzir a intensidade de agregação à medida que se desenvolvem, atingindo o maior grau de aleatoriedade para lagartas grandes.

Os índices de agregação calculados para o total de lagartas encontradas nas áreas observadas (Tabela 1), apresentam valores acima da unidade na maioria das amostragens em todos os campos, tanto para a relação variância/média quanto para o índice de Morisita. Essa constatação pode ser explicada, provavelmente, pelo maior número de lagartas pequenas encontradas na área experimental em relação às lagartas médias e grandes, na maior parte das amostragens realizadas. A razão

variância/média e o índice de Morisita apresentam valores próximos à unidade nas amostragens com baixo número de lagartas encontradas do que nas amostragens com média elevada, quando os valores desses índices resultam em maiores que um. Assim, é possível concluir que os resultados

dos índices de agregação calculados estão indicando que o total de lagartas segue uma disposição agregada, apresentando uma tendência para a aleatorização com a redução da densidade populacional.

Tabela 1 – Média (\hat{m}), variância (s^2), razão variância/média (I) e índice de Morisita (I_δ) de lagartas de *S. frugiperda* por unidade amostral, em algodoeiro cv. CNPA ITA-90. Ponta Porã, MS. 1998/1999.

Lagartas		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a	9 ^a	10 ^a	11 ^a	12 ^a	13 ^a	14 ^a	
Campo		amost.	amost.	amost.	amost.	amost.										
Pequenas	I	\hat{m}	0,08	0	0,14	0,57	0,61	0,36	0,29	0,37	0,18	0,45	0,19	0,16	0,07	0,01
		s^2	0,1147	0	0,2428	0,6516	1,0686	0,4145	0,2888	0,4981	0,3107	0,7753	0,2363	0,257	0,0658	0,01
		I	1,4343	-	1,7345	1,1432	1,7518	1,1515	0,9958	1,3462	1,7262	1,7228	1,2435	1,6061	0,9394	1
		I_δ	7,1429	-	6,5934	1,2531	2,2404	1,4286	0,9852	1,952	5,2288	2,6263	2,3392	5	0	-
	II	\hat{m}	0,05	0	0,21	0,96	0,28	0,48	0,41	0,4	0,26	0,33	0,27	0,16	0,01	0,01
		s^2	0,1086	0	0,2282	1,0691	0,5673	0,5754	0,709	0,9091	0,356	0,6274	0,4819	0,1358	0,01	0,01
		I	2,1717	-	1,0866	1,1136	2,026	1,1987	1,7292	2,2727	1,3691	1,9011	1,7849	0,8485	1	1
		I_δ	30	-	1,4286	1,1184	4,7619	1,4184	2,8049	4,2308	2,4615	3,7879	3,9886	0	-	-
	III	\hat{m}	0,04	0	0,2	0,81	0,4	0,43	0,32	0,2	0,3	0,59	0,19	0,35	0,05	0,03
		s^2	0,0388	0	0,202	0,8827	0,4848	0,5708	0,4016	0,2424	0,3939	1,214	0,2969	0,5328	0,048	0,0294
		I	0,9697	-	1,0101	1,0898	1,2121	1,3275	1,2551	1,2121	1,3131	2,0577	1,5625	1,5224	0,9596	0,9798
		I_δ	0	-	1,0526	1,1111	1,5385	1,7719	1,8145	2,1053	2,069	2,8054	4,0936	2,521	0	0
Médias	I	\hat{m}	0,02	0,01	0,02	0,33	0,95	0,26	0,45	0,14	0,06	0,1	0,18	0,23	0,06	0,02
		s^2	0,0198	0,01	0,0198	0,2839	1,3207	0,2752	0,5934	0,1418	0,1176	0,0909	0,1491	0,2597	0,057	0,0198
		I	0,9899	1	0,9899	0,8604	1,3902	1,0583	1,3187	1,013	1,9596	0,9091	0,8283	1,1291	0,9495	0,9899
