

Universidade Federal da Grande Dourados  
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais  
Programa de Pós-Graduação em  
Entomologia e Conservação da Biodiversidade

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Empoasca kraemeri* ROSS E MOORE,  
1957 (HEMIPTERA: CICADELLIDAE) EM PINHÃO-MANSO

Melissa Donadello Gava de Oliveira

Dourados-MS

Março 2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Melissa Donadello Gava de Oliveira

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Empoasca kraemeri* ROSS E MOORE,  
1957 (HEMIPTERA: CICADELLIDAE) EM PINHÃO-MANSO

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de MESTRE ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Área de Concentração: Entomologia.

Orientador: Marcos Gino Fernandes

Dourados-MS

Março/2014

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Biblioteca Central da UFGD, Dourados, MS, Brasil**

O482d Oliveira, Melissa Donadello Gava de.  
Distribuição espacial de *Empoasca kraemeri* Ross e Moore, 1957 (Hemiptera: Cicadellidae) em Pinhão-manso / Melissa Donadello Gava de Oliveira – Dourados, MS : UFGD, 2014.  
46 f.

Orientador: Prof. Marcos Gino Fernandes.  
Dissertação (Mestrado em Entomologia e conservação da biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Cigarrinha-verde. 2. Praga agrícola. 3. Pinhão-manso. I. Fernandes, Marcos Gino. II. Título.

CDD: 595.7

## BIOGRAFIA

Meu nome é Melissa Donadello Gava de Oliveira, nascida 07 de abril de 1979 no município de Cachoeiro de Itapemirim, ES. Filha de Wanderley Gava e Lúcia Helena Donadello Gava. Em minha cidade natal cursei o ensino fundamental no período de 1986-1993, onde estudei na escola municipal Anísio Vieira de Almeida Ramos e o ensino médio (1994-1996) cursei no Colégio Guimarães Rosa. No ensino superior, fui para a cidade de Alegre, ES, estudar no CCA-UFES (Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo) no período de 1997-2002, me graduando em Engenharia Agrônômica.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me dar saúde, disposição, sabedoria e orientação.

À Universidade Federal da Grande Dourados, pela oportunidade de realização do curso.

À Embrapa Agropecuária Oeste, por oferecer todo suporte necessário para que o trabalho fosse realizado.

À CAPES bolsa de estudo concedida.

Ao meu orientador, Dr. Marcos Gino Fernandes pela orientação e apoio.

Aos professores do programa de Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade que participaram do meu processo educativo.

Ao professor Dr. Fabrício Fagundes Pereira, pelo incentivo.

Aos estagiários do Laboratório de Entomologia da Embrapa Agropecuária Oeste: DenisarPagiolli de Carvalho, Danilo Santiago, Danielle Fabiana Glaeser, Patrícia Bellon, Hallana de Souza Santo, Priscila Laranjeira, Elidiane Feltrin, e Suellen Cristina Moreira, pela valiosa ajuda em campo e em laboratório.

A Thiago Mota pelo grande auxílio estatístico.

A todos que colaboraram de alguma forma na realização deste trabalho.

**DEDICO**

A meu marido Harley Nonato de Oliveira

Ao meu filho StephanoDonadello Gava Biavati de Oliveira

Aos meus pais Wanderley Gava e Lúcia Helena Donadello Gava, por sempre acreditarem em  
meu potencial.

Ao meu orientador Professor Doutor Marcos Gino Fernandes

## SUMÁRIO

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Empoascakraemeri* ROSS E MOORE, 1957 (HEMIPTERA: CICADELLIDAE) EM PINHÃO-MANSO

|  |    |
|--|----|
| RESUMO GERAL.....  | 8  |
| ABSTRACT.....  | 9  |
| INTRODUÇÃO GERAL.....  |    |
| .....  | 10 |
| REVISÃO BIBLIOGRÁFICA (CAPÍTULO I).....  | 13 |
| 1 Origem de <i>Jatropha curcas</i> L.....  | 13 |
| 2 Botânica <i>Jatropha curcas</i> L.....   | 13 |
| 3 Aspectos climáticos de <i>Jatropha curcas</i> .....                            | 14 |
| 4 Aspectos Agronômicos.....  | 14 |
| 5 Importância socioeconômica e ambiental de <i>Jatropha curcas</i> .....         | 15 |
| 6 Pragas.....  | 16 |
| 6.1 <i>Empoascakraemeri</i> Ross & Moore, 1957 (Hemiptera: Cicadellidae).....    | 16 |
| 7 Distribuição espacial.....   | 17 |
| 7.1 Índices de agregação.....  | 18 |
| 7.2 Modelos Probabilísticos Para Estudo da Distribuição Espacial das Pragas..... | 22 |
| 7.3 Frequências Esperadas.....   | 24 |
| 7.4 Teste de ajuste das distribuições teóricas de frequências.....               | 25 |
| OBJETIVO GERAL.....  | 26 |
| HIPÓTESES.....   | 26 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....  | 27 |
| ARTIGO CIENTÍFICO (CAPÍTULO II).....   | 33 |
| RESUMO.....  | 33 |
| ABSTRACT.....  | 34 |
| INTRODUÇÃO.....  | 35 |
| MATERIAL E MÉTODOS.....  | 36 |
| RESULTADOS.....  | 38 |
| DISCUSSÃO.....   | 39 |
| CONCLUSÃO.....   | 40 |

|                       |    |
|-----------------------|----|
| AGRADECIMENTO.....    | 40 |
| ANEXOS (TABELA 1..... | 42 |
| Tabela2.....          | 42 |
| Tabela 3.....         | 43 |
| REFERÊNCIAS.....      | 44 |

## RESUMO GERAL

O pinhão-manso (Euphorbiaceae) é uma planta perene, rústica e adaptada às mais diversas condições edafoclimáticas. É planta de grande fonte energética devido ao alto potencial na produção de óleo para fabricação do biodiesel. Esta cultura é atacada por alguns insetos-praga, entre eles a cigarrinha verde *Empoasca kraemeri* Ross e Moore, 1957 (Hemiptera: Cicadellidae) que tem sido relatada como uma das mais importantes, pois causa o amarelecimento e encarquilhamento das folhas, e, em casos mais severos, necrose e queda das folhas. Este inseto ainda é pouco estudado nesta cultura, principalmente sobre as características ecológicas de sua população. O objetivo desse trabalho foi conhecer o padrão de distribuição espacial de adultos desta praga no município de Dourados-MS, para a construção posterior de um plano para amostragem. Para esta pesquisa, a área amostral consistiu de 3.000 m<sup>2</sup> onde foram contabilizados todos os indivíduos adultos coletados em 100 unidades amostrais. Cada unidade amostral constituiu de armadilhas adesivas de cor amarela Biotrap<sup>®</sup> previamente demarcadas, que foram instaladas a um metro do solo, em 25 linhas de cultivo com 20 plantas em cada linha, sendo colocadas 4 armadilhas por linha. O espaçamento foi de 3 x 2 metros. Quinzenalmente foram realizadas amostragens que consistiam na retirada das armadilhas velhas e reposição de novas armadilhas. O período amostral foi de Novembro/2012 a Julho/2013, totalizando 16 amostragens. Com os valores médios de contagem de cada amostragem, foram utilizados os seguintes índices de dispersão para a determinação do padrão de distribuição espacial: Razão variância/média ( $I$ ); Índice de Morisita ( $I_{\delta}$ ); Coeficiente de Green ( $C_x$ ); Expoente  $k$  da binomial negativa ( $k$ ); e Lei da Potência de Taylor. Também foram ajustados os valores das classes de frequência observadas no campo às classes de frequências esperadas pelas distribuições teóricas de Poisson, binomial negativa e binomial positiva. O padrão de distribuição observado na maioria das amostragens foi o agregado, sendo a distribuição binomial negativa o modelo que melhor se ajustou a distribuição de adultos de cigarrinha verde na cultura do pinhão-manso.

**Palavras-chaves:** Índices de dispersão, Distribuição binomial negativa, *Jatropha curcas*, Cigarrinha verde.

## ABSTRACT

The physic nut is a plant that belongs to the family Euphorbiaceae being perennial, crude and adapted to diverse climatic conditions. It's present in Brazil and in all tropical regions. This plant is great energy source due to the high potential for the production of oil to make biodiesel. But this culture suffers attack of some insect pests, including the green leafhopper *Empoasca kraemer* that has been reported as one of the most important, because it causes yellowing and shriveling of the leaves and in cases more severe necrosis and leaf drop. Despite its importance, this insect has been little studied in this culture, especially on the ecological characteristics for this population. Thus, the aim of this study was to investigate the pattern of spatial distribution of adults of this pest in the region of Dourados, MS, Brazil, for the subsequent development of adequate plans for sampling. For this research the sample area consisted of 3.000 m<sup>2</sup> which was recorded all adult individuals collected at 100 samples units. Each sample unit consisted of yellow sticky traps that were installed within one meter of ground in 25 lines of cultivation, with 20 plants in each row, 4 traps in row. The distance between the lines was 3 meters in each lines and each plants distanced from 2 meters. Fortnightly sampling which consisted in the removal and counting of adult insects trapped in each trap were performed. After replacing these traps were immediately replaced. The sampling period was November 2012 and July 2013 totaling 16 samplings. With the average count values of each sample the following dispersion indexes for determining the spatial distribution were used: variance/mean ratio ( $I$ ); Morisita index ( $I_d$ ); Green coefficient ( $C_x$ ); kexponent of the negative binomial distribution ( $k$ ) and Taylor's power law. The theoretical distribution of frequencies Poisson, negative binomial and positive binomial were calculated, but most of values of the frequency classes observed in the field to the classes of expected frequencies were the aggregate. The distribution pattern was observed in most samples was added and the negative binomial distribution model that best to adapted the distribution of green leafhopper adults in the culture of physic nut.

Keyword: Dispersion indexes. Negative binomial distribution. *Jatropha curcas*. Green leafhopper.

