

JANDER FAGUNDES ROSADO

AMOSTRAGEM E DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE ÁCAROS
PRAGA EM PINHÃO MANSO

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2013

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV

T

R788a
2013

Rosado, Jander Fagundes, 1981-
Amostragem e distribuição espaço-temporal de ácaros praga
em pinhão manso / Jander Fagundes Rosado. – Viçosa, MG,
2013.

vi, 78 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Marcelo Coutinho Picanço.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Ácaro de plantas. 2. Amostragem. 3. Pragas - Controle
integrado. 4. *Tetranychus bastosi*.
5. *Polyphagotarsonemus latus*. I. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Biologia Animal. Programa de
Pós-Graduação em Entomologia. II. Título.

CDD 22. ed. 632.6542

JANDER FAGUNDES ROSADO

AMOSTRAGEM E DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE ÁCAROS
PRAGA EM PINHÃO MANSO


Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 28 de fevereiro de 2013


Júlio Cláudio Martins


Flávio Lemes Fernandes


Ezio Marques da Silva


Renato de Almeida Sarmiento
(Coorientador)


Marcelo Coutinho Picanço
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-graduação em Entomologia pela oportunidade de realização deste curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador professor Marcelo Coutinho Picanço, pela participação na minha formação e orientação. Agradeço também sua família pelo convívio.

Aos co-orientadores Leandro Bacci e Renato de Almeida Sarmento e os professores Ézio Marques da Silva, Flávio Lemes Fernandes e Júlio Cláudio Martins pelas sugestões que em muito acrescentaram a este trabalho.

Ao pessoal do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas e Acarologia da Universidade Federal do Tocantins (UFT). Em especial aos que me ajudaram na coleta de dados deste trabalho.

À todos os amigos da Entomologia-UFV, pela amizade e agradável convívio. Em especial aos que me ajudaram na realização deste trabalho.

Aos meus pais José das Graças Rosado e Nazaré Aparecida Fagundes Rosado pela educação, confiança, amor e tudo mais que não conseguiria descrever.

Aos meus irmãos Jarbas e Jáider pelo carinho e convivência além da grande amizade.

À Beatriz pelo amor, amizade, companheirismo, compreensão e confiança durante estes anos de convivência.

E finalmente, todos que de alguma forma deram suporte a este e outros trabalhos científicos, recebam os meus sinceros agradecimentos.

BIOGRAFIA

JANDER FAGUNDES ROSADO, filho de José das Graças Rosado e Nazaré Aparecida Fagundes Rosado, nasceu em Viçosa, Minas Gerais, em 07 de março de 1981.

Formou-se técnico em agropecuária no Centro de Desenvolvimento Agrário de Florestal (CEDAF-UFV) em dezembro de 1999. Em 2006 formou-se Agrônomo pela Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Em março de 2007, ingressou no curso de Mestrado em Entomologia na UFV, curso que concluiu em fevereiro de 2009, sendo então aceito para cursar doutorado nesta mesma instituição. Concluiu o curso de Doutorado em Entomologia em 10 de março de 2013.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	ii
BIOGRAFIA	iii
SUMÁRIO	iv
RESUMO	v
ABSTRACT.....	vi
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1. O Pinhão manso.....	1
2. Pragas do pinhão manso.....	1
3. Planos de amostragem	2
4. Sazonalidade do ataque de pragas.....	4
5. Distribuição espacial de pragas.....	6
LITERATURA CITADA	8
PLANOS DE AMOSTRAGEM DE ÁCAROS PRAGA DO PINHÃO MANSO	14
1. INTRODUÇÃO.....	15
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
2.1. Condições experimentais	16
2.2. Seleção da técnica, da parte da folha, da folha e do terço do dossel a serem usados na amostragem dos ácaros.....	17
2.3. Determinação do número de amostras do plano de amostragem.....	20
3. RESULTADOS.....	21
3.1. Seleção da técnica, da parte da folha, da folha e do terço do dossel a serem usados na amostragem dos ácaros.....	21
3.2. Determinação do número de amostras do plano de amostragem.....	23
4. DISCUSSÃO.....	24
5. LITERATURA CITADA	28
VARIAÇÃO SAZONAL DO ATAQUE DE <i>Polyphagotarsonemus latus</i> E <i>Tetranychus bastosi</i> AO PINHÃO MANSO	37
1. INTRODUÇÃO.....	38
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	39
2.1. Condições Experimentais.....	39
2.2. Características avaliadas	39
2.3. Análises dos dados	40
3. RESULTADOS.....	41
4. DISCUSSÃO.....	42
5. LITERATURA CITADA	48
1. INTRODUÇÃO.....	59
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	61
2.1. Condições Experimentais.....	61
2.2. Características avaliadas	61
2.3. Análise espacial	61
3. RESULTADOS.....	62
4. DISCUSSÃO.....	64
5. LITERATURA CITADA	68
CONCLUSÕES GERAIS	78

RESUMO

ROSADO, Jander Fagundes, D.Sc. Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2013. **Amostragem e distribuição espaço-temporal de ácaros praga em pinhão manso**. Orientador: Marcelo Coutinho Picanço. Co-orientadores: Renato de Almeida Sarmento e Raul Narciso Carvalho Guedes.