		I_δ	0	-	0	0,5682	1,411	1,2308	1,7172	1,0989	20	0	0	1,581	0	0
	II	\hat{m}	0,01	0	0,08	0,61	0,58	0,39	0,41	0,27	0,04	0,14	0,43	0,11	0,03	0,04
		s^2	0,01	0	0,0945	0,6443	0,5491	0,4827	0,4262	0,2799	0,0388	0,1418	0,49	0,0989	0,0294	0,0388
		I	1	-	1,1818	1,0563	0,9467	1,2378	1,0394	1,0367	0,9697	1,013	1,1395	0,899	0,9798	0,9697
		I_δ	-	-	3,5714	1,0929	0,9074	1,6194	1,0976	1,1396	0	1,0989	1,3289	0	0	0
	III	\hat{m}	0	0	0,05	0,64	0,85	0,29	0,35	0,15	0,03	0,18	0,31	0,11	0,04	0,05
		s^2	0	0	0,048	0,9196	0,8561	0,41	0,3712	0,1894	0,0294	0,1693	0,3979	0,0989	0,0388	0,048
		I	-	-	0,9596	1,4369	1,0071	1,4138	1,0606	1,2626	0,9798	0,9405	1,2835	0,899	0,9697	0,9596
		I_δ	-	-	0	1,6865	1,0084	2,4631	1,1765	2,8571	0	0,6536	1,9355	0	0	0
Grandes	I	\hat{m}	0,02	0,01	0	0,01	0,44	0,52	0,36	0,12	0,04	0,02	0,06	0,08	0,05	0,02
		s^2	0,0198	0,01	0	0,01	0,4913	0,6764	0,3943	0,1067	0,0388	0,0198	0,057	0,0743	0,0682	0,0198
		I	0,9899	1	-	1	1,1166	1,3007	1,0954	0,8889	0,9697	0,9899	0,9495	0,9293	1,3636	0,9899
		I_δ	0	-	-	-	1,2685	1,5837	1,2698	0	0	0	0	0	10	0
	II	\hat{m}	0,02	0	0,03	0,11	0,5	0,69	0,47	0,24	0,01	0,01	0,14	0,2	0	0,04
		s^2	0,0198	0	0,0294	0,1595	0,5152	0,6807	0,5344	0,2246	0,01	0,01	0,1418	0,2626	0	0,059
		I	0,9899	-	0,9798	1,45	1,0303	0,9865	1,1371	0,936	1	1	1,013	1,3131	-	1,4747
		I_δ	0	-	0	5,4545	1,0612	0,9804	1,2951	0,7246	-	-	1,0989	2,6316	-	16,667
	III	\hat{m}	0	0	0	0,04	0,68	0,59	0,38	0,19	0,03	0,09	0,09	0,12	0,05	0,07
		s^2	0	0	0	0,0388	0,7855	0,5878	0,3188	0,2363	0,0294	0,1029	0,1029	0,1269	0,048	0,086
		I	-	-	-	0,9697	1,1551	0,9962	0,8389	1,2435	0,9798	1,1437	1,1437	1,0572	0,9596	1,228
		I_δ	-	-	-	0	1,2291	0,9936	0,569	2,3392	0	2,7778	2,7778	1,5152	0	4,7619
Total	I	\hat{m}	0,12	0,02	0,16	0,91	2	1,14	1,1	0,63	0,28	0,57	0,43	0,47	0,18	0,05
		s^2	0,1471	0,0198	0,257	0,9918	3,2323	1,5762	1,3838	0,8213	0,5067	1,0153	0,49	0,5546	0,1895	0,048
		I	1,2256	0,9899	1,6061	1,0899	1,6162	1,3826	1,258	1,3037	1,8095	1,7811	1,1395	1,1801	1,0527	0,9596
		I_δ	3,0303	0	5	1,0989	1,3065	1,3352	1,2344	1,4849	3,9683	2,381	1,3289	1,3876	1,3072	0
	II	\hat{m}	0,08	0	0,32	1,68	1,36	1,56	1,29	0,91	0,31	0,48	0,84	0,47	0,04	0,09
		s^2	0,1349	0	0,4218	2,4218	1,5459	2,1075	1,8645	1,4161	0,4181	0,9592	1,0853	0,6355	0,0388	0,1029
		I	1,6869	-	1,3182	1,4416	1,1367	1,3509	1,4454	1,5561	1,3486	1,9983	1,292	1,352	0,9697	1,1437
		I_δ	10,714	-	2,0161	1,2618	1,1002	1,2242	1,3445	1,6117	2,1505	3,1028	1,3483	1,7576	0	2,7778
	III	\hat{m}	0,04	0	0,25	1,49	1,93	1,31	1,05	0,54	0,36	0,86	0,59	0,58	0,14	0,15
		s^2	0,0388	0	0,2702	1,808	2,288	1,5696	1,1793	0,7358	0,4954	1,7378	0,911	0,8723	0,1418	0,149
		I	0,9697	-	1,0808	1,2134	1,1855	1,1982	1,1231	1,3625	1,376	2,0207	1,5441	1,504	1,013	0,9933
		I_δ	0	-	1,3333	1,1428	1,0956	1,1509	1,1172	1,6771	2,0635	2,1888	1,9287	1,8754	1,0989	0,9524

