

Distribuição espacial de adultos de *Empoasca kraemeri* (Hemiptera: Cicadellidae) em pinhão-manso *Jatropha curcas* L.

Melissa Donadello Gava de Oliveira¹, Marcos Gino Fernandes¹, Thiago Alexandre Mota¹, Harley Nonato de Oliveira²

¹Programa de Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Faculdade Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), 79804-970, Dourados, MS, Brasil. E-mail: meldonadello@yahoo.com.br.

²Embrapa Agropecuária Oeste, Ph.D., Caixa Postal 449, CEP 79804-970 Dourados, MS, Brasil.

Resumo

OLIVEIRA MDG, FERNANDES MG, MOTA TA, OLIVEIRA HN. 2016. Distribuição espacial de adultos de *Empoasca kraemeri* (Hemiptera: Cicadellidae) em pinhão-manso *Jatropha curcas* L. ENTOMOTROPICA 31(29): 237-243.

O objetivo desse trabalho foi conhecer o padrão de distribuição espacial de *Empoasca kraemeri* em pinhão-manso. Quinzenalmente, foram realizadas amostragens da cigarrinha, que consistia na retirada e substituição das armadilhas de coloração amarela no campo e a contagem dos indivíduos coletados. Foram realizados testes de ajustes das classes numéricas dos insetos coletados às distribuições teóricas de frequências esperadas pela distribuição de Poisson e binomial negativa. A variância foi superior à média em todas as amostragens. Através dos índices de dispersão observaram-se valores que respondem a agregação dessa população. O teste de qui-quadrado de ajuste à distribuição de Poisson não foi significativo em apenas uma amostragem, enquanto os testes de ajuste à distribuição binomial negativa não foram significativos em seis amostragens. O coeficiente b da lei de potência de Taylor evidenciou que a praga distribuiu-se de forma agregada no campo.

Palavras chave adicionais: Distribuição binomial negativa, índices de dispersão, armadilhas adesivas.

Abstract

OLIVEIRA MDG, FERNANDES MG, MOTA TA, OLIVEIRA HN. 2016. Spatial distribution of *Empoasca kraemeri* (Hemiptera: Cicadellidae) adults in physic nut *Jatropha curcas* L. ENTOMOTROPICA 31(29): 237-243.

The objective of this study was to investigate the pattern of spatial distribution of *Empoasca kraemeri* in physic nut. Every fifteen days, samples were taken, by removing and replacement of a yellow sticky trap in the field and by counting all the individuals collected. To study probabilistic models to describe the spatial distribution of the insects, adjustments of negative binomial and Poisson distribution were tested. The variance was higher than the mean in all samples. The dispersal rates observed shown values that respond to aggregation of this population. The chi-square test showed that Poisson distribution test was non-significant in only one sampling, while tests showed to negative binomial distribution were not significant in six samplings. The b coefficient of Taylor's power law showed that this pest occurs in aggregate form in the field.

Additional key words: Dispersion index, negative binomial distribution, sticky traps.

Introdução

O pinhão-manso *Jatropha curcas* L. é uma espécie arbustiva, que se destaca como alternativa na produção de biodiesel (Arruda et al. 2004). Devido aos altos níveis de produção de óleo, o pinhão-manso não compete diretamente com culturas importantes na produção de alimentos (Saturnino et al. 2005, Kumar e Sharma 2008, Gofferje et al. 2014), podendo alcançar produtividade de 871 kg/ha em localidades irrigadas (Drummond et al. 2010).