Este trabalho teve como objetivos determinar planos de amostragens e a distribuição espaço-sazonal do ataque dos ácaros praga *Polyphagotarsonemus latus* e *Tetranychus bastosi* em pinhão manso. Para tanto, estes ácaros foram monitoradas em lavouras de pinhão manso em Caseara, Formoso do Araguaia e Palmas, TO de 2010 a 2012. O plano de amostragem determinado para *T. bastosi* é constituído da avaliação do número de ácaros. cm^{-2} em 102 amostras com lupa manual de 20 aumentos. O local ideal para amostragem deste ácaro foi à face abaxial da 4ª folha mais apical do ramo localizado no terço mediano do dossel das plantas. Na face abaxial *T. bastosi* deve ser avaliado nas partes laterais da porção mediana da folha próximo à sua borda. Já o plano de amostragem para *P. latus*, a avaliação do número de ácaros. cm^{-2} será em 135 amostras com lupa manual de 20 aumentos. O local ideal para amostragem deste ácaro foi à face abaxial da 4ª folha mais apical do ramo localizado no terço apical do dossel das plantas. Na face abaxial *P. latus* deve ser avaliado nas partes laterais à inserção do pecíolo da folha. Os maiores ataques de *P. latus* e *T. bastosi* ocorreram no outono de 2012 e primavera de 2011, respectivamente. As maiores densidades de *P. latus* ocorreram em períodos chuvosos e de menor fotoperíodo e quando foram maiores as populações de aranhas predadoras. Já as maiores densidades de *T. bastosi* ocorreram em períodos secos, quentes, de maior fotoperíodo, de menor ocorrência de ventos e quando foram maiores as populações do predador *Stethorus* sp. O ataque de *P. latus* e *T. bastosi* foi agregado no centro das plantações e a dispersão dos ácaros ocorreu de forma rápida em todas as direções das lavouras. O padrão de distribuição espacial do ataque de *P. latus* e *T. bastosi* numa lavoura teve pouca variação de um ano para outro. As densidades dos ácaros estiveram correlacionadas (alcance) a uma distância de 7,37 a 45m.

ABSTRACT

ROSADO, Jander Fagundes, D.Sc. Universidade Federal de Viçosa, February of 2013. **Sampling and spatial-temporal distribution of mite pests on jatropha**. Adviser: Marcelo Coutinho Picanço. Co-advisers: Renato de Almeida Sarmiento and Raul Narciso Carvalho Guedes.

This study had the objectives of devising sampling plans and determining seasonal-spatial distribution for the spider mites *Polyphagotarsonemus latus* and *Tetranychus bastosi* attacking jatropha plants. To do so, these spider mite species were monitored in plantations of jatropha in the regions of Caseara, Formoso do Araguaia and Palmas located in the state of Tocantins, Brazil, from 2010 to 2012. The sampling plan devised for *T. bastosi* consists of an evaluation of the number of spider mites per cm⁻² in 102 samples using manual lenses (20x). The best place for sampling *T. bastosi* is on the abaxial part of uppermost fourth leaf located within the mid third of the plant canopy. On the abaxial part of the leaf *T. bastosi* must be sampled more towards the borders in the mid part of the leaf blade. Likewise, the sampling plan devised for *P. latus* consists of an evaluation of the number of spider mites per cm⁻² in 135 samples using manual lenses (20x). The best place for sampling *P. latus* is on the abaxial part of uppermost fourth leaf located within the top third of the plant canopy. On the abaxial part of the leaf *P. latus* must be sampled more towards the borders nearby the insertion of the petiole. Most of the attack by *T. bastosi* and *P. latus* on jatropha occurred respectively in the spring of 2011 and autumn of 2012. The highest densities of *P. latus* occurred during rainy periods with shorter photoperiod, and when populations were spiders were the largest. By contrast, the highest densities of *T. bastosi* occurred during dry and hot periods with longer photoperiod, and the populations of the predator *Stethorus* sp. were the largest. The attack of both *P. latus* and *T. bastosi* happened in an aggregated form in the middles of the plantations and the spider mite dispersion took place quickly in all directions within planted area. The spatial distribution pattern for the attack by *P. latus* and *T. bastosi* in a plantation had little variation from one year to another. The densities among spider mites were correlated within a distance from 7.37 to 45.00m.

INTRODUÇÃO GERAL

1. O Pinhão manso

O pinhão manso *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) é uma planta arbórea semidecídua, monóica e que pode atingir 5 m de altura. Seus frutos contêm três sementes. Suas sementes são escuras lisas e possuem amêndoa branca que é rica em óleo. O pinhão manso pode produzir óleo com qualidade para ser transformado em biodiesel (Augustus et al. 2004).

Quando as plantas de pinhão manso possuem cinco anos de idade a cultura atinge sua produtividade máxima, sendo que a cultura pode ser produtiva por 40 anos (Luo et al. 2007, Sirisomboon et al. 2007). O pinhão manso é resistente à seca e devido suas plantas serem ricas em látex são relatadas como resistentes a insetos generalistas (Heller 1996, Arruda 2004). Entretanto, existem espécies de artrópodes herbívoros que são capazes de suplantar estas defesas da planta. Apesar do potencial do pinhão manso como produtor de biodiesel é necessário a realização de estudos que subsidiem seu cultivo em bases técnicas e econômicas. Entre as principais pesquisas com este objetivo estão os estudos que viabilizam o estabelecimento de programas de manejo integrado de pragas para esta cultura (Collares 2009, Sarmiento et al. 2010).