## INTRODUÇÃO GERAL

Os biocombustíveis estão, atualmente, sendo considerados uma excelente alternativa para fazer parte de uma nova matriz energética, por ser energia renovável e limpa, isto é, com pouca emissão de poluentes que contribuem para o aquecimento global. O biodiesel tornou-se um segmento crescente no Brasil, principalmente em função da lei federal 11.097 de 13/01/2005 prevê a obrigatoriedade de se misturar 2% de biodiesel ao diesel mineral. Porém, em 2009 novas resoluções autorizaram a utilização da mistura de 5% de biodiesel adicionado ao diesel de petróleo a partir de janeiro de 2010 (Possas 2011).

Comparado ao óleo diesel derivado de petróleo, o biodiesel pode reduzir em 78% as emissões de gás carbônico, considerando-se a reabsorção pelas plantas. Além disso, reduz em 90% as emissões de fumaça e praticamente elimina as emissões de óxido de enxofre (Holanda 2004).

Várias espécies vegetais presentes no Brasil podem ser utilizadas na produção do biodiesel, dentre elas a soja, dendê, girassol, babaçu, amendoim, mamona e o pinhão-manso (Gusmão 2010). Entre estas espécies, destaca-se o pinhão-manso que tem ocupado lugar de destaque como planta energética para a produção de biodiesel, visando substituição de combustíveis fósseis (Roscoe e Silva, 2008). Nos estados onde foram localizados plantios, foi possível estimar as áreas plantadas com total de 41.100 hectares (Conab 2011). O pinhão-manso apresenta-se como uma alternativa de relevante importância econômica e social, podendo ser explorada em pequenas propriedades com a utilização da força da agricultura familiar, gerando renda aos pequenos produtores (Possas 2011).

O pinhão-manso é uma espécie monoica, caducifolia e arbustiva da família das Euphorbiaceae. Sendo perene, com crescimento rápido, podendo chegar até 5 metros de altura. Os frutos são do tipo cápsula ovoide, com 1,5 a 3,0 cm de diâmetro, contendo três sementes, sendo uma semente por lóculo, com teor de óleo entre 25 a 40% (Arruda *et al.* 2004).

Apesar de ser bastante recente no Brasil, esta planta apresenta elevada suscetibilidade a pragas (Durães e Laviola 2009), sendo que o ataque de pragas é um importante problema a ser destacado, pois estas provocam danos à cultura e causam sérios prejuízos aos produtores. Um inseto que tem sido destacado com frequência é a cigarrinha-verde, *Empoasca kraemerique* tem sido observada em algumas regiões produtoras de pinhão-manso e relatada como inseto praga dessa cultura (Oliveira *et al.* 2010; Costa *et al.* 2011).

Um programa adequado de controle de pragas deve visar a redução da população da praga para que atinja o nível em que os insetos não consigam causar dano econômico à cultura, ou seja, um dano maior que o custo de controle. Esse programa de controle deve, ainda, se basear em medidas de controle eficientes e sem uso indiscriminado de defensivos agrícolas que causam aumento dos desequilíbrios ambientais(Herrera 2010). Neste sentido, o MIP (Manejo Integrado de Pragas) é a melhor ferramenta que a agricultura dispõe para o controle de pragas, sendo que o processo de amostragem é fundamental para fazer o levantamento dos dados, sendo utilizado para se inferir sobre a forma de distribuição da população amostrada ou sobre as características da distribuição.

A determinação do tipo de distribuição espacial é fundamental para estabelecer os critérios para o levantamento de uma população de insetos e futuramente preparar um plano de amostragem(Fernandes *et al.* 2003), pois, conforme o tipo de arranjo espacial do inseto na área a ser avaliada, são necessários diferentes métodos de amostragem, variando o número de unidades amostrais e o tamanho da amostra a ser utilizada. Para a descrição dos padrões de distribuição de uma população utilizam-se os índices de agregação e as distribuições de frequências. A distribuição espacial dos indivíduos das populações de pragas pode assumir o tipo agregado, uniforme ou aleatório. Essas distribuições são descritas pela distribuição binomial negativa, distribuição de Poisson, distribuição binomial positiva e respectivamente estas distribuições baseiam-se na relação entre a média e variância dos dados obtidos em diferentes amostragens(Elliot 1979).

Os índices de agregação mais comuns: razão média/variância ( $I$ ), índice de Morisita ( $I_{\delta}$ ), coeficiente de Green ( $Cx$ ), expoente  $k$  da binomial negativa ( $k$ ) e lei da potência de Taylor, apesar de não descreverem matematicamente a distribuição da população estudada (Elliot *et al.* 1990), fornecem uma ideia bastante aproximada dessa realidade quando diferentes índices fornecem resultados similares (Myers 1978). A confirmação do tipo de distribuição ocorre apenas com o conhecimento das distribuições de frequência dos números de indivíduos da praga estudada em uma determinada cultura (Barbosa 1992). O conhecimento das distribuições de probabilidades que descrevem as disposições espaciais de insetos pragas, que são obtidas a partir dos dados de contagens, é importante para decidir com segurança sobre o padrão do arranjo espacial da população em um habitat definido.

Considerando-se conhecer os padrões de arranjo espacial de uma espécie é importante para conhecer a ecologia da espécie, selecionar os métodos para a sua amostragem e, conseqüentemente, otimizar o processo de manejo integrado de pragas agrícolas, objetivou-se

com este trabalho estudar a distribuição espacial da cigarrinha verde *E.kraemeri* na cultura do pinhão-manso em Dourados, Mato Grosso do Sul.

## CAPITULO I

### Revisão Bibliográfica

#### 1. Origem e nomes comuns de *Jatropha curcas* L.

O pinhão-manso tem centro de origem indeterminado, porém, a maioria dos relatos e estudos, cita a América do Sul e a América Central como centros de origem prováveis, sendo encontrada de forma espontânea em quase todas as regiões intertropicais, ocorrendo em maior escala nas regiões tropicais e em número bastante reduzido nas regiões temperadas (Saturnino *et al.* 2006).

Popularmente *J. curcas* é conhecido como: pinhão-manso, pinhão paraguaio, pinhão-de-cerca, purgante de cavalo, mandiguaçu, fogo do inferno (Brasil), physycnut, purgingnut (inglês), pourghère (França), pinoncillo (México), tempate (América Central), Kadan (Nepal), sabudam (Tailândia) e purguera (Portugal) (Nunes 2007).

#### 2. Botânica *Jatropha curcas* L.

É arbusto de crescimento rápido, caducifólio, cuja altura é de 2 a 3 metros, mas pode alcançar até 5 metros. O diâmetro do tronco é de aproximadamente 20 cm; possui raízes curtas e pouco ramificadas, caule liso de lenho pouco resistente e medula desenvolvida; floema com longos canais que se estendem até as raízes, onde circula o látex, bastante cáustico. O tronco é dividido desde a base, em compridos ramos, com numerosas cicatrizes produzidas pela queda das folhas na estação seca, as quais ressurgem logo após as primeiras chuvas (Saturnino *et al.* 2005; Dias *et al.* 2007).

As folhas do pinhão-manso são verdes, esparsas e brilhantes, largas e alternas, em forma de palma, com três a cinco lóbulos, pecioladas, com nervuras esbranquiçadas e salientes na face inferior. Planta monoica, com flores de sexo separado; flores masculinas, em maior número, nas extremidades das ramificações e as femininas na base delas (Arruda *et al.* 2004; Saturnino *et al.* 2005; Dias *et al.* 2007). Cada inflorescência do pinhão-manso se transforma em um cacho com dez ou mais frutos e quando esses frutos atingem a maturidade fisiológica, podem ser colhidos. O fruto é capsular ovoide, com diâmetro de 1,5 a 3,0 cm. É trilobular, formado por um pericarpo com casca dura e lenhosa, indeiscente, geralmente com uma semente por cavidade. A maturação não é uniforme, observam-se, em um mesmo cacho,

frutos verdes, amarelos e quando maduros castanhos a pretos. Em função da não uniformidade da maturação dos frutos, a colheita é realizada em duas ou três etapas, normalmente de forma manual. No geral, 53 a 62% do peso do fruto é composto por sementes e 38 a 47% pela casca. O peso dos frutos varia de 1,5 a 3,0 gramas (Arruda *et al.* 2004; Saturnino *et al.* 2005; Dias *et al.* 2007). A semente é relativamente grande. Quando seca mede entre 1,5 e 2,0 cm de comprimento e 1,0 a 1,3 cm de largura e seu peso varia de 0,5 a 0,8 gramas. Em sua constituição apresenta, de fora para dentro, tegumento rígido e película branca cobrindo a amêndoa. A amêndoa contém o albúmen ou endosperma que é abundante, branco, oleaginoso (cerca de 38% de óleo) e o embrião, constituído de eixo embrionário e de dois largos cotilédones achatados e foliáceos (Arruda *et al.* 2004; Saturnino *et al.* 2005; Dias *et al.* 2007).

### **3. Aspectos climáticos de *Jatropha curcas* L.**

A planta se desenvolve com apenas 200 mm/ano de água, porém ela responde bem em regiões com elevadas precipitações, 1.200 mm/ano aproximadamente, particularmente com altas temperaturas, mas também resiste a baixas temperaturas e longos períodos de seca (Paulino 2009). Para Maes *et al.* (2009), o pinhão-manso se desenvolve bem em condições climáticas que ofereçam altas temperaturas com médias entre 19,3 e 27,2°C. Esta faixa de temperatura vem a corroborar com a faixa de temperatura ótima para o desenvolvimento da cultura, 18,0 a 28,5°C (Saturnino *et al.* 2005). A temperatura mínima para o desenvolvimento da cultura está em torno dos 10,5°C. Caso a planta seja cultivada nestas regiões, há condições de risco devido ao frio ou a seca causando diminuição na produtividade (Maes *et al.* 2009).