Dentre as pragas que atacam o pinhão-manso destaca-se a cigarrinha-verde *Empoasca kraemeri* Ross e Moore, 1957 (Hemiptera: Cicadellidae), a qual tem sido relatada como uma das principais pragas que atacam esta cultura (Laviola et al. 2010). Esses insetos possuem coloração verde, medem cerca de 2 a 4 mm de comprimento, e são muito ágeis. Ninfas eclodem do ovo 10 dias após a postura e passam entre 8 e 10 dias nesse estágio até desenvolver o adulto. A longevidade média desses insetos é de 60 dias. Ao sugarem as plantas, ninfas e adultos injetam substâncias tóxicas presentes em sua saliva no sistema vascular das plantas do pinhão-manso, podendo causar fitotoxicidade (Gallo et al. 2002). O ataque desses insetos também causa o abortamento de flores como consequência da ação da sucção da seiva da planta (Oliveira et al. 2010, Dias et al. 2007). A cultura do pinhão-manso, quando atacada severamente pela cigarrinha, pode ter sua produção seriamente comprometida, e as perdas podem ser superiores a 60 % (Quintela 2004).

Existem relatos de cigarrinha-verde atacando pinhão-manso no norte de Minas Gerais (Saturnino et al. 2005), em diferentes regiões do Mato Grosso do Sul (Oliveira et al. 2010) e em Rondônia (Costa et al. 2011). No entanto, ainda não existem estudos sobre o comportamento de distribuição espacial desse inseto em *J. curcas*. Sendo assim, torna-se necessário realizar estudos para investigar a sua distribuição espacial na cultura, pois isso é de importância fundamental

para conhecer a etologia da espécie, bem como aperfeiçoar os processos de amostragens, visando um manejo integrado eficiente dessa praga.

Para se determinar o padrão de arranjo espacial de uma determinada espécie em um ecossistema é necessário que se tenham dados de contagem dos indivíduos. A distribuição espacial pode ocorrer seguindo um padrão agregado, uniforme ou aleatório, seguindo o modelo da binomial negativa, binomial positiva ou de Poisson, respectivamente (Young e Young 1998). Esta classificação baseia-se na relação entre a média de ocorrência dos insetos e a variância dos dados obtido em cada unidade amostral que compõe a amostra utilizada (Elliot 1977). Para a determinação do tipo de distribuição espacial da população do inseto no habitat de interesse, são determinados os índices de agregação e realizados os ajustes das frequências observadas em campo às frequências esperadas pelas distribuições teóricas. A determinação desses padrões de arranjo é obtida através de índices de dispersão e distribuição teórica de frequências (Young e Young 1998, Fernandes et al. 2003).

Assim, no presente trabalho, objetivou-se determinar o padrão da distribuição espacial de adultos de *E. kraemeri* na cultura do pinhão-manso visando a confecção de futuros planos de amostragem para essa praga e, conseqüentemente, a elaboração de um programa de manejo.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido no campo experimental da Embrapa CPAO, localizado no município de Dourados MS, Brasil (lat 22° 16' 30" S, long 54° 49' 00" W), com 408 m de altitude. O clima da região conforme classificação de Köppen (1931) é do tipo Cwa (clima mesotérmico úmido, verões quentes e invernos secos) com precipitação anual média de 1 500 mm e temperatura média anual de 22 °C.

A área amostral consistiu de 3 000 m², a qual foi dividida em 100 parcelas de cultivo de pinhão-

manso instaladas em novembro de 2006. As plantas foram cultivadas no espaçamento 3 m x 2 m, com total de 500 plantas. Para cada parcela foi escolhido ao acaso uma planta para sustentação da armadilha adesiva (Biotrap®) de cor amarela, com dimensão de 10 cm de largura e 24,5 cm de comprimento, que foram afixadas nas plantas a um metro do solo (unidade amostral) totalizando 100 unidades amostrais. Foram realizadas 16 amostragens da cigarrinha na área de amostragem, no período de novembro de 2012 a julho de 2013. Quinzenalmente, as armadilhas eram retiradas e substituídas por novas armadilhas e, em seguida, acondicionadas em sacos plásticos transparentes e transportadas para o Laboratório de Entomologia da Embrapa Agropecuária Oeste, onde eram armazenadas em câmara fria a 5 °C até a contagem dos insetos. Durante o período de amostragem, nenhuma pulverização foi realizada na área, somente tratamentos culturais como capina e adubação.