2. Pragas do pinhão manso

Entre as pragas que atacam o pinhão manso os ácaros *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Prostigmata: Tarsonemidae) e *Tetranychus bastosi* Tuttle, Baker & Sales (Prostigmata: Tetranychidae) são relatados como sendo as mais importantes (Sarmiento et al. 2010).

2.1. *P. latus*

O ácaro *P. latus* possui coloração branca e suas fêmeas adultas possuem 0,17mm de comprimento por 0,11mm de largura. Já os machos possuem 0,14mm de comprimento por 0,08mm de largura (Moraes & Flechtmann 2008). No pinhão manso este ácaro prefere atacar brotações e folhas novas no terço apical do dossel e, sobretudo, partes do limbo foliar

próximo da inserção do pecíolo (Lopes 2009). Seu ataque reduz a expansão foliar deixando as folhas com textura coriácea, sua face abaxial com aspecto vítreo e com as bordas retorcidas (Morais & Flechtmann 2008, Sarmiento et al. 2010). *P. latus* está distribuído por todo mundo atacando 60 famílias de plantas (Zhang 2003). Seus principais hospedeiros são o algodão (Cividanes et al. 1987), berinjela, pimenta e pimentão (Cross 1982, Silva et al. 1998, Venzon et al. 2008), feijão (Rosolem et al. 1994), juta (Hath 2000), lima e limões (Peña 1990, Silveira 1993), mamão (Manica 1982), videira (Haji et al. 2001) e pepino (Bassett 1981). A dispersão pode ocorrer pelo vento, transporte de mudas e estruturas vegetais, contato entre plantas e associações foréticas com pulgões ou moscas brancas (Hugon 1983, Fan & Petitt 1998).

2.2. *T. bastosi*

O ácaro *T. bastosi* possui coloração vermelha e mede cerca de 0,5 mm de comprimento. Ele prefere atacar folhas novas no terço mediano do dossel e partes do limbo foliar próximo das bordas da folha onde existe uma ondulação que confere abrigo. O ataque provoca amarelecimento e queda de folhas. Quando em alta infestação *T. bastosi* produz teias o que dificultam a ação de predadores e a penetração da luz solar até a superfície foliar (Mendonça et al. 2011). A primeira ocorrência de *T. bastosi* no Brasil foi registrada em plantas nativas *Jatropha gossypifolia* na região Nordeste (Tuttle et al. 1977). Atualmente, ele está distribuído principalmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, sendo que ele é relatado atacando dez famílias de plantas. A dispersão ocorre principalmente pelo vento (Morais & Flechtmann 2008).

3. Planos de amostragem

Os componentes de um programa de manejo integrado de pragas são: avaliação do agroecossistema, tomada de decisão de controle, estratégias e táticas de manejo. Os sistemas de tomada de decisão são constituídos por planos de amostragem e índices de tomada de decisão de controle.

Os principais índices de tomada de decisão de controle são o nível de dano econômico (NDE), o nível de controle ou de ação (NC) e o nível de não ação (NNA). O NDE corresponde à densidade da praga na qual o custo de seu controle é igual ao prejuízo causado pela praga (Stern et al. 1959, Higley &

Pedigo 1997). Já o NC corresponde à intensidade de ataque da praga na qual é necessário iniciar as ações de controle de modo a evitar que a praga venha atingir o nível de dano econômico (Stern et al. 1959). Já o NNA corresponde à densidade dos inimigos naturais capaz de manter a população da praga abaixo do nível de dano econômico (Higley & Pedigo 1993, Pedigo & Rice 2006).

A densidade populacional da praga a ser comparada com o nível de dano econômico é determinada pelos planos de amostragens. Os planos de amostragem são compostos por uma unidade amostral, uma técnica de amostragem, um método de amostragem, a distribuição espacial das amostras no talhão e o número de amostras por talhão (Picanço et al. 2002).

A unidade amostral é uma parte da planta que será utilizada para avaliação da densidade populacional da praga. Já a técnica de amostragem é a metodologia utilizada na avaliação das pragas na unidade amostral. As principais técnicas são: a contagem direta ou uso de aparatos como bandejas plásticas, pano de batida, funis, armadilhas, etc. Devido ao reduzido tamanho dos ácaros sua amostragem normalmente é realizada com o uso de lupas manuais ou de microscópio estereoscópio. Já o método de amostragem a característica a ser avaliada, isto é o número de indivíduos ou suas injúrias (Bacci et al. 2007).

Existem dois tipos de planos de amostragem: o convencional e o sequencial. No plano convencional o número de amostras por talhão é fixo (Rojás 1964, Karadinos 1976, Gusmão et al. 2005). Já no plano sequencial o número de amostras por talhão é variável. Os planos convencionais de amostragem representam o ponto inicial de geração de sistemas de tomada de decisão dos programas de manejo integrado de pragas. Eles possibilitam a determinação do nível de dano econômico e dos componentes do plano de amostragem (Moura et al. 2003, Bacci et al. 2007). Além disso, os planos convencionais de amostragem são utilizados como padrão para a validação dos planos de amostragem sequencial (Moura et al. 2003, Gusmão et al. 2005).