### **4. Aspectos agronômicos**

O preparo do solo para o plantio do pinhão manso é bastante simples, consistindo de uma aração seguida de uma gradagem. Recomenda-se evitar o uso da grade aradora pelo fato de que a mesma provoca a compactação do solo. O plantio deve ser realizado no início do período chuvoso. O pinhão manso é propagado através de sementes ou com mudas de estacas produzidas em sacos de polietileno. Alguns estudos indicam que as mudas provenientes de sementes apresentam maior vigor e longevidade, quando comparadas àquelas obtidas por estaquia. Considerando-se um espaçamento de 3,0m x 2,0m e utilizando-se três sementes/cova, gasta-se cerca de 4,0 kg por hectare. O consórcio é permitido com outras culturas dentre elas o milho e o feijão macassar.

Solos de baixa fertilidade devem ser corrigidos com o uso de adubos químicos e/ou orgânicos. Inexistem trabalhos que indiquem o nível ideal de adubo para a cultura do pinhão manso. Entretanto, recomenda-se a análise de solo e usar como referência as recomendações preconizadas para a cultura da mamona. As capinas poderão ser realizadas, preferencialmente, através de enxada ou cultivador puxado a trator ou animal. O número de capinas é variável e irá depender da infestação de ervas daninhas, que pode ser influenciada pela precipitação ocorrida. A colheita deve ser iniciada quando da maturação dos primeiros frutos, a qual é bastante desuniforme, o que implica num grande número de colheitas manuais, provocando um aumento considerável no custo de produção. Após colhidos, os frutos devem ser espalhados e colocados ao sol para completar a secagem. Posteriormente, realizar o beneficiamento manual (batendo-se os frutos) ou usando-se máquinas apropriadas. Nesse caso, há necessidade de se fazer a separação entre as cascas e as sementes. As sementes devem ser armazenadas em sacos e colocadas preferencialmente sobre estrados de madeira, em locais cobertos, arejados e livres de umidade. Deve-se ter o cuidado de não se armazenar as sementes com elevado teor de umidade. (OLIVEIRA *et al* 2009).

##### **5. Importância socioeconômica e ambiental de *Jatropha curcas* L.**

As vantagens do pinhão-manso como fonte do biodiesel são: Tecnologia da produção do combustível é muito simples sendo realizados pelos processos de transesterificação e esterificação; conteúdo elevado do óleo nas sementes comparativamente a outras espécies com potencial para biodiesel; adapta-se a várias condições devido à dormência de suas sementes; pode se desenvolver em regiões semi-áridas e áridas; o período para o início da produção é curto (início no primeiro ano); possui múltiplos usos: os resíduos da produção do biodiesel podem ser usados como fertilizantes orgânicos e os restos dos frutos depois da remoção das sementes podem substituir a lenha como combustível para cozinhar ou fazendo briquetes, preservando desse modo, as árvores. Além disso, o óleo residual da torta, quando diluído em água pode se constituir em um biopesticida para pomares e jardins. O aumento das plantações de pinhão-manso, a sua manutenção, a colheita de sementes, o seu transporte, o armazenamento e a extração de óleo geram postos de trabalho para agricultores familiares (Dange *et al.* 2006; Sharma 2006).

## 6. Pragas

Quanto a infestação por pragas, foram observadas a ocorrência de cigarrinha-verde *Empoasca* sp (Hemiptera: Cicadellidae), percevejo *Pachycoris torridus* Scopoli, 1772 (Hemiptera: Scutelleridae), ácaro-branco *Polyphagotarsonemus latus* Banks, 1904 (Acari: Tarsonemidae), ácaro-vermelho *Tetranychus* sp (Acari: Tetranychidae), tripes *Selenothrips rubrocinctus* (Giard., 1901) (Thysanoptera: Thripidae) (Saturnino *et al.* 2005; Siqueira e Gabriel2008).

Arruda *et al.* (2004) relatam poucos insetos que atacam o pinhão-manso sendo um dos prováveis motivos para essa pouca incidência de pragas a exudação de látex cáustico que a planta apresenta como defesa quando ocorre algum ferimento em seus tecidos. Estudos realizados por (Silva *et al.* 2008) e (Oliveira *et al.* 2010) demonstram o potencial de danos causados por alguns artrópodes na cultura. Conforme (Oliveira *et al.* 2010) a medida que aumentam as áreas de plantio de pinhão-manso no Brasil crescem os relatos de problemas ocasionados pelos insetos nesta cultura.

### 6.1. *Empoasca kraemer* L.

Um dos principais grupos de insetos pragas dessa cultura são os Cicadellidae, principalmente o gênero *Empoasca* sp. (Hemiptera: Cicadellidae), conhecidas popularmente como cigarrinhas verdes (Oliveira *et al.* 2010). As cigarrinhas verdes possuem desenvolvimento hemimetábolo e aparelho bucal do tipo picador-sugador. Os indivíduos desse gênero têm cor verde e medem cerca de 2 - 4 mm de comprimento, são muito rápidos e vivem aproximadamente 60 dias, sendo atraídas por superfícies amarelas. As fêmeas ovipositam endofiticamente 60 ovos em média ao longo das nervuras das folhas, dando preferência a nervura central. Ninfas eclodem com oito a dez dias após a oviposição, e tem cinco fases de desenvolvimento que são completadas entre oito e quinze dias, possuem coloração verde semelhante aos adultos e têm o hábito de se deslocar lateralmente (Gallo *et al.* 2002; Quintela 2004). Este inseto é considerado praga importante também nas culturas do amendoim, batata, feijão, lentilha, mamão e mamona (Gallo *et al.* 2002).

Os principais sintomas do ataque dessa praga observados nas plantas são amarelecimento e encarquilhamento das folhas de toda planta. Esses insetos também causam o abortamento de flores como consequência da ação da sucção da seiva da planta atacada (Oliveira *et al.* 2010; Saturnino *et al.* 2005). Quando ocorre ataque intenso de cigarrinhas, as folhas passam de amarelas a necrosadas, começando pelas bordas e evoluindo até o centro (Dias *et al.* 2007). As plantas de pinhão-manso atacadas severamente pela praga podem ter

sua produção seriamente comprometida, podendo apresentar perdas superiores a 60% (Quintela 2004).

## **7. Distribuição espacial**

A maioria dos insetos não se distribui ao acaso no habitat, tendo em vista que poucos ambientes são homogêneos e que os fatores etológicos que determinam a sua distribuição são específicos. A tendência geral é a distribuição agregada da população nos ambientes naturais (Southwood 1978).

A determinação do padrão de distribuição espacial somente é possível através da análise matemática de dados de contagem de indivíduos ou grupos de indivíduos. Várias probabilidades de distribuições têm se demonstrado útil em descrever essas distribuições da população (Younge Young 1998). Também são utilizados vários índices de agregação para estudar o modelo de distribuição dos insetos no espaço, cuja aplicação é imprescindível em estudos ecológicos ou métodos de amostragem, porém cada uma apresenta suas limitações (Green 1966).

O conhecimento da distribuição dos 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 e Hoyt 1983). Três tipos básicos de distribuição descrevem os arranjos espaciais ocupados pelos organismos na natureza: distribuição ao acaso ou aleatória, quando a distribuição dos organismos ocorre de maneira inteiramente casualizada (segundo modelo probabilístico de Poisson, onde a variância e a média são iguais (Taylor 1984). Essa distribuição teórica tem como hipótese que todos os indivíduos tenham a mesma probabilidade de ocupar um lugar qualquer no espaço e que a presença de um indivíduo não afeta a presença de outro (Southwood 1978); agregada ou contagiosa, quando os organismos tendem a se reunir em grupos (seguem modelo probabilístico binomial negativo, caracterizado por apresentar a variância maior que a média). Essa distribuição tem como hipótese que a presença de um indivíduo aumente a probabilidade de ocorrência de indivíduos nas plantas vizinhas; e regular ou uniforme, quando os organismos estão uniformemente distribuídos em uma população (segue um modelo probabilístico binomial positiva, onde a variância é menor que a média (Barbosa e Percin 1982).

De acordo com Green (1966) e Taylor (1984), um índice desejável deve possuir alguns atributos, tais como: devem resultar valores reais e contínuos para todo grau de agregação;

deve ser pouco influenciado pelo número de unidades amostrais, pelo tamanho da unidade ou pelo número total de indivíduos; deve ser fácil de calcular e deve ter uma interpretação biológica. Para Rabinovich (1980) não há um índice perfeito que satisfaça todas as condições desejáveis. Para se escolher um índice mais adequado é necessário ter algum conhecimento sobre a distribuição espacial dos insetos e uma ideia da variabilidade das áreas a comparar.

A distribuição espacial dos insetos depende da unidade amostral, do comportamento da espécie e do tipo de avaliação que é feito (Barbosa1992). Alguns fatores como mudança climática, alimento disponível, ação de inimigos naturais e aplicação de inseticidas podem interferir, ao menos por um determinado período, no padrão de distribuição espacial da espécie, ou às vezes, interferir somente na densidade populacional das pragas (Young eYoung 1998).

A seguir, são apresentados os principais índices utilizados para medir o grau de agregação de insetos.

### 7.1. Índices de dispersão

**Razão variância/média ( $I$ )-** É a relação entre a variância e a média ( $I = S^2/m$ ). De acordo com Rabinovich (1980), esse índice serve para medir o desvio de um arranjo das condições de aleatoriedade, cujo afastamento da aleatoriedade pode ser testado através do teste de qui-quadrado com N-1 graus de liberdade (Elliot1979). As limitações desse índice residem na influência do tamanho da unidade amostral sobre a quantidade de indivíduos observados, sendo extremamente afetado nas disposições agregadas (Southwood1971).

Esse índice é estimado através da seguinte fórmula:

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

onde,

$S^2$ = variância amostral;

$\hat{m}$ = média amostral.