amost.=amostragem.

De maneira geral, pode-se afirmar que os valores dos índices de agregação, para essa espécie, indicam distribuição agregada para as quatro categorias (pequenas, médias, grandes e total). Assim, sugere-se uma maior possibilidade de ajuste com as distribuições teóricas existentes para descrever esse tipo de arranjo espacial. Entretanto, não se pode descartar a possibilidade de obter-se ajustes com distribuições não agregadas, pois em baixas densidades populacionais, existe a tendência de ajuste dos dados à distribuição de Poisson que descreve distribuição aleatória.

Os testes de ajuste dos valores de qui-quadrado de lagartas de *S. frugiperda* para a Distribuição Binomial Negativa (Tabela 2) apresentam um ajuste satisfatório para lagartas pequenas, pois, entre as seis amostragens do Campo I, sete do Campo II e seis do Campo III que apresentaram número de classes suficiente para o teste de ajuste, apenas a 4ª e a 5ª amostragem no Campo I e a 6ª e a 11ª no Campo II não se ajustaram a esta distribuição de frequência. Já no Campo III todas as amostragens com número suficiente de classes apresentaram ajuste. Isto indica que lagartas pequenas apresentam disposição espacial agregada na cultura do algodoeiro. Esse tipo de distribuição para as lagartas pequenas era esperado, uma vez que as fêmeas dessa espécie ovipositam em massas, sendo colocados grandes quantidades de ovos em massas nas folhas do algodoeiro, de forma que as lagartas recém eclodidas e as de segundo instar permanecem próximas do local de oviposição raspando o parênquima foliar para se alimentarem.

Lagartas médias já não apresentam um ajuste tão bom à essa distribuição como lagartas pequenas. Apesar de não ocorrer nenhuma amostragem com suficiência de classe sem ajuste, um número muito maior de amostragens para lagartas médias, em relação às pequenas, não apresentaram número de classes suficiente para que se realize o teste de significância do qui-quadrado.

O total de amostragens para lagartas grandes com número de classes insuficiente foi ainda maior que para lagartas médias. No Campo I, por exemplo, ocorreram duas amostragens (4ª e 6ª) sem ajuste à Binomial Negativa e as doze restantes resultaram em número de classes insuficiente. No Campo II em onze amostragens não foi possível fazer o teste de ajuste, e no Campo III, doze amostragens também apresentaram insuficiência de classes.

De maneira geral, pode-se afirmar que os valores dos qui-quadrados estão apontando para a distribuição agregada de lagartas pequenas, e uma tendência de não agregação para lagartas médias e grandes da praga. Como já havia sido observado através dos índices de agregação, à medida que as lagartas se desenvolvem ocorre uma dispersão na área em virtude de mortalidade natural dos indivíduos ou busca de maior disponibilidade de alimento e proteção contra os inimigos naturais.

Através do teste de ajuste do qui-quadrado de *S. frugiperda* à Distribuição de Poisson (Tabela 3), percebe-se que lagartas pequenas não se ajustaram tão bem quanto à distribuição anterior. Essa tendência é confirmada pelo maior número de amostragens que resultaram em qui-quadrado com significância no nível de 1% e 5% nesse tipo de distribuição. No Campo I, por exemplo, duas amostragens

(10ª e 11ª) apresentaram diferença significativa entre o qui-quadrado calculado e o tabelado, sendo que sete (4ª, 5ª, 6ª, 7ª, 8ª, 9ª e 12ª) não apresentaram essa diferença. Nos demais campos o número de amostragens que não representaram ajuste à essa distribuição (quatro em cada campo) também foi elevado em comparação com a distribuição anterior.