Os planos de amostragem devem ser representativos, precisos, rápidos, de baixo custo e serem praticáveis. Pelo critério da representatividade os planos de amostragem devem determinar densidades relativas que sejam diretamente proporcionais às densidades absolutas da praga nos talhões. Pelo critério de precisão são selecionados componentes dos planos de amostragem que apresentam as menores variâncias relativas (VR). Quando um componente apresenta variâncias relativas maiores que 25%, isso é uma indicação para

descarta-lo, pois o plano de amostragem gerado terá um número muito grande de amostras, por isso impraticável (Southwood 1978, Moura et al. 2003, Gusmão et al. 2005). Um plano de amostragem deve ter um baixo número de amostras, de tal forma que, sua execução seja rápida e tenha um baixo custo. Nos planos de amostragem praticáveis deve ser possível coletar as amostras, processar os dados e tomar a decisão de controle num período do dia (manhã ou tarde) (Bacci et al. 2007). Seguindo esses critérios, um plano de amostragem praticável deve ter uma duração máxima de uma hora (Moura et al. 2003).

4. Sazonalidade do ataque de pragas

A sazonalidade do ataque de pragas às culturas é resultado da ação do clima, inimigos naturais, planta hospedeira e manejo da cultura. Fatores estes que interagem com características bioecológicas da praga. Estes fatores podem atuar de forma direta ou indireta sobre a praga e eles podem interferir na mortalidade, reprodução, desenvolvimento e comportamento da praga (Bacci 2006, Pereira et al. 2007).

Os elementos climáticos podem influenciar diretamente as populações de pragas interferindo na sua oviposição, alimentação, crescimento, desenvolvimento, reprodução e migração (Lam et al. 2001, Hopkins & Memmott 2003). Os elementos climáticos podem afetar indiretamente às pragas influenciando o tamanho das populações dos inimigos naturais e as mudanças fisiológicas e bioquímicas da planta hospedeira (Hopkins & Memmott 2003). Os principais elementos climáticos que afetam à dinâmica populacional dos insetos praga nos agroecossistemas são a temperatura do ar, as chuvas e a velocidade do vento (Wallner 1987, Reynolds et al. 1997).

Os artrópodes são organismos pecilotérmicos, por isso, são muito dependentes da temperatura do ar que influencia sua sobrevivência e desempenho biológico (Willmer 1982, Wallner 1987). Cada espécie de artrópode possui uma faixa ideal de temperatura e fora desta faixa ocorre aumento de mortalidade e redução do desempenho biológico (Bentancourt et al. 1996).

As chuvas reduzem as populações das pragas por limitar sua movimentação, reduzir os encontros com seus parceiros sexuais (Bacca et al. 2006) e causar mortalidade por sua ação mecânicas derrubando-os no solo ou

por causar seu afogamento. As ações indiretas das chuvas é devido a influência destas sobre as populações dos inimigos naturais (Semeão et al. 2012) e por causarem mudanças fisiológicas e bioquímicas na planta hospedeira (Hopkins & Memmott 2003).

O principal efeito do vento nas pragas é sobre sua migração, sendo o principal elemento de transporte de pragas. Por outro lado, os ventos fortes podem causar sua mortalidade por derrubá-las ao solo ou mesmo por dificultar sua fixação nas plantas hospedeiras (Montandon 1993, Gatehouse 1997).

Os principais agentes de controle biológico de pragas são predadores, parasitóides e entomopatógenos. Estes inimigos naturais são importantes componentes dos agroecossistemas e essenciais para o equilíbrio da comunidade de artrópodes (Gerling et al. 2001, Pearce et al. 2006).

Os principais inimigos naturais de ácaros praga são predadores e entomopatógenos. Entre os predadores, os ácaros das famílias Phytoseiidae, Stigmaidae e Cheyletidae e insetos Anthocoridae, Chrysopidae e Coccinellidae. Já os entomopatógenos mais importantes são os fungos dos gêneros *Neozygites* e *Hirsutella* (Fadini et al. 2006).

A planta influencia as populações das pragas devido sua biomassa, estruturas morfológicas e composição química (Kearsley & Whitham 1989, Hunter et al. 1992, Power 1992, Roininen et al. 1993, Spiegel & Price 1996, Price 1997, Karban & Thaler 1999, Campos et al. 2003). As estruturas mais importantes de defesa das plantas às pragas são a textura da superfície foliar, dureza da parede celular, tricomas e espinhos. Folhas com maior grau de lignificação são menos preferidas por artrópodes sugadores por dificultarem a penetração do seu aparelho bucal. Já os tricomas e espinhos dificultam a movimentação e oviposição das pragas. Além disso, os tricomas podem conter toxinas ou gomas que causam mortalidade das pragas (Schoonhoven 2005).

As substâncias do metabolismo primário e secundário podem afetar o desempenho biológico das pragas. As substâncias do metabolismo primário são nutrientes ou substâncias essenciais ao crescimento e desenvolvimento das plantas. Substâncias estas que também constituem nutrientes para os herbívoros que se alimentam das plantas. Já as substâncias do metabolismo secundário são responsáveis pela defesa das plantas contra os herbívoros. Os principais grupos de metabólitos secundários são os compostos nitrogenados (aminoácidos não-protéicos, aminas, alcalóides, glucosídeos cianogênicos, betacianinas e proteínas tóxicas), compostos fenólicos (fenóis e ácidos

fenólicos, fenilpropanóides, flavonóides, quinonas, taninos e ligninas) e terpenóides (monoterpenos, sesquiterpenos, diterpenos e triterpenóides) (Schoonhoven 2005).