Neste índice, como critério de distribuição espacial, tem se:

$I = 1$  – Distribuição aleatória ou ao acaso

$I > 1$  – Distribuição agregada

$I < 1$  – Distribuição regular ou uniforme

O teste de afastamento da aleatoriedade foi obtido por:

$$X^2 = I \cdot (N-1)$$

Com  $(N-1)$  graus de liberdade, compara-se o valor do qui-quadrado calculado ( $X^2$ ) com o qui-quadrado tabelado ( $\chi^2$ ) e não se rejeita a aleatoriedade ( $I=1$ ) se:

$$\chi^2_{(N-1 \text{ gl}; \alpha=0,01)} > X^2 > \chi^2_{(N-1 \text{ gl}; \alpha=0,05)}$$

onde,

$I$  = valor da razão variância/média;

$N$  = tamanho da amostra;

$\chi^2$  = valor da estatística Qui-quadrado calculado

**Índice de Morisita ( $I_\delta$ )** - Morisita (1962) desenvolveu este índice com o objetivo de apresentar um índice independente do tamanho da unidade amostral. Porém esse índice é rigorosamente influenciado pelo tamanho da amostra, portanto, para uma utilização segura, é necessário que as amostras a serem utilizadas no estudo de distribuição espacial tenham o mesmo tamanho.

Esse índice é estimado através da seguinte fórmula:

$$I_\delta = N \frac{(\sum_{i=1}^N x_i^2 - \sum_{i=1}^N x_i)}{(\sum_{i=1}^N x_i)^2 - \sum_{i=1}^N x_i}$$

onde,

$N$  = tamanho da amostra;

$\chi_i$  = número de cigarrinhas na  $i$ -ésima unidade amostral.

Neste índice, como critério de distribuição espacial:

$I_\delta = 1$  – Distribuição aleatória ou ao acaso

$I_\delta > 1$  – Distribuição agregada

$I_\delta < 1$  – Distribuição regular ou uniforme.

O afastamento da aleatoriedade pode ser testado por:

$$X_{\delta}^2 = I_{\delta} \left( \sum_{i=1}^N x_i - 1 \right) + N - \sum_{i=1}^N x_i$$

onde,

$I_{\delta}$  = valor do índice de Morisita;

$N$  = tamanho da amostra;

$x_i$  = número de insetos na  $i$ -ésima unidade amostral.

A aleatoriedade da distribuição é rejeitada quando:

$$X^2 > \chi^2(N - 1, \alpha=1\%; 5\%)$$

**Coefficiente de Green ( $C_x$ )**-Este índice é aceitável para comparações entre as distribuições contagiosas, variando de 0 para distribuição aleatória a 1 para o máximo contágio (Green 1966).

Baseia-se na razão variância/media da distribuição e é dado por:

$$C_x = \frac{(s^2 / m) - 1}{\sum_{i=1}^n x_i - 1}$$

onde:

$s^2$  = variância amostral

$m$  = media amostral

$x_i$  = número de cigarrinhas na unidade amostral  $i$

$\sum x$  = somatório do número de indivíduos nas amostras

Neste índice, com critério de distribuição espacial:

$C_x = 0$  – Distribuição aleatória ou ao acaso

$C_x > 0$  – Distribuição agregada

$C_x < 0$  – Distribuição regular ou uniforme

**Expoente  $k$  da binomial negativa ( $k$ )**-É um bom índice de dispersão quando o tamanho e os números de unidades amostrais por amostra são os mesmos, pois esse índice é frequentemente

influenciado pelo tamanho das unidades amostrais. Esse parâmetro é uma medida inversa do grau de agregação e valores negativos indicam uma distribuição regular ou uniforme. Valores positivos próximos de 0 indicam disposição agregada e valores superiores a 8 indicam uma disposição ao acaso (Pielou 1977; Southwood 1978; Elliot 1979). O valor de  $k$  é obtido pelo método dos momentos, segundo indicado por (Anscombe 1949):

$$k = \frac{m^2}{(s^2 - m)}$$

onde:

$m$  = média amostral;

$S^2$  = variância amostral.

Neste índice, como critério de distribuição espacial tem-se:

$k$  de 0 a 8 – Distribuição agregada;

$k > 8$  – Distribuição aleatória ou acaso;

$k < 0$  – Distribuição regular ou uniforme.

**Lei da Potência de Taylor**-O modelo de Taylor descreve a relação existente entre a média ( $m$ ) e a variância ( $S^2$ ) e fornecem as estimativas do padrão de agregação do inseto (Taylor 1961). O coeficiente  $a$  é conhecido com fator de amostragem, sendo afetado, principalmente pelo tamanho da amostra, e o coeficiente  $b$  é conhecido como índice de agregação, sendo característico e constante para cada espécie. Esse índice estimado através da seguinte fórmula:

$$S^2 = am^b$$

onde:

$a$  = é o fator de amostragem

$m$  = média amostral

$b$  = é o índice de dispersão.

Os parâmetros  $a$  e  $b$  da lei da potência de Taylor são estimados através da análise de regressão linear do logaritmo da variância em função do logaritmo da média, após transformação logarítmica ( $\log_{10}$ ). Seguindo a seguinte fórmula:

$$\text{Log } S^2 = \log a + b \log m$$

onde,

$m$  = média amostral

$S^2$  = variância amostral;

$a$  = interseção com o eixo dos  $yy'$

$b$  = declive da reta de regressão.

Para verificar se  $b$  é significativo, utilizou-se o teste  $t$ -Student, dado pela Equação:

$$\text{Teste } b=1: t=(b-1)/EP_b$$

onde:

$b$  = parâmetro da lei de potência de Taylor

$EP_b$  = erro padrão de  $b$

O teste é aplicado em nível de significância de 1 e 5% de probabilidade com (N-2) graus de liberdade.

Neste índice, como critério de distribuição espacial tem-se:

$b > 1$  distribuição espacial agregada

$b = 1$  distribuição aleatória

$b < 1$  distribuição uniforme

Pesquisas determinando o padrão de distribuição espacial de insetos em cultivos agrícolas são realizadas, por exemplo, com: lepidópteros, afídeos, cicadélídeos e pisilídeos em milho, videira e em citros utilizaram o índice dalei de potência de Taylor, o coeficiente de Green ( $Cx$ ) o índice Morisita ( $I\delta$ ), razão variância/média ( $I$ ), o expoente  $k$  obtido pela binomial negativa (Farias *et al.* 2001(a); Farias *et al.* 2001(b); Maruyama *et al.* 2006; Toledo *et al.* 2006; Costa *et al.* 2010; Rodrigues *et al.* 2012; Souza *et al.* 2013).

## 7.2. Modelos probabilísticos para estudo da distribuição especial das pragas

As distribuições de probabilidades utilizadas para determinação do padrão de distribuição espacial de uma espécie em um determinado habitat podem ser testadas através os ajustes das frequências observadas em campo com as frequências esperadas das distribuições Poisson, Binomial Positiva e Binomial Negativa, conforme descrito por (Younge Young 1998).

**Distribuição de Poisson** - Caracteriza-se por ter a variância igual à média ( $S^2 = m$ ). Essa distribuição teórica é a que melhor descreve a disposição aleatória ou ao acaso, e tem como hipótese que todos os indivíduos têm a mesma probabilidade de ocupar um lugar qualquer no espaço e que a presença de um indivíduo em um local não afeta a presença de outro em um local próximo aquele (Green1966).

As probabilidades dessa distribuição são calculadas pelas fórmulas:

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

e

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

onde,

$x$  = classes 1,2,3...

$e$  = base do logaritmo neperiano ( $e = 2,718282...$ )

$P(x)$  = probabilidade de encontrar  $x$  indivíduos na amostra

$m$  = média amostral

**Distribuição Binomial Positiva** - Caracteriza-se por ter a variância menor do que a média ( $S^2 < m$ ). Este é o modelo probabilístico que melhor representa a distribuição regular ou uniforme (Southwood1978; Elliot 1979; Taylor1984).

As probabilidades dessa distribuição são calculadas pelas fórmulas:

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

onde,

$k$  = tamanho da unidade amostral (um número inteiro e positivo)

$x$  = número de vezes que o evento ocorre

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

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

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

$$p = \frac{m}{k} \text{ e } q = 1-p$$

onde,

$$x = 1, 2, 3, \dots, k,$$

$m$  = média amostral

$p$  = probabilidade da planta ser atacada pela praga

$q$  = probabilidade da planta não ser atacada pela praga

$k$  = número de unidades amostrais

**Distribuição Binomial Negativa**—Esta distribuição caracteriza-se por ter a variância maior que a média ( $S^2 > m$ ), significando uma agregação dos indivíduos. Este modelo é uma contraparte da binomial positiva devido a expansão do binômio  $(q-p)^k$  (Taylor 1984).

Segundo Southwood (1978), a distribuição binomial negativa caracteriza-se por dois parâmetros: a média e o expoente  $k$ , o qual é considerado como uma medida ou índice de agregação. Quando o valor de  $k$  é muito alto a distribuição aproxima-se da série de Poisson. Quando o valor de  $k$  tende para 0, essa distribuição tende para a série logarítmica.

As probabilidades dessa distribuição são calculadas pelas fórmulas recorrentes dadas por:

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

e

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

onde,

$$x = 1, 2, 3, \dots$$

$k$  = expoente  $k$  da binomial negativa

$m$  = média amostral

### 7.3. Frequências esperadas

Depois de obtidas as probabilidades para as classes encontradas da população estudada, deve-se determinar as frequências esperadas pela distribuição, multiplicando-se as probabilidades pelo tamanho da amostra, calculadas pela fórmula abaixo:

$$FE(x) = N.P(x)$$

onde,

$FE(x)$  = frequência esperada na classe

$N$  = tamanho da amostra

$P(x)$  = probabilidade da classe  $x$

#### 7.4. Teste de ajuste das distribuições teóricas de frequências

Para os dados de cada amostragem são testados os ajustes da distribuição de Poisson, que tem como hipótese que todos os indivíduos têm a mesma probabilidade de ocupar um lugar qualquer no espaço e que a presença de um indivíduo não afeta a presença de outro e da distribuição binomial negativa, em que a ocorrência de um indivíduo aumenta a probabilidade de ocorrência de indivíduos nas plantas vizinhas (Barbosa e Percin 1982). O ajuste das distribuições de frequências é verificado através do teste qui-quadrado de aderência, que consiste em comparar as frequências observadas com as frequências esperadas através da seguinte fórmula:

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

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, deve ser fixada uma frequência esperada mínima igual a 1. Assim, somam-se as frequências necessárias para que a menor delas tenha valor igual ou maior que a unidade. O teste utiliza como critério rejeitar o ajuste da distribuição estudada aos níveis de 5% e 1% de probabilidade se:

$$X^2 \geq \chi^2 (nc - np - 1 \text{ gl.}; \alpha = 5 \text{ e } 1\%)$$

onde,

$X^2$  = qui-quadrado calculado

$\chi^2$  = qui-quadrado tabelado

$nc$  = número de classes da distribuição de frequências

$np$  = número de parâmetros estimados na amostra

### **Objetivo Geral**

O objetivo do trabalho é conhecer os padrões da distribuição espacial de *Empoaskakraemeri* na cultura do pinhão-manso.