Por outro lado, o ajuste para lagartas médias à Distribuição de Poisson foi bem melhor que na Binomial Negativa. Em um total de cinco amostragens com suficiência de classes no primeiro campo, apenas uma (4ª) não se ajustou. No segundo campo, todas as seis amostragens com classes suficientes resultaram em ajuste, e no último campo apenas uma (6ª) de seis amostragens não apresentou ajuste à esta distribuição.

Lagartas grandes resultaram em maior número de amostragens com insuficiência de classes do que lagartas médias, mas também tiveram um bom ajuste a essa distribuição. No Campo I somente três amostragens obtiveram suficiência de classes, sendo que em uma delas (6ª) não se observou o ajuste. Já no Campo II, em cinco amostragens com suficiência de classes, todas obtiveram ajuste; e no Campo III, uma amostragem (8ª), de um total de quatro, não resultou em ajuste à distribuição que descreve o arranjo espacial aleatório.

O teste qui-quadrado de aderência à Distribuição de Poisson para lagartas de *S. frugiperda* reafirma as conclusões obtidas com o teste da Distribuição Binomial Negativa. Lagartas pequenas, que obtiveram um bom ajuste à distribuição anterior, não resultaram em ajuste à Distribuição de Poisson, confirmando a tendência dessas lagartas para a agregação. Lagartas médias e grandes, que apresentaram maior tendência para não agregação no campo através dos testes da Binomial Negativa, apresentaram boa relação com a Distribuição de Poisson que descreve arranjo aleatório. Dessa forma, pode-se afirmar que a Distribuição Binomial Negativa e de Poisson, além dos índices de agregação apresentados anteriormente, assinalam uma tendência para lagartas pequenas se distribuírem de maneira agregada na cultura do algodoeiro. Já o número de lagartas médias e grandes apresenta uma distribuição moderadamente agregada, tendendo para aleatória.

Os testes para ajuste à Distribuição Binomial Positiva (Tabela 4) indicam provável impossibilidade de relação entre essa distribuição e lagartas desse noctídeo. Poucas amostragens atingiram suficiência de classes, e um número ainda menor resultou em não significância nos testes de ajuste do qui-quadrado. Esse fato leva à conclusão de que lagartas de *S. frugiperda*, na cultura do algodoeiro, não apresentam tendência de arranjo espacial do tipo uniforme ou regular em nenhuma fase do seu período larval.

Portanto, após realizados os testes de ajustes dos dados de *S. frugiperda* para os três tipos de distribuição teórica de frequência, é possível afirmar com maior precisão que as lagartas dessa espécie mantém um padrão de arranjo espacial do tipo agregado na cultura do algodoeiro. A agregação é mais intensa quando as lagartas são pequenas, e vai se tornando menos acentuada à medida que essas lagartas vão se desenvolvendo, apresentando nos últimos instares tendência para a aleatoriedade.

Tabela 2 – Teste qui-quadrado de aderência para lagartas de *S. frugiperda* em algodoeiro cv. CNPA ITA-90. Ponta Porã, MS. 1998/1999 (Binomial Negativa).