5. Distribuição espacial de pragas

O conhecimento do local onde a praga se concentra no espaço permite direcionar o esforço amostral e o controle para estes locais (Barrigossi et al. 2001, Bacca et al. 2006). Uma forma de determinar a distribuição das pragas é utilizando a geoestatística. A geoestatística é um ramo da estatística que estuda a distribuição de variáveis (como a densidade das pragas) no espaço. Nestas análises é verificado se o valor observado de uma variável num local é dependente dos valores desta variável nas regiões circunvizinhas. Caso exista dependência, a variável exibe autocorrelação espacial (Sokal & Oden 1978). Nestes estudos são usados semivariogramas (modelos de semivariância em função do espaço) (Brenner et al. 1998, Barrigossi et al. 2001, Bacca et al. 2006). Os semivariogramas estimam os valores do efeito pepita, patamar e alcance. O efeito pepita representa o valor da semivariância quando a distância entre os locais tende a zero. O patamar representa o valor máximo de semivariância do modelo. Já o alcance representa a distância dentro da qual as amostras estão correlacionadas (Gumprecht et al. 2009).

A razão entre o efeito pepita e o patamar classifica a dependência espacial em forte, moderada ou fraca. Se essa razão é menor ou igual a 0,25 é classificada como forte, quando superior a 0,25 e inferior a 0,75 é considerada moderada e maior ou igual a 0,75 possui fraca dependência espacial (Cambardella et al. 1994).

Os semivariogramas podem ser isotrópicos ou anisotrópicos. O semivariograma é isotrópico quando seus parâmetros são iguais em todas as direções. Já nos semivariogramas anisotrópicos existe diferença nos seus parâmetros em alguma direção. Os modelos mais usados na determinação dos semivariogramas são: esférico, exponencial e gaussiano. Nos modelos exponencial e gaussiano o patamar é assintótico com um ponto de máximo e nestes modelos o alcance é definido como a distância correspondente a 95% do patamar. Já no modelo esférico o patamar é atingido no valor do alcance (Gumprecht et al. 2009).

Para verificar a eficácia dos modelos em prever a dependência espacial entre as amostras é usado a validação cruzada (Isaaks & Srivastava 1989). Com o melhor modelo selecionada é feito a krigagem, que consiste na estimativa de valores da característica para pontos não amostrados. Este processo de interpolação produz um gride de valores estimados, que são usados para quantificar a distribuição total da variável de interesse (Brenner et al. 1998).

Apesar das técnicas de geoestatística já estarem bem avançadas, muitos pesquisadores determinam a distribuição espacial de pragas usando modelos matemáticos de distribuição de frequência. Esses modelos matemáticos baseiam-se apenas na relação entre a variância e a média, não considerando o posicionamento no espaço das amostras, não descrevendo distribuição da praga na lavoura (Schotzko & O’Keeffe 1989, Midgarden et al. 1993, Ellsbury et al. 1998, Binns et al. 2000, Wright et al. 2002).

A distribuição espacial de pragas é influenciada pelos mesmos fatores que determinam sua sazonalidade. Entretanto, na sazonalidade de pragas estes fatores agem causando flutuação da densidade populacional no decorrer do tempo. Já na distribuição espacial estes fatores causam uma variação de densidade no espaço (Farias et al. 2004, Bacca et al. 2006, Gumprecht et al. 2009).

Diante do exposto, esta tese teve como objetivo gerar planos de amostragens e estudar a distribuição espaço-sazonal do ataque dos ácaros praga *P. latus* e *T. bastosi* em pinhão manso. Esta tese é composta por três capítulos. No primeiro capítulo foram determinados planos de amostragem convencionais para os ácaros *P. latus* e *T. bastosi*. No segundo capítulo foi determinada a sazonalidade do ataque de *P. latus* e *T. bastosi* no pinhão manso. Já no terceiro capítulo foi determinada a distribuição espacial de *P. latus* e *T. bastosi* em lavouras de pinhão manso.

LITERATURA CITADA

- Arruda F.P., Beltrão N.E.M., Andrade A.P., Pereira W.E., Severino L.S. Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, 8: 789-799, 2004.
- Augustus G.D.P.S., Jayabalan M., Seiler G.J. Evaluation and bioinduction of energy components of *Jatropha curcas*. **Biomass and Bioenergy**, 23: 161-164, 2004.
- Bacca T., Lima E.R., Picanço M.C., Guedes R.N.C., Viana J.H.N. Optimum spacing of pheromone traps for monitoring the Coffee leaf miner *Leucoptera coffeella*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 119: 39-45, 2006.
- Bacci L. **Fatores determinantes do ataque de *Tuta absoluta* ao tomateiro**. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 123p.
- Bacci L., Picanço M.C., Queiroz R.B., Silva E.M. Sistemas de tomada de decisão de controle dos principais grupos de ácaros e insetos-praga em hortaliças no Brasil. In: Zambolim L., Lopes C.A., Picanço M.C., Costa H. **Manejo integrado de doenças e pragas: Hortaliças**. Viçosa, UFV-DFP, 2007, p.423-462.
- Bacci L., Picanço M.C., Moura M.F., Della Lucia T.M.C., Semeão A.A. Sampling plan for *Diaphania* spp. (Lepidoptera: Pyralidae) and for Hymenopteran parasitoids on cucumber. **Journal of Economic Entomology**, 99: 2177-2184, 2006.
- Barrigossi J.A.F., Young L.J., Crawford C.A.G., Hein G.L., Higley L.G. Spatial and probability distribution of Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae) egg mass populations in dry bean. **Environmental Entomology**, 30: 244-253, 2001.
- Bassett P. Observations on broad mite (*Polyphagotarsonemus latus*) (Acarina: Tarsonemidae) attacking cucumber. In: **Proceedings of the 1981 British Crop Protection Conference - Pests and Diseases**. Croydon, BCPC, 1981, p.99-103.
- Bentancourt C.M., Scatoni I.B., Rodriguez J.J. Influencia de la temperatura sobre la reproducción y el desarrollo de *Scrobipalpus absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae). **Revista Brasileira de Biologia**, 56: 661-670, 1996.
- Binns M.R., Nyrop J.P., Werf W.V.D. **Sampling and monitoring in crop protection, the theoretical basis for developing practical decision guides**. New York, CABI Publishing, 2000, 296p.
- Brenner R.J., Focks D.A., Arbogast R.T., Weaver D.K., Shuman D. Practical use of spatial analysis in precision targeting for integrated pest management. **American Entomologist**, 44: 79-101, 1998.