### **Hipóteses**

H<sub>0</sub>: A distribuição espacial da cigarrinha verde é aleatória.

H<sub>1</sub>: A distribuição espacial de cigarrinha verde é agregada.

## Referências

- ANSCOMBE, F. J. 1949. The statistical analysis of insects counts based on the negative binomial distribution. *Biometrics* (5): 165-173.
- ARRUDA, F. P.; BELTRÃO, N. E. M.; ANDRADE, A. P.; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L.S. 2004. Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semiárido nordestino. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras* 8 (1): 789-799.
- BARBOSA, J.C. 1992. A amostragem sequencial, In: FERNANDES, O.A.; CORREIA, A.C.B.; de BORTOLI, S.A. (ed.), Manejo integrado de pragas e nematóides. Jaboticabal: FUNEP, 205-211p.
- BARBOSA, J. C.; PERECIN, D. 1982. Modelos probabilísticos para distribuições de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797), na cultura do milho. *Científica* 10 (2):181-191.
- CONAB. Produção brasileira de grãos. Disponível em: <[www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br)> Acesso em: 10 de setembro 2011.
- COSTA, M.G.; BARBOSA, J.C.; YAMAMOTO, P. T.; LEAL, R.M. 2010. Spatial distribution of *Diaphorinacitri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) in citrus orchards. *Scientia Agricola* 67 (5): 546-554.
- COSTA, J.N.M.; PEREIRA, F. da S.; ROCHA, R.B.; SANTOS A.R.; TEIXEIRA, C.A.D. 2011. Ocorrência e monitoramento de cigarrinha-verde *Empoasca* sp. (Hemiptera: Cicadellidae) em pinhão-manso no município de Porto Velho, Rondônia. Circular técnica 118. Rondônia: Embrapa Rondônia, 58p.
- CROFT, B. A.; HOYT, S. C. 1983. Integrated management of insect pest of pome and stone fruit. New York. Wiley Interscience. 454p.

DANGE, V.; SUTHAR, D.; REDDY, P. S. 2006. Biodiesel through *Jatropha curcas*: a critical analysis. In: SINGH, B.; SWAMINATHAN, R.; PONRAJ, V. (Eds.), Biodiesel Conference Towards Energy Independence. Focus on *Jatropha*, India, 9(10): 31-36.

DIAS, L. A. S.; LEME, L. P.; LAVIOLA, B. G.; PALLINI, A.; PEREIRA, O. L.; DIAS, D. C. F. S.; CARVALHO, M.; MANFIO, C. E.; SANTOS, A. S.; SOUSA, L. C. A.; OLIVEIRA, T. S.; PRETTI, L. A. 2007. Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) para produção de óleo combustível. Viçosa: UFV. 40p.

DURÃES, F. O.; LAVIOLA, B. G. Pinhão Manso: Matéria-prima potencial para a produção de biodiesel no Brasil. Embrapa Agroenergia, Brasília, 07 dez. 2009. Disponível em: [http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2009/ADM-1%20Pinhao- manso%20-%20matéria-prima%20potencial%20para%20produção%20de%20biodiesel%20no%20 Brasil.doc](http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2009/ADM-1%20Pinhao-manso%20-%20matéria-prima%20potencial%20para%20produção%20de%20biodiesel%20no%20Brasil.doc). Acesso em: 14 de outubro de 2013.

ELLIOT, J. M. 1979. Some methods for the statistical analysis of sample of benthic invertebrates. Occasional Publication. Freshwater Biological Association, Ambleside, 148p.

ELLIOTT, N. C.; KIECKHEFER, R. W.; WALGENBACH, D. D. 1990. Binomial sequential sampling methods for cereal aphids in small grains. *Journal Economic Entomology* (83): 1381 – 1387.

FARIAS, P.R.S.; BARBOSA, J.C.; BUSOLI, A.C. 2001a. Amostragem sequencial com base na lei de Taylor para levantamento de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho. *Scientia Agricola* 58 (2): 395-399.

FARIAS, P.R.S.; BARBOSA J.C.; BUSOLI, A.C. 2001b. Distribuição Espacial da Lagarta-do-Cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), na Cultura do Milho. *Neotropical Entomology* 30 (4): 681- 689.

FERNANDES, M. G.; BUSOLI, A. C.; BARBOSA, J.C. 2003 Distribuição espacial de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera, Noctuidae) em algodoeiro. *Neotropical Entomology* 32 (1): 107-115.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R. P.; ZUCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIN, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. 2002. Entomologia agrícola. 10 ed. Piracicaba: FEALQ, 920p.

GREEN, R. H. 1966. Measurement of nom: randomness in spatial distributions. Researches on Populations Ecology 8 (1): 1-7.

GUSMÃO, C. A. G. 2010. Desempenho do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) de segundo ano submetido a diferentes doses e relações NPK. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-graduação em Produção vegetal no Semiárido, Unimontes, Universidade Estadual de Montes Claros – Unimontes, 81p.

HERRERA, J. M. 2010. Primera experiencia a nivel mundial del manejo Integrado de Plagas: el casa del algodonoero en el Perú. Revista Peruana de Entomologia 46 (1): 1-8.

HOLANDA, A. 2004. Biodiesel e inclusão social. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 200p.

MAES, W. H.; TRABUCCO, A.; ACHTEN, W. M. J.; MUYS, B. 2009. Climatic growing conditions of *Jatropha curcas* L. Aberdeen, Biomass and Bioenergy, Aberdeen, (33):1481-1485.

MARUYAMA, W. I; BARBOSA, J.C; TOSCANO, L.C. 2006. Distribuição Espacial de *Oncometopia facialis* (Signoret) (Hemiptera: Cicadellidae) em Pomar Cítrico. Neotropical Entomology 35 (1): 93-100.

MYERS, J.H. 1978. Selecting a measure of dispersion. Environmental Entomology. (7): 619-621.

MORISITA, M. A. 1962. Measure of dispersion of individuals. Researches on population ecology(4):1-7.

NUNES, C.F. 2007. Caracterização de frutos, sementes e plântulas e cultivo de embriões de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). Dissertação,(Mestrado em fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras, Minas Gerais. 78p.

OLIVEIRA, H. N. de.; SILVA, C. J da.; ABOT, A. R.; ARAÚJO, D. I. 2010.Cigarrita verde em cultivos de *Jatropha curcas* nel Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. Bogotá (Colômbia). Revista Colombiana de Entomología 36 (1):52-53.

OLIVEIRA, I.S.; CAVALCANTE, F. S.; CARVALHO, E. X.; SOUZA, S. L.; SILVA, S. M. S.2009. Pinhão-manso (*Jatropha curcas*). Recife: IPA: Secretaria de Cultura e Reforma Agrária, folder.

PAULINO, J. 2009. Crescimento e qualidade de mudas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) produzidas em ambiente protegido. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 81p.

PIELOU, E.C. 1977. Mathematical ecology.2nd ed. New York: John Wiley & Sons.

POSSAS, J. M. C. 2011. Zoneamento agroclimático para a cultura do pinhão-manso (*Jathopra curcas* L.) no Estado de Pernambuco. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Tecnologia Rural, Recife, 76p.

QUINTELA, E. D. 2004. Manejo integrado dos insetos e outros invertebrados pragas do feijoeiro. Informe Agropecuário, 25 (223):113-136.

RABINOVICH, J. E. 1980. Introducción a la ecologia de poblaciones animales. México: Comp. Ed. Continental. 313p.

RODRIGUES, R.; PEREIRA, J.; MOURÃO, I.; BRITO, M.; GARRIDO, J. 2012. Elaboração de um plano de amostragem para cigarrinha-verde (Homoptera: cicadellidae) em vinha no vale do lima. Revista de ciências agrárias 35 (20):213-202.

ROSCOE, R.; SILVA, C. J. 2008. Pinhão-manso não faz milagres, mas é boa opção para o biodiesel. Agriannual p. 43-45.

SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONCALVES, N. P. 2005. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). Belo Horizonte: EPAMIG. Informe Agropecuário 229 (26): 44-78.

SATURNINO, H. M. et al. 2006. Implantação de unidades de validação de tecnologia pinhão-manso. Projeto de Pesquisa, Centro Tecnológico do Norte de Minas Gerais, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Nova Porteirinha. 5p.

SHARMA, N. 2006. The *Jatropha* experience: Andhra Pradesh. In: SINGH, B.; SWAMINATHAN, R.; PONRAJ, V. (Eds.). Biodiesel Conference Towards Energy Independence. India. Focus on *Jatropha* 9 (10): 9-15.

SIQUEIRA, D. A. de F.; GABRIEL, D. 2008. Aspectos fitossanitários na cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) para produção de biodiesel. *Biológico* 70 (2): 63-64.

SILVA, P.H.S.; CASTRO, M.J.P.; ARAUJO, E.C.A. 2008. Tripes (Insecta: tripidae) associados ao pinhão-manso no Estado do Piauí, Brasil. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas* (12): 125-127.