Campo	Amost.	Lagartas pequenas		Lagartas médias		Lagartas grandes	
		X ²	GL(nc-3)	X ²	GL(nc-3)	X ²	GL(nc-3)
I	1 ^a	0,01 -	-	0,00 -	-	0,00 -	-
	2 ^a	-	-	-	-	-	-
	3 ^a	0,14 -	0	0,00 -	-	-	-
	4 ^a	6,24 *	2	4,33 ^{NS}	2	4,44 *	1
	5 ^a	5,38 *	1	0,00 -	0	-	-
	6 ^a	1,42 ^{NS}	1	0,65 -	0	5,47 *	1
	7 ^a	0,27 -	0	2,82 ^{NS}	1	0,03 -	0
	8 ^a	0,57 ^{NS}	1	0,00 -	-	0,00 -	-
	9 ^a	0,15 ^{NS}	1	0,00 -	0	0,00 -	-
	10 ^a	0,27 ^{NS}	2	0,00 -	-	0,00 -	-
	11 ^a	1,65 -	0	0,00 -	-	0,00 -	-
	12 ^a	0,35 -	0	0,86 -	0	0,00 -	-
	13 ^a	0,00 -	-	0,00 -	-	0,00 -	-
	14 ^a	0,00 -	-	0,00 -	-	0,00 -	-
II	1 ^a	0,00 -	-	-	-	0,00 -	-
	2 ^a	-	-	-	-	-	-
	3 ^a	0,37 -	0	0,00 -	-	0,00 -	-
	4 ^a	3,54 ^{NS}	2	0,28 ^{NS}	1	2,61 -	0
	5 ^a	2,84 ^{NS}	1	0,50 ^{NS}	1	1,09 ^{NS}	1
	6 ^a	4,44 *	1	0,45 ^{NS}	1	0,73 ^{NS}	1
	7 ^a	0,69 ^{NS}	2	0,03 -	0	0,35 ^{NS}	1
	8 ^a	1,118 ^{NS}	2	0,42 -	0	0,01 -	0
	9 ^a	0,07 -	0	0,00 -	-	-	-
	10 ^a	2,034 ^{NS}	1	0,00 -	-	-	-
	11 ^a	6,90 **	1	1,65 ^{NS}	1	0,00 -	-
	12 ^a	0,00 -	-	0,00 -	-	0,00 -	0
	13 ^a	-	-	0,00 -	-	-	-
	14 ^a	-	-	0,00 -	-	0,00 -	-
III	1 ^a	0,00 -	-	-	-	-	-
	2 ^a	-	-	-	-	-	-
	3 ^a	0,06 -	0	0,00 -	-	-	-
	4 ^a	2,39 ^{NS}	1	0,39 ^{NS}	2	0,00 -	-
	5 ^a	0,41 ^{NS}	1	1,49 ^{NS}	1	3,92 ^{NS}	2
	6 ^a	0,08 ^{NS}	1	3,31 ^{NS}	1	1,00 ^{NS}	1
	7 ^a	0,76 -	0	0,02 -	0	0,00 -	0
	8 ^a	1,41 -	0	1,19 -	0	1,65 -	0
	9 ^a	0,67 ^{NS}	1	0,00 -	-	0,00 -	-
	10 ^a	1,01 ^{NS}	3	0,00 -	0	0,00 -	-
	11 ^a	1,23 -	0	0,03 -	0	0,00 -	-
	12 ^a	0,32 ^{NS}	1	0,00 -	-	0,00 -	-
	13 ^a	0,00 -	-	0,00 -	-	0,00 -	-
	14 ^a	0,00 -	-	0,00 -	-	0,00 -	-

nc - número de classes;

NS - Não significativo;

* - Significativo no nível de 5%;

** - Significativo no nível de 1%.

Tabela 3 – Teste qui-quadrado de aderência para lagartas de *S. frugiperda* em algodoeiro cv. CNPA ITA-90. Ponta Porã, MS. 1998/1999 (Poisson).