Para determinar os índices de dispersão, foi calculado a média, o erro padrão e a variância de cada amostragem através do programa Excel®. A partir destes dados foram calculados os diferentes índices de dispersão para cigarrinha-verde, como segue:

Índice Razão de variância/média: Esta relação (I) é um índice que mede o desvio de um arranjo de dados aleatórios. Para este índice, os valores iguais a um indicam disposição espacial aleatória ou acaso, valores inferiores a um indicam arranjo espacial regular ou uniforme, e valores significativamente maiores do que um indicam agregação ou distribuição contagiosa (Rabinovich 1980)

Morisita: O Índice de Morisita (I_{δ}) é relativamente independente da média e o número das amostras. Quando $I_{\delta} = 1$ a distribuição é aleatória e quando $I_{\delta} > 1$ a distribuição é contagiosa, enquanto $I_{\delta} < 1$ indica a distribuição regular (Silveira Neto et al. 1976).

Expoente K da distribuição binomial negativa: Expoente K é um índice de dispersão adequado quando o tamanho e número de unidades de amostra são as mesmas em cada amostra, sendo muitas vezes influenciado pelo tamanho da unidade de amostragem. Este parâmetro é uma medida inversa do grau de agregação, e, neste caso, os valores negativos indicam uma distribuição normal ou uniforme, os valores positivos perto de zero indicam um arranjo agregado e os valores mais elevados, até 8, indicam uma distribuição aleatória (Southwood 1966, Elliot 1977).

O índice de Green (Cx) varia de zero (para distribuições aleatórias) a 1 (para no máximo contágio positivo) e valores negativos indicam uma distribuição uniforme. Muito utilizado para testar distribuições contagiosas, este índice é indicado para comparar amostragens dentro de uma mesma área amostral (Green 1966).

A Lei da Potência de Taylor é um índice no qual a variância e a média tendem aumentar juntas, obedecendo a uma lei de potência expressa pela seguinte fórmula: $S^2 = am^b$ na qual a é o coeficiente linear; b é o coeficiente angular da equação de regressão estimada; S^2 e m, variância e média, respectivamente.

Em cada amostragem foi realizado o estudo dos modelos probabilísticos para determinar com maior segurança a distribuição espacial da praga. Para isso, foi efetuado o ajuste das distribuições de frequências obtidas nas amostragens às seguintes distribuições teóricas de frequências: distribuição de Poisson; distribuição binomial negativa; distribuição binomial positiva.

O Teste de qui-quadrado de aderência foi realizado para verificação do teste de ajuste dos dados coletados em campo às distribuições teóricas de frequência, utilizou-se o teste qui-quadrado de aderência que compara o total das frequências observadas na área amostral, com as frequências esperadas (Young e Young 1998). Essas frequências são definidas pelo produto das

Tabela 1. Índices de dispersão para adultos de *Empoasca kraemeri* na cultura do pinhão-mansão em Dourados, MS 2012/2013.

A	Data das amostragens	N	$\bar{m} \pm EP$	S^2	I	I_g	k	C_x	χ^2
1	22/11/2012	100	0,50 ± 0,225	5,080	10,1616*	19,510*	0,0545ag	0,1869ag	1006
2	05/12/2012	100	0,65 ± 0,225	1,805	2,7777*	3,75*	0,3656ag	0,0277ag	275
3	17/12/2012	100	12,59 ± 0,225	97,375	7,7343*	1,529*	1,8695ag	0,0053ag	765,7021
4	02/01/2013	100	29,21 ± 0,225	258,490	8,8493*	1,266*	3,7213ag	0,0026ag	876,09
5	17/01/2013	100	41,40 ± 1,585	251,393	6,0723*	1,121*	8,1616al	0,0012ag	601,1594
6	31/01/2013	100	53,33 ± 2,404	578,041	10,8389*	1,182*	5,4202ag	0,0018ag	1074,0566
7	18/02/2013	97	202,74 ± 5,59	3033,985	14,9647*	1,068*	14,5181al	0,0007ag	1436,6148
8	06/03/2013	100	174,16 ± 6,70	4491,934	25,7919*	1,140*	7,0248ag	0,0014ag	2553,4074
9	21/03/2013	100	167,3 ± 18,286	33401,380	199,6496*	2,175*	0,8421ag	0,0118ag	19765,3138
10	03/04/2013	97	68,9 ± 3,130	950,760	13,7997*	1,383*	5,3826ag	0,0019ag	1324,7759
11	17/04/2013	100	34,27 ± 2,129	453,492	13,2329*	1,353*	2,8014ag	0,0035ag	1310,0586
12	03/05/2013	98	34,75 ± 1,447	205,217	5,9046*	1,139*	7,0861ag	0,0014ag	572,7539
13	17/05/2013	96	20,71 ± 0,845	68,667	3,3142*	1,171*	8,9526al	0,0011ag	314,8552
14	31/05/2013	100	13,57 ± 0,674	45,520	3,3544*	1,110*	5,7634ag	0,0017ag	332,0935
15	14/06/2013	99	8,05 ± 0,304	9,150	1,1366 n.s	1,016 n.s	58,9198al	0,0001ag	111,3902
16	01/07/2013	100	0,30 ± 0,065	0,434	1,4478*	2,528*	0,6699ag	0,0154ag	143,3333