- Cambardella C.A., Moorman T.B., Novak J.M., Parkin T.B., Karlen D.L., Turco R.F., Konopka A.E. Field scale variability of soil properties in Central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, 58: 1501-1511, 1994.
- Campos W.G., Schoereder J.H., Picanço M.C. Performance of an oligophagous insect in relation to the age of the host plant. **Neotropical Entomology**, 32: 671-676, 2003.
- Cividanes F.J., Thomazini M.J., Santos L.G.C. Distribuição do ácaro branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) (Acari: Tarsonemidae) em plantas de algodão. **Anais da Sociedade Entomologica do Brasil**, 6: 93-104, 1987.
- Collares D.G. **Pesquisas com pinhão manso avançam na Embrapa**. Embrapa Agroenergia. Disponível em <http://noticias.cnpae.embrapa.br/pasta-NoticiasUd/pastanoticiasud.2009-03-04.9844698593/noticiasud.2009-03-25.7356939232>. Acesso em 16 de junho de 2012.
- Cross J.V., Bassett P. Damage to tomato and aubergine by Broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks). **Plant Pathology**, 31: 391-393, 1982.
- Elliott J.M. **Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates**. London, Freshwater Biological Association, 1983, 157p.
- Ellsbury M.M., Woodson W.D., Clay S.A., Malo D., Schumacher J., Clay D.E., Carlson C.G. Geostatistical characterization of the spatial distribution of adult Corn rootworm emergence. **Environmental Entomology**, 27: 910-917, 1998.
- Fadini M.A.M., Pallini A., Oliveira H.G., Duarte V.S., Venzon M. Controle biológico de ácaros fitófagos. In: Venzon M., Paula Jr. T.J., Pallini A. **Tecnologias alternativas para o controle de pragas e doenças**. Viçosa, EPAMIG, 2006. p.207-226.
- Farias P.R.S., Roberto, S.R., Lopes, J.R.S., Perecin D. Geostatistical characterization of the spatial distribution of *Xylella fastidiosa* sharpshooter vectors on citrus. **Neotropical Entomology**, 33: 13-20, 2004.
- Fan Y., Pettitt F.L. Dispersal of the Broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) on *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). **Experimental and Applied Acarology**, 22: 411-415, 1998.
- Gatehouse A.G. Behavior and ecological genetics of wind-borne migration by insects. **Annual Review of Entomology**, 42: 475-502, 1997.
- Gerling D., Alomar O., Arno J. Biological control of *Bemisia tabacci* using predators and parasitoids. **Crop Protection**, 20: 779-799. 2001.
- Gumprecht D., Muller W.G., Rodriguez-Diaz J.M. Designs for detecting spatial dependence. **Geographical Analysis**, 41: 127-143, 2009.
- Gusmão M.R., Picanço M.C., Zanuncio J.C., Silva D.J.H., Barrigossi J.A.F. Conventional sampling plan for *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in the tomato culture. **Scientia Horticulturae**, 103: 403-412, 2005.