Campo	Amost.	Lagartas pequenas		Lagartas médias		Lagartas grandes	
		X ²	GL(nc-2)	X ²	GL(nc-2)	X ²	GL(nc-2)
I	1 ^a	0,40 -	0	0,00 -	0	0,00 -	0
	2 ^a	0,00 -	-	0,00 -	-	0,00 -	-
	3 ^a	0,83 -	0	0,00 -	0	0,00 -	-
	4 ^a	14,99 ^{NS}	2	15,56 ^{**}	3	0,21 ^{NS}	1
	5 ^a	1,95 ^{NS}	2	0,72 ^{NS}	1	0,00 -	-
	6 ^a	0,27 ^{NS}	1	0,29 ^{NS}	1	10,75 ^{**}	2
	7 ^a	0,25 ^{NS}	1	1,73 ^{NS}	2	0,37 ^{NS}	1
	8 ^a	0,69 ^{NS}	1	0,00 -	0	0,18 -	0
	9 ^a	3,53 ^{NS}	1	0,61 -	0	0,01 -	0
	10 ^a	13,68 ^{**}	2	0,10 -	0	0,00 -	0
	11 ^a	5,69 [*]	1	0,61 -	0	0,02 -	0
	12 ^a	1,69 ^{NS}	1	2,33 ^{NS}	1	0,05 -	0
	13 ^a	0,03 -	0	0,02 -	0	0,17 -	0
	14 ^a	0,00 -	-	0,00 -	0	0,00 -	0
II	1 ^a	0,76 -	0	0,00 -	-	0,00 -	0
	2 ^a	0,00 -	-	0,00 -	-	0,00 -	-
	3 ^a	1,07 ^{NS}	1	0,07 -	0	0,00 -	0
	4 ^a	4,82 ^{NS}	3	0,18 ^{NS}	2	0,62 -	0
	5 ^a	1,69 ^{NS}	1	1,04 ^{NS}	2	1,22 ^{NS}	2
	6 ^a	8,71 [*]	2	2,08 ^{NS}	1	0,65 ^{NS}	2
	7 ^a	3,53 ^{NS}	1	0,13 ^{NS}	1	1,71 ^{NS}	2
	8 ^a	7,72 ^{**}	1	0,66 ^{NS}	1	0,10 ^{NS}	1
	9 ^a	1,41 ^{NS}	1	0,01 -	0	0,00 -	-
	10 ^a	13,96 ^{**}	1	0,00 -	0	0,00 -	-
	11 ^a	7,97 ^{**}	1	2,83 ^{NS}	1	0,00 -	0
	12 ^a	0,43 -	0	0,14 -	0	1,65 ^{NS}	1
	13 ^a	0,00 -	-	0,00 -	0	0,00 -	-
	14 ^a	0,00 -	-	0,01 -	0	0,22 -	0
III	1 ^a	0,01 -	0	0,00 -	-	0,00 -	-
	2 ^a	0,00 -	-	0,00 -	-	0,00 -	-
	3 ^a	0,09 ^{NS}	1	0,01 -	0	0,00 -	-
	4 ^a	3,68 ^{NS}	2	3,72 ^{NS}	2	0,01 -	0
	5 ^a	1,60 ^{NS}	1	1,52 ^{NS}	2	1,34 ^{NS}	2
	6 ^a	2,11 ^{NS}	1	10,69 ^{**}	1	0,98 ^{NS}	2
	7 ^a	3,86 [*]	1	0,03	1	0,88 ^{NS}	1
	8 ^a	4,63 [*]	1	0,30 -	0	5,69 [*]	1
	9 ^a	0,30 ^{NS}	1	0,00 -	0	0,00 -	0
	10 ^a	10,50 ^{**}	2	0,16 ^{NS}	1	0,05 -	0
	11 ^a	0,64 ^{NS}	1	1,03 ^{NS}	1	0,05 -	0
	12 ^a	5,50 [*]	1	0,14 -	0	0,01 -	0
	13 ^a	0,01 -	0	0,01 -	0	0,01 -	0
	14 ^a	0,00 -	0	0,01 -	0	0,09 -	0

nc - número de classes;

NS - Não significativo;

* - Significativo no nível de 5%;

** - Significativo no nível de 1%.

Tabela 4 – Teste qui-quadrado de aderência para lagartas de *S. frugiperda* em algodoeiro cv. CNPA ITA-90. Ponta Porã, MS. 1998/1999 (Binomial Positiva).