A= Amostragens, N = Unidades amostrais; Estatísticas {médias(\bar{m}) ± erro padrão(EP), variância (S^2)} e índices de dispersão {razão variância-média (I), índice de Morisita (I_g), expoente k da binomial negativa (k), coeficiente de Green (C_x) e qui-quadrado calculado (χ^2). * = significativo ao nível de 5 % pelo teste de qui-quadrado; ag=agregado; n.s = não significativo; al = aleatório.

probabilidades de cada classe e o número total de unidades amostrais utilizadas.

Resultados

Nas avaliações de amostragens dos adultos de *E. kraemeri*, todos os valores obtidos da variância (S^2) foram superiores à média (\bar{m}), resultando em valores significativamente maiores que 1. Esses resultados indicam uma distribuição agregada da cigarrinha verde na cultura do pinhão-mansão (Tabela 1). Apenas a 15ª amostragem resultou em valor do índice variância/média (I) estatisticamente igual a 1, indicando nesta amostragem uma distribuição aleatória.

O índice de Morisita (I_g) também indicou que a distribuição foi agregada em quase todas as amostragens realizadas na área. Apenas na 15ª amostragem, o valor do índice foi estatisticamente semelhante a 1, indicando

novamente uma distribuição aleatória. Já o expoente k da binomial negativa apresentou um arranjo espacial de adultos que tende à agregação, pois a maioria dos valores desse índice variaram de 0,0545 a 7,0861 (Tabela 1). Os valores de k foi 8,16; 14,51; 8,95 e 58,91 na 5ª, 7ª, 13ª e 15ª amostragens, respectivamente, indicando uma distribuição aleatória dos adultos de *E. kraemeri* (Tabela 1).

Os valores dos coeficientes de Green (C_x) foram > 0 em todas as amostragens, indicando também uma distribuição agregada dos insetos (Tabela 1). De forma semelhante aos demais índices uma distribuição, o valor do expoente b (1,3807) da lei da potência de Taylor foi >1 ($p = 0,00000002$), indicando uma distribuição agregada dos adultos de *E. kraemeri* na cultura (Tabela 2).

Os testes de ajuste das classes numéricas de adultos de cigarrinha verde observados na cultura

Tabela 2. Estimativas dos parâmetros da Lei da Potência de Taylor e estatística da análise de regressão. Dourados, MS, 2012/2013.

Lei da Potência de Taylor	Parâmetros		Teste F	R ²	Teste t
	a ± E.P	b ± E.P			
	2,6204 ± 0,4307	1,3807 ± 0,1237	124,555**	0,8917	3,0782**

** significativo (P < 0,01)

Tabela 3. Teste de qui-quadrado de aderência dos adultos de *Empoasca kraemeri* (Poisson e Binomial Negativa). Dourados, MS, 2012/2013.