- Haji F.N.P., Moreira A.N., Lopes P.R.C., Ferreira R.C.F., Alencar J.A., Barbosa F.R. **Monitoramento e determinação do nível de ação do ácaro branco na cultura da uva**. Petrolina, EMBRAPA Semi-Árido, 2001, (Circular Técnica 68), 7p.
- Hath T.K. Distribution of yellow mite (*Polyphagotarsonemus latus* Banks) population on leaves of different jute varieties. **Environment and Ecology**, 18: 578-580, 2000.
- Heller J. **Physic nut. *Jatropha curcas* L. promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops**. Rome, Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, 1996. 66p.
- Higley L.G., Pedigo L.P. **Economic thresholds for integrated pest management**. Lincoln, University of Nebraska, 1997. 327p.
- Hopkins G.W., Memmott J. Seasonality of a tropical leaf-mining moth: leaf availability versus enemy-free space. **Ecological Entomology**, 28: 687–693, 2003.
- Hugon R. Biology and ecology of *Polyphagotarsonemus latus* Banks, a pest of the citrus in the Antilles. **Fruits**, 38: 636-646, 1983.
- Hunter A.F. Gregariousness and repellent defences in the survival of phytophagous insects. **Oikos**, 91: 213-224, 2000.
- Isaaks E.H., Srivastava R.M. **An introduction to applied geostatistics**. New York, Oxford University, 1989, 561p.
- Karadinos M.G. Optimum sampling size and comments on some published formulae. **Bulletin Entomology Society American**, 22: 417-421, 1976.
- Karban R., Baldwin I.T. **Induced responses to herbivory**. Chicago, Chicago University, 1997, 319p.
- Karban R., Thaler J.S. Plant phase change and resistance to herbivory. **Ecology**, 80: 510-517, 1999.
- Kearsley J.C., Whitham T.G. Development changes in resistance to herbivory: Implications for individuals and populations. **Ecology**, 70: 422-434, 1989.
- Krebs C.J. **Ecological methodology**. New York, Harper and Hall, 1989. 654p.
- Lam W.K.F., Pedigo L.P., Hinz P.N. Population dynamics of bean leaf beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) in Central Iowa. **Environmental Entomology**, 30: 562-567. 2001.
- Lopes E.N. **Bioecologia de *Polyphagotarsonemus latus* em acessos de pinhão manso (*Jatropha curcas*)**. Viçosa, 2009, 69p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, 2009.
- Luo C.W., Li R., Chen Y., Sun Y.Y. Floral display and breeding system of *Jatropha curcas* L. **Forestry Studies in China**, 9: 114-119, 2007.

- Manica I. **Fruticultura tropical, 3. Mamão**. São Paulo, Ceres, 1982. 276p.
- Mendonça R.S., Ferreira D.N.M., Diniz I.R., Flechtmann C.H.W. South American spider mites, new hosts and localities. **Journal of Insect Science**, 11: 1-18, 2011.
- Midgarden D.G., Youngman R.R., Fleischer S.J. Spatial analysis of counts of Western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) adults on yellow sticky traps in corn: geostatistics and dispersion indices. **Environmental Entomology**, 22: 1124-1133, 1993.
- Montandon R., Slosser J.E., Frank W.A. Factors reducing the pest status of the russian wheat aphid (Homoptera, Aphididae) on wheat in the rolling plains of Texas. **Journal of Economic Entomology**, 86: 899-905, 1993.
- Moraes G.J., Flechtmann C.H.W. **Manual de acarologia: Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto, Holos, 2008. 288p.
- Moura M.F., Picanço M.C., Silva E.M., Guedes R.N.C., Pereira J.L. Plano de amostragem do biótipo B de *Bemisia tabaci* na cultura do pepino. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, 38: 1357-1363, 2003.
- Oliveira S.J.C. **Componentes do crescimento do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em função da poda e adubação mineral**. Areia-PB, 2009, 110p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba. 2009.
- Oliveira I.R. **Amostragem de *Leucoptera coffeella* e de suas vespas predadoras no cafeeiro**. Viçosa, 2003, 98p, Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- Pearce S., Zalucki M.P. Do predators aggregate in response to pest density in agroecosystems? Assessing within field spatial patterns. **Journal of Applied Ecology**, 43: 128-140. 2006.
- Pedigo L.P., Rice M.E. **Entomology and pest management**. Saddle River, Prentice Hall, 2006. 563p.
- Peña J.E. Relationships of Broad mite (Acari: Tarsonemidae) density to lime damage. **Journal of Economic Entomology**, 83: 2008-2015, 1990.
- Pereira E.J.G., Picanço M.C., Bacci L., Crespo A.L.B., Guedes R.N.C. Seasonal mortality factors of the Coffee leafminer *Leucoptera coffeella*. **Bulletin of Entomological Research**, 97: 421-432, 2007.
- Peters E.P., Sterling W.L. Sequential sampling cotton squares damaged by Boll weevils or *Heliothis* spp. in the coastal bend of Texas. **Journal of Economic Entomology**, 68: 543-545, 1975.
- Picanço M.C., Pereira E.J.G., Crespo A.L.B., Semeão A.A., Bacci L. Manejo integrado das pragas das fruteiras tropicais. In: Zambolim L. **Manejo integrado Fruteiras Tropicais: doenças e pragas**. Viçosa, Departamento de Fitopatologia, 2002, p.513-578.