Campo	Amost.	Lagartas pequenas		Lagartas médias		Lagartas grandes	
		X ²	GL(nc-3)	X ²	GL(nc-3)	X ²	GL(nc-3)
I	1 ^a	0,43 -	-	0,00 -	-	0,00 -	-
	2 ^a	-	-	0,00 -	-	0,00 -	-
	3 ^a	0,91 -	-	0,00 -	-	-	-
	4 ^a	23,32 **	1	8,40 **	1	0,16 -	0
	5 ^a	2,29 ^{NS}	1	0,24 -	0	0,00 -	-
	6 ^a	0,09 -	0	0,00 -	-	3,62 -	0
	7 ^a	0,66 -	0	0,30 -	0	1,11 -	0
	8 ^a	0,57 ^{NS}	1	0,00 -	-	0,12 -	-
	9 ^a	4,82 -	0	0,63 -	-	0,00 -	-
	10 ^a	10,40 -	0	0,07 -	-	0,00 -	-
	11 ^a	7,52 -	0	0,41 -	-	0,01 -	-
	12 ^a	0,71 -	-	3,46 -	0	0,03 -	-
	13 ^a	0,02 -	-	0,01 -	-	0,17 -	-
	14 ^a	0,00 -	-	0,00 -	-	0,00 -	-
II	1 ^a	0,78 -	-	0,00 -	-	0,00 -	-
	2 ^a	-	-	-	-	-	-
	3 ^a	1,78 -	0	0,08 -	-	0,00 -	-
	4 ^a	11,19 **	1	0,91 ^{NS}	1	0,67 -	-
	5 ^a	2,60 -	0	0,09 ^{NS}	1	2,21 -	0
	6 ^a	0,76 -	0	3,66 -	0	2,64 ^{NS}	1
	7 ^a	5,39 -	0	0,70 -	0	2,70 -	0
	8 ^a	10,39 -	0	1,29 -	0	0,00 -	0
	9 ^a	2,36 -	0	0,00 -	-	0,00 -	-
	10 ^a	2,34 ^{NS}	1	0,00 -	-	0,00 -	-
	11 ^a	10,32 -	0	4,78 -	0	0,00 -	-
	12 ^a	0,28 -	-	0,09 -	-	2,59 -	0
	13 ^a	0,00 -	-	0,00 -	-	-	-
	14 ^a	0,00 -	-	0,00 -	-	0,23 -	-
III	1 ^a	0,00 -	-	-	-	-	-
	2 ^a	-	-	-	-	-	-
	3 ^a	0,30 -	0	-	-	-	-
	4 ^a	3,57 ^{NS}	1	6,29 -	0	0,00 -	-
	5 ^a	3,03 -	0	4,32 *	1	0,36 ^{NS}	1
	6 ^a	3,82 -	0	14,02 -	0	2,70 ^{NS}	1
	7 ^a	5,81 -	0	0,35 -	0	0,29 -	0
	8 ^a	6,26 -	0	0,37 -	-	7,52 -	0
	9 ^a	0,67 ^{NS}	1	0,02 -	-	0,00 -	-
	10 ^a	19,59 **	1	0,04 -	0	0,06 -	-
	11 ^a	1,7 ^{NS}	1	1,97 -	0	0,06 -	-
	12 ^a	7,87 -	0	0,09 -	-	0,02 -	-
	13 ^a	0,01 -	-	0,00 -	-	0,01 -	-
	14 ^a	0,00 -	-	0,01 -	-	0,10 -	-

nc - número de classes;

NS - Não significativo;

* - Significativo no nível de 5%;

** - Significativo no nível de 1%.

ABSTRACT

The knowledge of the dispersion pattern of the pests on crop is fundamental for establishing an appropriate sequential sampling method, and thus to warrant the correct utilization of the control

strategies, besides optimization of sampling techniques. Therefore, the objective of this research was to determine the spatial distribution of larva of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) on cotton crop CNPA ITA-90 cultivar. During the 1998/99 growing season a sampling system was applied in three areas located on Itamarati Sul S.A. Farm

in the region of Ponta Porã, M.S. Each area measured one hectare and was composed of one hundred plots with one hundred square meters each one. On a weekly basis, the number of small, medium and large larvae on five plants per plot were counted. The aggregation indexes and the chi-square test with the adjustment of observed and expected values to theoretical distributions of frequencies showed that all stages of *S. frugiperda* larva were distributed according to the contagious model, fitting Negative Binomial Distribution during whole periods of infestation. However, this specie presented more intense aggregation to the small larvae than medium and large ones.