Amostras	Teste			
	Poisson		Binomial Negativa	
	X ²	GL(nc-2)	X ²	GL(nc-3)
1	22,7186**	2	21,0405**	2
2	23,7244**	2	3,9744n.s	3
3	45,6238*	15	42,1168*	25
4	43,6144*	22	45,5629n.s	39
5	61,3087**	24	85,7473**	41
6	49,2621**	27	71,5404**	46
7	60,5600*	40	95,8966i	-2
8	72,9924**	39	99,1925i	-2
9	72,5526**	39	84,5247i	-1
10	59,1523**	29	76,0337**	43
11	82,9635**	23	62,7162*	43
12	44,1492**	23	35,5919n.s	38
13	37,0376**	19	35,3882n.s	27
14	65,9121**	15	27,9344n.s	23
15	10,6714n.s	12	9,7879n.s	12
16	11,2615**	1	5,2230*	1

n.s = não significativo; * = significativo ao nível de 5 %; ** = significativo ao nível de 1 %; X² = valor do qui-quadrado calculado; i = insuficiência; GL = graus de liberdade; nc = número de classes observadas.

do pinhão-mansão não obtiveram um bom ajuste ao modelo de Poisson (distribuição aleatória), descartando esse modelo de distribuição espacial (Tabela 3). Apesar desse fato, todas as amostragens realizadas apresentaram números de classes suficientes para aplicação do teste de qui-quadrado, sendo possível realizar adequadamente o teste de ajuste das classes observadas em campo. Dentre as avaliações que

apresentaram suficiência de classes, apenas a 15^a amostragem resultou em ajuste a esse tipo de distribuição (Tabela 3).

Os testes de ajuste das classes numéricas à distribuição binomial negativa (Tabela 3) indicaram que as amostragens feitas apresentaram ajuste satisfatório à distribuição binomial negativa, pois ocorreu ajuste em seis amostragens (2^a, 4^a, 12^a, 13^a, 14^a e 15^a). Nas

7ª, 8ª e 9ª amostragens (Tabela 3) não houve número de classes suficientes para a realização do teste de ajuste.

Os testes de ajuste das classes numéricas à distribuição binomial positiva não foram realizados, pois apresentaram insuficiência de classes em todas as amostragens realizadas.

Discussão

Durante todo o período amostral é possível afirmar que a distribuição espacial dos adultos de *E. kraemeri* ocorre de forma agregada na cultura do pinhão-manso com base nos cálculos dos índices de dispersão. A agregação dos insetos pode ser explicada por fatores que afetam a sobrevivência destes organismos, como proteção contra o ataque de predadores, alimento abundante e proteção de seus descendentes pelos insetos adultos (Rabinovich 1980), induzindo os indivíduos da população a se reunirem em grupos (Perecin e Barbosa 1994). Esse tipo de distribuição apresenta como hipótese o fato de que a presença de um indivíduo aumenta a probabilidade de ocorrência de outros indivíduos nas plantas vizinhas (Barbosa e Perecin 1982).

De modo geral, os dados de densidade de adultos em armadilhas de captura, ajustaram melhor ao modelo de distribuição de frequência binomial negativa, indicando distribuição agregada desse inseto na cultura. Assim, sugere-se que trabalhos futuros desenvolvam planos de amostragem sequenciais de *E. kraemeri* na cultura do pinhão-manso visando o monitoramento da praga

Conclusão

Os adultos de *E. kraemeri* apresentam na cultura do pinhão-manso distribuição teórica de frequência tipo binomial negativa e têm um padrão de distribuição espacial de modo agregado.

Agradecimentos

A CAPES, pela concessão de bolsa, FINEP e FUNDECT pelo auxílio financeiro e a Embrapa Agropecuária Oeste pela infraestrutura.