SOUTHWOOD, T.R.E. *Ecological methods*. 1978. 2nd ed. New York. John Wiley & Sons. 525p.

SOUTHWOOD, T.R.E. 1971. *Ecological methods*. London. Chapman and Hall. 391p.

SOUZA, L.A.; BARBOSA J.C.; GRIGOLL, J.F.J; FRAGA.; D.F; MALDONADO, W.; BUSOLI, A.C. 2013. Spatial Distribution of *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) in Soybean. *Neotropical entomology* (42): 412-418.

TAYLOR, L. R. Aggregation, variance and the mean. 1961. *Nature*, London, (189): 732-735.

TAYLOR, L.R. 1984. Assessing and interpreting the spatial distribution of insects populations. *Annual Review Entomology*(29): 231-57.

TOLEDO F.R. de.; BARBOSA J.C.; YAMAMOTO P.T. 2006. Distribuição espacial de *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Hemiptera: Aphididae) na cultura de citros. *Revista Brasileira de Fruticultura* 28 (2): 194-198.

YOUNG, L. J.; YOUNG, J. H. 1998. Statistical ecology: A population perspective. Boston, Kluwer Academic Publishers. 565p.

Trabalho formatado como artigo científico segundo as normas da **Revista Colombiana de Entomologia**

## Capítulo II

### Distribuição espacial de *Empoasca kraemeri* Ross e Moore, 1957 (Hemiptera: Cicadellidae) em pinhão-manso

#### Spatial distribution of *Empoasca kraemeri* (Hemiptera: Cicadellidae) in physic nut

#### Distribuição espacial de cigarrinha verde

Melissa Donadello Gava de Oliveira<sup>1</sup>, Marcos Gino Fernandes<sup>1</sup>, Harley Nonato de Oliveira<sup>2</sup>

**Resumo:** O objetivo desse trabalho foi conhecer o padrão de distribuição espacial de adultos de *Empoasca kraemeri* no município de Dourados-MS, Brasil. A área amostral consistiu de 3.000 m<sup>2</sup>, onde foram contabilizados os indivíduos adultos coletados em 100 unidades amostrais, sendo uma armadilha adesiva, com dimensões de 24,5 x 10 cm e de cor amarela, considerada uma unidade amostral. Quinzenalmente, no período de Novembro 2012 a Julho 2013, foram realizadas as amostragens que consistiam na retirada e substituição das armadilhas adesivas expostas em campo e contagem dos indivíduos coletados em cada armadilha. Foram realizados testes de ajustes das classes numéricas de indivíduos encontradas em campo às distribuições teóricas de frequências esperadas pela distribuição de Poisson e binomial negativa. A variância foi superior à média em todas as amostragens, com índice razão variância/média ( $I$ ) entre 1,1366 a 199,6496; o índice de Morisita entre 1,0681 e 3,75; coeficiente de Green entre 0,0001 e 0,0154; expoente  $k$  da distribuição binomial negativa variando de 0,0545 e 58,9198. O teste de qui-quadrado de ajuste à distribuição de Poisson foi não-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 foi 1,3807 ( $t = 3,0782$ ;  $R^2 = 0,8917$ ) mostrando que a praga se distribuiu de forma agregada no campo.

**Palavras chaves:** Distribuição binomial negativa. Índices de dispersão. Armadilhas adesivas.

**Abstract.**The objective of this study was to investigate the pattern of spatial distribution of adults of *Empoasca kraemerii* in the region of Dourados, MS, Brazil. The sample area consisted of 3,000 m<sup>2</sup> area, where adults collected at 100 samples units was recorded, with an adhesive trap with dimensions of 24.5 x 10 cm with yellow color, considered a sample unit. Fortnightly from November/2012 to July/2013, the samplings units was based on the removal and replacement were performed of field exposed sticky traps and counting of individuals collected in each trap were performed. Adjustment of numerical classes of individuals found in the theoretical field distributions expected frequencies by Poisson and negative binomial tests were performed. The variance was above average in all samples, with variance/mean ratio (I) between 1.1366 to 199.6496, the Morisita index between 1.0681 and 3.75, Green coefficient 0.0001 and 0.0154, k exponent of the negative binomial distribution between 0.0545 and 58.9198. The chi-square test showed Poisson distribution test was non-significant in only one sampling, while tests showed to negative binomial distribution weren't significant in six samplings. The b coefficient of Taylor's power law was 1.3807 (t = 3.0782, R<sup>2</sup> = 0.8917) showing that the pests was in aggregate form field.

**Keywords:** Negative binomial distribution. Dispersion index. Sticky traps.

---

1 Universidade Federal da Grande Dourados, Eng<sup>a</sup> Agr<sup>a</sup>, Discente de Mestrado em Entomologia, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, FCBA, UFGD. Rod. Dourados-Itahum, Km 12, CP 533, CEP: 79804-970, Dourados, MS. Brasil E-mail: meldonadello@yahoo.com.br (Autor para correspondência).

1 Universidade Federal da Grande Dourados, Ph.D., Faculdade Ciências Biológicas e Ambientais, FCBA/UFGD. Rod. Dourados-Itahum, Km 12, CP 533, CEP: 79804-970, Dourados, MS. Brasil. E-mail: marcosfernandes@ufgd.edu.br

2 Embrapa Agropecuária Oeste, Ph.D., Caixa Postal 449, CEP 79804-970 Dourados, MS, Brasil. E-mail: harley.oliveira@embrapa.br.

## Introdução

O pinhão-manso é uma espécie arbustiva da família Euphorbiaceae, perene e com crescimento rápido podendo chegar até 5 m de altura, monoica e caducifolia. Os frutos são do tipo cápsula ovoide, com 1,5 a 3,0 cm de diâmetro, contendo três sementes, sendo uma semente por lóculo, com teor de óleo entre 25 a 40 % (Arruda *et al.* 2004) e devido a esse potencial ocupa um lugar em destaque como alternativa na produção de biodiesel (Saturnino *et al.* 2005).

Quanto ao ataque por pragas, foram observadas em regiões produtoras a ocorrência de cigarrinha-verde *Empoasca* sp. (Hemiptera: Cicadellidae), percevejo *Pachycoristorridus* Scopoli, 1772 (Hemiptera: Scutelleridae), ácaro-branco *Polyphagotarsonemus latus* Banks, 1904 (Acari: Tarsonemidae), ácaro-vermelho *Tetranychus* sp. (Acari: Tetranychidae) e tripses *Selenothrips rubrocinctus* (Giard., 1901) (Thysanoptera: Thripidae) (Saturnino *et al.*, 2005; Siqueira e Gabriel 2008).

Um dos principais insetos que vem sendo relatado como importante praga nesta cultura é a cigarrinha-verde *Empoasca kraemeri* Ross e Moore, 1957 (Hemiptera: Cicadellidae). Esses insetos possuem coloração verde, medem cerca de 2 a 4 mm de comprimento, são muito ágeis e possuem uma longevidade média de 60 dias. Ao sugarem as plantas, os insetos injetam substâncias tóxicas presentes em sua saliva no sistema vascular das plantas, podendo causar fitotoxicidade (Gallo *et al.* 2002). Os indivíduos alojam-se nas faces ventrais das folhas que, como consequência, tornam-se ligeiramente recurvadas para dentro. Os principais sintomas observados nas plantas são amarelecimento, encarquilhamento e uma leve curvatura, para baixo, das folhas de toda planta. 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 praga, 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 Porto Velho (Rondônia) (Costa *et al.* 2011). No entanto, ainda não existem estudos sobre o comportamento desse inseto em *J. curcas*. Sendo assim, torna-se necessário realizar estudos que demonstrem a distribuição espacial de *E. kraemeri*, pois isso é fundamental para conhecer a etologia da espécie, aperfeiçoar os processos de amostragem, conseqüentemente,

preparar planos de amostragem realizando um manejo integrado eficiente minimizando o uso de inseticidas e utilizando produtos alternativos no controle.

Para se determinar o padrão de arranjo espacial de uma determinada espécie em um ecossistema é necessário que se tenham dados de contagem de indivíduos. A distribuição espacial pode ocorrer seguindo um padrão agregado, uniforme ou aleatório. Essas distribuições seguem o modelo da binomial negativa, binomial positiva e de Poisson, respectivamente (Young e Young 1998). Esta classificação baseia-se na relação entre a média e a variância dos dados obtidos em cada unidade amostral que compõe a amostra utilizada (Elliot 1979). 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, o presente trabalho objetivou determinar o padrão da distribuição espacial de adultos de *E. kraemeri* na cultura do pinhão-manso, para futuras confecções de planos de amostragem para essa praga e perspectivas de elaboração de programas de manejo.

## **Material e métodos**

O estudo foi conduzido no campo experimental da Embrapa CPAO, localizado no município de Dourados MS, Brasil cujas coordenadas são: 22°16'30"S e 54°49'00"W, com 408m 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 de 1.500mm e temperatura média anual de 22°C.

A área amostral consistiu de 3.000 m<sup>2</sup> em cultivo de pinhão-manso iniciado em Novembro de 2006 com plantas cultivadas no espaçamento 3 x 2 metros, com total de 500 plantas em 25 linhas de cultivo com 20 plantas por linha, sendo colocadas 4 armadilhas em cada linha. As plantas foram escolhidas ao acaso e as armadilhas eram sempre colocadas nas mesmas plantas que foram identificadas com número e data das respectivas amostragens. Cada unidade amostral consistiu de uma armadilha adesiva (Biotrap®) de cor amarela, com dimensão de 10 cm largura e 24,5 cm de comprimento, afixada nas plantas a um metro do solo. Não foram instaladas armadilhas nas plantas que compunham a bordadura da área amostral. Foram realizadas 16 amostragens nas respectivas datas: 22/11/2012, 05/12/2012,

17/12/2012, 02/01/2013, 17/01/2013, 31/01/2013, 18/02/2013, 06/03/2013, 21/03/2013, 03/04/2013, 17/04/2013, 03/05/2013, 17/05/2013, 31/05/2013, 14/06/2013 e 01/07/2013. A cada quinze dias as armadilhas eram retiradas e, em seguida, acondicionadas em sacos plásticos transparentes e então transportadas para o Laboratório de Entomologia da Embrapa onde eram armazenadas em câmara fria a 5°C até a contagem dos insetos. Durante o período de coleta dos dados, nenhuma pulverização foi realizada, somente tratamentos culturais como capina e adubação.