Key words: Insecta, *Gossypium hirsutum*, probability distributions, sequential sampling.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, J.C. A amostragem seqüencial. In: FERNANDES, O.A.; CORREIA, A.C.B.; DE BORTOLI, S.A. (ed.) **Manejo integrado de pragas e nematóides**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. p.205-211.
- BIANCO, R. **Disposicion espacial de *Aeneolamia* spp. (Homoptera: Cercopidae) en praderas de gramíneas tropicales**. Chapingo, 1982. 123p. Tese (Maestria de Ciencias) - Institucion de Ensinanza e Investigacion en Ciencias Agricolas/Colegio de Post graduados.
- BLISS, C.I.; OWEN, A.R.G. Negative binomial distribution with a common K. **Biometrika**, London, v.45, p.37-58. 1958.
- BUSOLI, A.C.; ATHAYDE, M.L.F. Agroecossistema algodoeiro, práticas culturais, reguladores de crescimento e feromônios no MIP-Algodão. In: FERNANDES, O.A.; CORREIA, A.C.B.; BORTOLI, S.A. (ed.) **Manejo Integrado de Pragas e Nematóides**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. p. 01-21.
- DEGRANDE, P.E. Manejo integrado de pragas do algodoeiro. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisas Agropecuária do Oeste (Dourados, MS). **Algodão: informações técnicas**. Dourados: EMBRAPA-CPAO; Campina Grande: EMBRAPA-CNPA (EMBRAPA-CPAO. Circular Técnica, 7), 1998. p. 154-191.
- ELLIOT, N.C.; R.W. KIECKHEFER; D.D. Walgenbach. Binomial sequential sampling methods for cereal aphids in small grains. **Journal of Economic Entomology**, v.83, p.1381-1387, 1990.
- FERNANDES, M.G. **Distribuição espacial e amostragem seqüencial dos principais noctuídeos do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.)** Jaboticabal, 2002. 140p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal/Universidade Estadual Paulista.
- FERNANDES, M.G.; BUSOLI, A.C.; DEGRANDE, P.E. Parasitismo natural de ovos de *Alabama argillacea* Hüb. e *Heliothis virescens* Fab. (Lep.: Noctuidae) por *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae) em algodoeiros no Mato Grosso do Sul. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.28, p.695-701, 1999.
- FERRAZ, C.T.; LAMAS, F.M. **Aspectos importantes na cultura do algodoeiro em Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: EMPAER-MS. 1996. 16p. (Circular Técnica, 6).
- GILES, K.L.; ROYER, T.A.; ELLIOT, N.C. et al. Development and validation of a binomial sequential sampling plan for the greengug (Homoptera: Aphididae) infesting winter wheat in the southern plains. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.93, p.1522-1530, 2000.
- LUTTREL, R.G.; FITT, G.P.; RAMALHO, F.S. et al. Cotton pest management: Part 1. A worldwide perspective. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.39, p.517-26, 1994.
- MESINA, R.R.V. **Disposição espacial de *Panonychus ulmi* (Koch, 1836) (Acarina: Tetranychidae) e determinação do número de amostras na macieira**. Curitiba, 1986. 88p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal do Paraná.
- MORISITA, M. Id-index, a measure of dispersion of individuals. **Researches on Population Ecology**, Kyoto, v.4, p.1-7, 1962.
- MORISITA, M. Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. **Memoirs of the Faculty of science**, Kyushi, v.2, p.215-235, 1959.
- MYERS, J.H. Selecting a measure of dispersion. **Environmental Entomology**, v.7, p.619-621, 1978.
- NASCIMENTO, J.E. **Distribuição espacial e plano de amostragem seqüencial para o percevejo pequeno *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) (Heteroptera: Pentatomidae), na cultura da soja**. Jaboticabal, 1995. 137p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal/Universidade Estadual Paulista.
- PERRY, J.N.; MEAD, R. On the power of the index of dispersion test to detect spatial pattern. **Biometrics**, Alexandria, v.35, p.613-622, 1979.
- RABINOVICH, J.E. **Introduccion a la ecologia de poblaciones animales**. México: Continental, 1980. 313p.
- RICHETTI, A.; MELO FILHO, G.A. Aspectos socioeconômicos do algodoeiro herbáceo, p.11-25. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste (Dourados, MS). **Algodão: informações técnicas**. Dourados: EMBRAPA-CPAO; Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1998. 267p. (Circular Técnica, 7).
- RUESINK, W.G. Introduction to sampling theory. In: M. Kogan & D.G. Herzog. **Sampling methods on soybean entomology**. New York, Springer-Verlag, 1980. 587p. p. 60-78.
- SOUTHWOOD, T.R.E. **Ecological methods**. London: Chapman and Hall, 1971. 391p.
- TAYLOR, L.R. Assessing and interpreting the spatial distribution of insects populations. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.29, p.231-257, 1984.
- YOUNG, L.J.; YOUNG, J.H. **Statistical ecology: a population perspective**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998. 565p.