Referências

- ARRUDA FP, BELTRÃO NEM, ANDRADE AP, PEREIRA WE, SEVERINO LS. 2004. Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semiárido nordestino. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas* 8(1): 789-799.
- BARBOSA JC, PERECIN D. 1982. Modelos probabilísticos para distribuições de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797), na cultura do milho. *Cientifica* 10(2): 181-191.
- COSTA JNM, PEREIRA F DA S, ROCHA RB, SANTOS AR, TEIXEIRA CAD. 2011. Ocorrência e monitoramento de cigarrinha-verde *Empoasca* sp. (Hemiptera: Cicadellidae) em pinhão-manso no município de Porto Velho, Rondônia. Porto Velho: Embrapa Rondônia (Circular Técnica)118: p. 3.
- DIAS LAS, LEME LP, LAVIOLA BG, PALLINI A, PEREIRA OL, DIAS DCFS, CARVALHO M, MANFIO CE, SANTOS AS, SOUSA LCA, OLIVEIRA TS, PRETTI L. 2007. O cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) para produção de óleo combustível, Viçosa: UFV. 40 p.
- DRUMOND MA, SANTOS CAF, OLIVEIRA VR, MARTINS JC, ANJOS JB. 2010. Evangelista, M.R.V. Desempenho agrônomo de genótipos de pinhão manso no semiárido pernambucano. *Ciência Rural* 40: 44-47.
- ELLIOT JM. 1977. Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates, Weinheim: Freshwater Biological Association. 144 p.
- FERNANDES MG, BUSOLI AC, BARBOSA JC. 2003. Distribuição espacial de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro. *Neotropical Entomology* (32): 117-122.
- GALLO D, NAKANO O, SILVEIRA NETO S, CARVALHO RPL, BATISTA GC, BERTI FILHO E, PARRA JRP, ZUCHI RA, ALVES SB, VENDRAMIN JD, MARCHINI LC, LOPES JRS, OMOTO C. 2002. Entomologia agrícola, Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. 920 p.

- GREEN RH. 1966. Measurement of non-randomness in spatial distributions. *Researches on Population Ecology* (67): 509-513.
- GOFFERJE G, GEBHARDT M, STABLER A, SCHWEIGGERT-WEIZ U, FLOTTER E. 2014. Screening of impact factors on the enzymatic neutralization of jatropha crude oil. *European Journal of Lipid Science Technology* 116: 185-192.
- KOPPEN W. 1931. Grundriss der Klimakunde, Berlin: Walter de Gruyter. 390 p.
- KUMAR A, SHARMA S. 2008. An evaluation of multipurpose oil seed crop for industrial uses *Jatropha curcas* L.: A review. *Industrial Crops Products* 28(1): 1-10.
- LAVIOLA BG, ROCHA RB, KOBAYASH AK, ROSADO TB, BHERING LL. 2010. Genetic improvement of *Jatropha* for biodiesel production. *Ceiba* 51: 1-10.
- OLIVEIRA HN, SILVA CJ, ABOT AR, ARAÚJO DI. 2010. Cigarrita verde en cultivos de *Jatropha curcas* em el Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Colombiana de Entomología* 36(1): 52-53.
- PERECIN D, BARBOSA JC. 1994. Afinidade entre distribuições de contágio e Poisson para fins práticos de amostragem. *Revista de Matemática e Estatística* 12: 107-112.
- QUINTELA ED. 2004. Manejo integrado dos insetos e outros invertebrados pragas do feijoeiro. *Belo Horizonte: Informe Agropecuário* 25(223): 113-136.
- RABINOVICH JE. 1980. Introducción a la ecología de poblaciones animales. México: Compañía Editorial Continental. 313 p.
- SATURNINO HM, PACHECO DD, KAKIDA J, TOMINAGA N, GONÇALVES NP. 2005. Cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). *Belo Horizonte: Informe Agropecuário* 26(229): 44-78.
- SILVEIRA NETO S, NAKANO O, BARDIN O, VILLA NOVA NA. 1976. Manual de ecologia de insetos, São Paulo: Ceres. 419 p.
- SOUTHWOOD TRE. 1966. Ecological methods with particular reference to the study of insect populations, London: Methuen. 391 p.
- YOUNG LJ, YOUNG J. 1998. Statistical Ecology: A Population Perspective, Boston: Kluwer Academic. 565 p.