Para determinar os índices de dispersão, foi calculado a média, erro padrão e variância de cada amostragem através do programa Excel<sup>®</sup>. A partir destes dados foram calculados os seguintes índices de dispersão para cigarrinha-verde. A razão variância/média, também chamado de índice de dispersão ( $I = S^2/m$ ), é comumente usada para medir o desvio de um arranjo em condições aleatórias, em que  $I = 1$  indica uma distribuição espacial aleatória,  $I < 1$ , distribuição uniforme e  $I > 1$ , a distribuição agregada (Rabinovich 1980). Morisita (1962) desenvolveu o índice ( $I_\delta$ ) com o objetivo de apresentar um índice independente do tamanho da unidade amostral. Porém, esse índice é rigorosamente influenciado pelo tamanho da amostra, portanto, para uma utilização segura, é necessário que as amostras a serem utilizadas no estudo de distribuição espacial tenham o mesmo tamanho. Em uma distribuição aleatória,  $I_\delta = 1$  representa uma distribuição aleatória ou ao acaso;  $I_\delta > 1$  distribuição agregada;  $I_\delta < 1$  distribuição regular ou uniforme. O Expoente  $k$  da binomial negativa ( $k$ ) é parâmetro de medida inversa do grau de agregação, onde valores negativos indicam uma distribuição regular ou uniforme, valores positivos próximos de 0 indicam disposição agregada e valores superiores a 8 indicam uma disposição ao acaso (Pielou 1977; Southwood 1978 e Elliot 1979). O valor de  $k$  é obtido pelo método dos momentos (Anscombe 1949). O Coeficiente de Green ( $C_x$ ) é um índice para comparações entre as distribuições agregadas, variando de 0 para distribuição aleatória a 1 para o máximo contágio (Green 1966).  $C_x = 0$  indica uma distribuição aleatória ou ao acaso,  $C_x > 0$  distribuição agregada,  $C_x < 0$  distribuição regular ou uniforme. A Lei da Potência de Taylor é um índice onde a variância e a média tendem aumentar juntas, obedecendo a uma lei de potência expressa pela seguinte fórmula:  $S^2 = am^b$ . Fornece as estimativas do padrão de agregação do inseto (Taylor 1961). O coeficiente  $a$  é conhecido como fator de amostragem, sendo afetado, principalmente, pelo tamanho da amostra, e o coeficiente  $b$  é conhecido como índice de agregação, sendo característico e constante para cada espécie.

Em cada amostragem se realizou o estudo dos modelos probabilísticos para determinar com maior segurança a distribuição espacial da praga em questão. Para tanto, foi efetuado o ajuste das distribuições de frequências obtidas nas amostragens às seguintes distribuições teóricas de frequências. A Distribuição de Poisson representa a distribuição espacial aleatória de insetos e é caracterizado por apresentar a variância igual à média ( $S^2=m$ ) (Southwood 1978). A Distribuição binomial negativa representa a variância como maior do que a média ( $S^2 > m$ ) (Taylor 1984) indicando, portanto, uma distribuição espacial com padrão agregado. A Distribuição Binomial Positiva caracteriza-se por ter a variância menor do que a média ( $S^2 < m$ ) (Southwood 1978). É o modelo que melhor se ajusta às distribuições uniformes das populações de insetos. 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 probabilidades de cada classe e o número total de unidades amostrais utilizadas.

## Resultados

Nas avaliações para as amostragens dos adultos de *E. kraemeri*, todos valores obtidos da variância ( $S^2$ ) foram superiores a média ( $\bar{m}$ ), sendo praticamente todos os valores dos índices de dispersão razão variância/média ( $I$ ) resultante das avaliações maiores que a unidade. Esses resultados indicaram uma distribuição agregada da cigarrinha verde com nível de significância a 5% (Tab. 1). Apenas a 15ª amostragem (1,1366) resultou em valor do índice ( $I$ ) estatisticamente igual a unidade, indicando nesta amostragem, uma distribuição aleatória.

O índice de Morisita ( $I_{\delta}$ ) com um nível de significância a 5% também indicou que a distribuição foi agregada em praticamente todas as amostragens realizadas na área. Apenas na 15ª amostragem, o valor do índice (1,0168) foi estatisticamente igual a unidade, indicando uma distribuição aleatória.

O expoente  $k$  da binomial negativa apresentou arranjo espacial que tende à agregação, pois a maioria dos valores desse índice variaram de 0,0545 a 7,0861 (Tab.1). Os valores para o índice  $k$  resultaram em distribuição aleatórias amostragens 5ª (8,1619), 7ª (14,5181), 13ª (8,9526) e 15ª (58,9148) (Tab.1).

Os valores dos coeficientes de Green ( $C_x$ ), calculados para cada amostragem, mostraram que os valores encontrados em todas as amostragens foram maiores que zero, indicando que a população tinha uma distribuição realmente agregada (Tab. 1).

O valor do expoente  $b$  (1,3807) (Tab. 2) da lei da potência de Taylor, foi maior que a unidade, para os adultos de *E. kraemeri*, mostrando, a semelhança dos demais índices, a distribuição agregada para a população alvo desse estudo. O valor de coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi de 0,8917 (Tab.2).

Os testes de ajuste das classes numéricas de adultos de cigarrinha verde observados na cultura do pinhão-mansão mostraram que as frequências calculadas das classes teóricas da distribuição de Poisson (Tab.3) indicaram que os dados encontrados não obtiveram um bom ajuste ao padrão de distribuição aleatório. 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 15ª amostragem resultou em ajuste a esse tipo de distribuição (Tab. 3).

Os testes de ajuste das classes numéricas à distribuição binomial negativa (Tab.3), indicaram que as amostragens feitas apresentaram ajuste satisfatório à distribuição binomial negativa, pois ocorreu ajuste em seis amostragens (2ª, 4ª, 12ª, 13ª, 14ª e 15ª). Nas 7ª, 8ª e 9ª amostragens (Tab.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 foi possível afirmar que a distribuição espacial dos adultos de *E. kraemeri* é de forma agregada após terem sido realizados os cálculos dos índices de dispersão (Tab.1). 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). Assim, os indivíduos da população tendem a se reunir 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).

Os qui-quadrados da distribuição binomial negativa foram, geralmente, menores que os obtidos pela distribuição de Poisson. Isso indica que, apesar de não se observar ajuste em algumas amostragens (7<sup>a</sup>, 8<sup>a</sup> e 9<sup>a</sup>) as frequências esperadas estiveram mais próximas ao ajuste da distribuição binomial negativa (Fernandes *et al.* 2003; Melo *et al.* 2006; Costa *et al.* 2010). A distribuição espacial agregada exigiu um maior número de unidades amostrais, (para não tender a apontar para uma densidade alta demais (super estimada) ou baixa demais (subestimada) do que qualquer outro tipo de distribuição espacial quando da preparação de um plano de amostragem, assim sugere-se que trabalhos futuros desenvolvam planos de amostragem de *E. kraemeri* na cultura do pinhão-manso para definir o número de unidades amostrais a serem utilizadas. O número preciso de unidades de amostra para o processo de amostragem desse inseto é de grande importância, uma vez que essa espécie causa grandes prejuízos na cultura e, ainda, não existe um plano de amostragem adequado para a praga.

Devido ao padrão de arranjo espacial agregado constatado para esta espécie neste estudo é possível recomendar, em relação ao controle da praga, a aplicação de inseticidas, quando necessário, em áreas localizadas na cultura, onde são encontrados grupos destes indivíduos, (Guedes e Fragoso 2000) o que diminui a quantidade de inseticidas pulverizados no meio ambiente, reduzindo custos e também riscos de intoxicação humana, além de permitir maior desenvolvimento dos inimigos naturais das pragas. A aplicação de inseticidas deve ser feita com a menor frequência possível, utilizando somente na ocorrência dos insetos na lavoura, mantendo, assim, áreas não-tratadas para refúgio de insetos benéficos (Metcalf 1980). O benefício será ainda maior conforme Moura *et al.* (2010) se além do controle natural forem utilizados produtos alternativos para o controle de *E. kraemeri*, pois é importante que se possa preparar um programa de amostragem e controle de pragas que minimize o uso de inseticidas químicos.

## **Conclusão**

Os dados de contagem dos indivíduos de *E. kraemeri* no cultivo do pinhão-manso resultaram em um adequado ajuste à distribuição teórica de frequência tipo binomial negativa, apresentando um padrão de distribuição espacial de modo agregado.

## **Agradecimentos**

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão de bolsa e a Embrapa Agropecuária Oeste pela infraestrutura.

**Tabela 1.** N = Unidades amostrais; Estatísticas {médias( $\bar{m}$ )  $\pm$  erro padrão( $Ep$ ), variância ( $S^2$ )} para adulto de *Empoascakraemeri* por unidade amostral e índices de dispersão {razão variância-média ( $I$ ), índice de Morisita ( $I_\delta$ ), expoente  $k$  da binomial negativa ( $k$ ), coeficiente de Green ( $C_x$ ) e qui-quadrado calculado ( $X^2$ ). Dourados, MS, 2013.

| Amostras | Datas       | N   | $\bar{m} \pm Ep$     | $S^2$      | $I$                   | $I_\delta$            | $k$                   | $C_x$                | $X^2$      |
|----------|-------------|-----|----------------------|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|------------|
| 1        | 22/11/2012  | 100 | 0,5 $\pm$ 0,2254     | 5,0808     | 10,1616*              | 19,5102*              | 0,0545 <sup>ag</sup>  | 0,1869 <sup>ag</sup> | 1006       |
| 2        | 05/12/2012  | 100 | 0,65 $\pm$ 0,2254    | 1,8056     | 2,7777*               | 3,75*                 | 0,3656 <sup>ag</sup>  | 0,0277 <sup>ag</sup> | 275        |
| 3        | 17/12/2012  | 100 | 12,59 $\pm$ 0,2254   | 97,3757    | 7,7343*               | 1,5299*               | 1,8695 <sup>ag</sup>  | 0,0053 <sup>ag</sup> | 765,7021   |
| 4        | 02/01/2013  | 100 | 29,21 $\pm$ 0,2254   | 258,4908   | 8,8493*               | 1,2661*               | 3,7213 <sup>ag</sup>  | 0,0026 <sup>ag</sup> | 876,09     |
| 5        | 17/01/2013  | 100 | 41,4 $\pm$ 1,5855    | 251,3939   | 6,0723*               | 1,1213*               | 8,1616 <sup>al</sup>  | 0,0012 <sup>ag</sup> | 601,1594   |
| 6        | 31/01/2013  | 100 | 53,33 $\pm$ 2,4042   | 578,0415   | 10,8389*              | 1,1826*               | 5,4202 <sup>ag</sup>  | 0,0018 <sup>ag</sup> | 1074,0566  |
| 7        | 18/02/2013  | 97  | 202,74 $\pm$ 5,59    | 3033,9850  | 14,9647*              | 1,0681*               | 14,5181 <sup>al</sup> | 0,0007 <sup>ag</sup> | 1436,6148  |
| 8        | 06/03/2013  | 100 | 174,16 $\pm$ 6,70    | 4491,9340  | 25,7919*              | 1,1409*               | 7,0248 <sup>ag</sup>  | 0,0014 <sup>ag</sup> | 2553,4074  |
| 9        | 21/03/2013  | 100 | 167,3 $\pm$ 18,286   | 33401,3800 | 199,6496*             | 2,1755*               | 0,8421 <sup>ag</sup>  | 0,0118 <sup>ag</sup> | 19765,3138 |
| 10       | 03/04/2013  | 97  | 68,9 $\pm$ 3,1307    | 950,7601   | 13,7997*              | 1,3838*               | 5,3826 <sup>ag</sup>  | 0,0019 <sup>ag</sup> | 1324,7759  |
| 11       | 17/04/2013  | 100 | 34,27 $\pm$ 2,1295   | 453,4920   | 13,2329*              | 1,3534*               | 2,8014 <sup>ag</sup>  | 0,0035 <sup>ag</sup> | 1310,0586  |
| 12       | 03/05/2013  | 98  | 34,755 $\pm$ 1,447   | 205,2178   | 5,9046*               | 1,1397*               | 7,0861 <sup>ag</sup>  | 0,0014 <sup>ag</sup> | 572,7539   |
| 13       | 17/05/2013  | 96  | 20,7187 $\pm$ 0,8457 | 68,6674    | 3,3142*               | 1,1718*               | 8,9526 <sup>al</sup>  | 0,0011 <sup>ag</sup> | 314,8552   |
| 14       | 31/05/2013  | 100 | 13,57 $\pm$ 0,6746   | 45,5203    | 3,3544*               | 1,1105*               | 5,7634 <sup>ag</sup>  | 0,0017 <sup>ag</sup> | 332,0935   |
| 15       | 14/06/20130 | 99  | 8,0505 $\pm$ 0,304   | 9,1505     | 1,1366 <sup>n.s</sup> | 1,0168 <sup>n.s</sup> | 58,9198 <sup>al</sup> | 0,0001 <sup>ag</sup> | 111,3902   |
| 16       | 01/07/2013  | 100 | 0,3 $\pm$ 0,0659     | 0,4343     | 1,4478*               | 2,5287*               | 0,6699 <sup>ag</sup>  | 0,0154 <sup>ag</sup> | 143,3333   |

\* = significativo ao nível de 5% pelo teste de qui-quadrado; <sup>ag</sup>=agregado; <sup>n.s</sup> = não significativo; <sup>al</sup> = aleatório

**Tabela 2.** Estimativas dos parâmetros de Taylor e estatística da análise de regressão. Dourados, MS, 2013.

| Lei da<br>Potência Taylor | Parâmetros      |                 | Teste F   | R <sup>2</sup> | Teste t  |
|---------------------------|-----------------|-----------------|-----------|----------------|----------|
|                           | <i>a</i> ± E.P  | <i>b</i> ± E.P  |           |                |          |
|                           | 2,6204 ± 0,4307 | 1,3807 ± 0,1237 | 124,555** | 0,8917         | 3,0782** |

\*\* significativo (P < 0,01)

Teste de qui-quadrado de aderência em adultos de  
*Empoasca kraemeri* (Poisson e Binomial Negativa). Dourados, M.S,

**Tabela 3.** 2013.

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

n.s = não significativo; \* = significativo ao nível de 5%; \*\* = significativo ao nível de 1%;  $X^2$  = valor do qui-quadrado calculado; i = insuficiência; GL = graus de liberdade; nc = número de classes observadas.

## Referências

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

ARRUDA, F. P.; BELTRÃO, N. E. M.; ANDRADE, A. P.; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L.S. 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, J. C.; 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, M. G.; BARBOSA, J. C.; YAMAMOTO, P. T.; LEAL, R.M. 2010. Spatial distribution of *Diaphorinacitri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) in citrus orchards. *Scientia Agricola* 67 (5): 546-554.

COSTA, J.N.M.; PEREIRA, F. da S.; ROCHA, R.B.; SANTOS A.R.; TEIXEIRA, C.A.D. 2011. Ocorrência e monitoramento de cigarrinha-verde *Empoasca* sp. (Hemiptera: Cicadellidae) em pinhão-manso no município de Porto Velho, Rondônia. Circular técnica 118. Rondônia: Embrapa Rondônia, 58p.

DIAS, L. A. S.; LEME, L. P.; LAVIOLA, B. G.; PALLINI, A.; PEREIRA, O. L.; DIAS, D. C. F. S.; CARVALHO, M.; MANFIO, C. E.; SANTOS, A. S.; SOUSA, L. C. A.; OLIVEIRA, T. S.; PRETTI, L. 2007. O Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas*L.) para produção de óleo combustível. Viçosa: UFV. 40p.

ELLIOT, J. M. 1979. Some methods for the statistical analysis of sample of benthic invertebrates. Occasional Publication. Freshwater Biological Association, Ambleside, p.148.

FERNANDES, M. G.; A. C Busoli & J. C. Barbosa. 2003. Distribuição espacial de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro, *Neotropical Entomology* (32): 117-122.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P. L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCHI, R.A.; ALVES, S.B., VENDRAMIN, J.D.;

MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. 2002. Entomologia agrícola. 10<sup>th</sup> ed. Piracicaba: FEALQ, 920p.

GREEN, R. H. 1966. Measurement of nom: randomness in spatial distributions. Researches on Populations Ecology 8 (1):1-7.

GUEDES, R.N.C.; D.B. FRAGOSO. 2000. Insetos com vontade de viver. Cultivar Hortaliças e Frutas (4): 18-20.

KÖPPEN, W. 1931. Climatologia. Fondo de La Cultura Economica. México, 478p.

MELO, E. P.; FERNANDES M. G.; DEGRANDE P. E.; CESSA R. M. A, SALOMÃO J. S.; NOGUEIRA, R. F. 2006. Distribuição Espacial de Plantas Infestadas por Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na Cultura do Milho. Neotropical Entomology 35 (5): 689-697

METCALF, R. L. 1980. Changing role of insecticides in crop protection. Annual Review of Entomology 2:219-256

MORISITA, M. 1962. Iä index, a measure of dispersion of individuals. Researches on population ecology (4): 1-7.

MOURA, P. C. S.; RESENDE, J. C. F. de, MACHADO, A. R.; GONÇALVES, N. P.; SATURNINO, H. M.; FARIA, R. S. de.; ANDRADE, L. F. 2010. Métodos alternativos de controle de cigarrinha-verde (*Empoasca kraemeri*) e de ácaro-branco (*Polyphagotarsonemus latus*) no pinhão-manso aplicados à agricultura familiar no Norte de Minas Gerais. Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica, 7 Belo Horizonte.

OLIVEIRA, H. N. de.; SILVA, C. J da.; ABOT, A. R.; ARAÚJO D. I. 2010. Cigarrita verde em cultivos de *Jatropha curcas* nel Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. Revista Colombiana de Entomología, Bogotá (Colômbia) 36 (1): 52-53.

PERECIN, D.; BARBOSA, J.C. 1994. Afinidade entre distribuições de contágio e Poisson para fins práticos de amostragem. Rev. Mat. Estat(12): 107-12.

PIELOU, E.C. Mathematical ecology. 1977. 2<sup>nd</sup> ed. New York: John Wiley & Sons.

QUINTELA, E. D. 2004. Manejo integrado dos insetos e outros invertebrados pragas do feijoeiro. Informe Agropecuário 25 (223): 113-136.

RABINOVICH, J. E. 1980. Introducción a la ecología de poblaciones animales. México: Comp. Ed. Continental, 313p.

SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. 2005. Cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). Informe Agropecuário 26 (229): 44-78.

SIQUEIRA, D. A. de F.; GABRIEL, D. 2008. Aspectos fitossanitários na cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) para produção de biodiesel. Biológico 70 (2):63-64.

SOUTHWOOD, T.R.E. 1978. Ecological methods. 2nd ed. New York, John Wiley & Sons, 525p.

TAYLOR, L.R. 1961. Aggregation, variance and the mean. Nature, London, (189): 732-735.

TAYLOR, L.R. 1984. Assessing and interpreting the spatial distribution of insects populations. Palo Alto. Annual Review of Entomology (29): 231-57.

YOUNG, L. J.; YOUNG, J. H. 1998. Statistical ecology: A population perspective. Boston, Kluwer Academic Publishers 565p.