- Picanço M.C., Oliveira I.R., Rosado J.F., Silva F.M., Gontijo P.C., SILVA R.S. Natural biological control of *Ascia monuste* by the social wasp *Polybia ignobilis* (Hymenoptera: Vespidae). **Sociobiology**, 56: 67-76, 2010.
- Podoler H., Rogers D. A new method for the identification of key factors from life-table data. **Journal Animal Ecology**, 44: 85-114. 1975.
- Power M.E. Top-down and bottom-up forces in food webs: Do plants have primacy? **Ecology**, 73: 733-746, 1992.
- Price P.W. **Insect Ecology**, New York, John Wiley & Sons, 1997. 888p.
- Reynolds D.R., Riley J.R., Armes N.J., Cooter R.J., Tucker M.R., Colvin J. Techniques for quantifying insect migration. In: Dent D. R., Walton M.P. **Methods in Ecological and Agricultural Entomology**. Wallingford, CAB International, 1997. p.111-145.
- Roininen H., Price P.W., Tahvanainen J. Colonization and extinction in a population of the shoot galling sawfly, *Euura amerinae*. **Oikos**, 68: 448-454, 1993.
- Rojás B.A. La binomial negativa y la estimacion de intensidad de plagas en el suelo. **Fitotecnia Latinamericana**, 1: 27-36, 1964.
- Rosolem C.A., Marubayashi O.M. **Seja o doutor do seu feijoeiro. Informações Agronômicas**, Piracicaba, Potafós, 1994, (Encarte, 68), 18p.
- Sanchez J.A.S., McGregor R.R., Gillespie D.R. Sampling plan for *Dicyphus hesperus* (Heteroptera: Miridae) on greenhouse tomatoes. **Environmental Entomology**, 31: 331-338, 1992.
- Sarmiento R.A., Macedo D.R., Faraji F., Erasmo E.A.L., Lemos F., Teodoro A.V., Santos G.R., Pallini A. Suitability of the predatory mites *Iphiseiodes zuluagai* and *Euseius concordis* in controlling *Polyphagotarsonemus latus* and *Tetranychus bastosi* on *Jatropha curcas* plants in Brazil. **Experimental & Applied Acarology**, 53: 203-214, 2010.
- Schoonhoven L.M., Van Loon J.J.A., Dicke M. **Insect-plant biology**. London, Oxford University. 2005. 440p.
- Schotzko D.J., O'keeffe L.E. Geostatistical description of the spatial distribution of *Lygus hesperus* (Heteroptera: Miridae) in lentils. **Journal of Economic Entomology**, 82: 1277-1288, 1989.
- Semeão A.A., Martins J.C., Picanço M.C., Chediak M., Silva E.M., Silva G.A. Seasonal variation of natural mortality factors of the guava psyllid *Triozoida limbata*. **Bulletin of Entomological Research**, 102: 1-11, 2012.
- Silva E.A., Oliveira J.V., Gondim Jr. M.G.C., Menezes D. Biologia de *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904) (Acari: Tarsonemidae) em pimentão. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 27: 223-228, 1998.
- Silveira D.A. O controle racional do ácaro branco e da ferrugem. **Informe Coopercitrus**, 7: 17-20, 1993.

- Sirisomboon P., Kitchaiya P., Pholpho T., Mahuttanyavanitch W. Physical and mechanical properties of *Jatropha curcas* L. fruits, nuts and kernels. **Biosystems and Engineering**, 97: 201-207, 2007.
- Sokal R.R., Oden N.L. Spatial autocorrelation in biology. 1. Methodology. **Biological Journal of the Linnean Society**, 10: 199-228, 1978.
- Southwood T.R.E. **Ecological methods**. London, Chapman and Hall, 1978. 524p.
- Spiegel L.H., Price P.W. Plant aging and the distribution of *Rhyacionia neomexicana* (Lepidoptera: Tortricidae). **Environmental Entomology**, 25: 359-365, 1996.
- Stern V.M., Smith R.F., Van den Bosch R., Hagen K.S. The integrated control concept. **Hilgardia**, 29: 81-101, 1959.
- Tuttle D.M., Baker E.W., Sales F.M. Spider mites (Tetranychidae: Acarina) of the State of Ceara, Brazil. **International Journal of Acarology**, 3: 1-8, 1977.
- Venzon M., Rosado M.C., Molinarugama A.J., Duarte V.S., Dias R., Pallini A. Acaricidal efficacy of neem against *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae). **Crop Protection**, 27: 869-872, 2008.
- Wallner W.E. Factors affecting insect population dynamics: differences between outbreak and non outbreak species. **Annual Review of Entomology**, 32: 317-340, 1987.
- Willmer P.G. Microclimate and the environmental physiology of insects. **Advances in Insect Physiology**, 16: 1-57, 1982.
- Wright R.J., Devries T.A., Young L.J., Jarvi K.J., Seymour R.C. Geostatistical analysis of the small scale distribution of European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) larvae and damage in whorl stage corn. **Environmental Entomology**, 31: 160-167. 2002.
- Zhang Z.Q. **Mites of greenhouses: identification, biology and control**. Wallingford, CABI Publishing, 2003, 244p.

PLANOS DE AMOSTRAGEM DE ÁCAROS PRAGA DO PINHÃO MANSO

RESUMO

O ponto inicial de geração de sistemas de tomada de decisão de controle de pragas é a determinação de planos de amostragem convencional. Entre as pragas mais importantes do pinhão manso estão os ácaros *Polyphagotarsonemus latus* e *Tetranychus bastosi*. Assim neste capítulo objetivou-se determinar os planos de amostragens para *P. latus* e *T. bastosi* em pinhão manso. Para tanto, estes ácaros foram monitorados em lavouras de pinhão manso em Caseara, Formoso do Araguaia e Palmas em Tocantins de 2010 a 2012. O plano de amostragem determinado para *T. bastosi* consistiu da avaliação do número de ácaros. cm^{-2} em 102 amostras com lupa manual de 20 aumentos. O local ideal de amostragem deste ácaro foi à face abaxial da 4ª folha mais apical do ramo localizado no terço mediano do dossel das plantas. Na face abaxial *T. bastosi* deve ser avaliado nas partes laterais da porção mediana da folha próximo à sua borda. Já o plano de amostragem determinado para *P. latus* consistiu da avaliação do número de ácaros. cm^{-2} em 135 amostras com lupa manual de 20 aumentos. O local ideal de amostragem deste ácaro foi à face abaxial da 4ª folha mais apical do ramo localizado no terço apical do dossel das plantas. Na face abaxial *P. latus* deve ser avaliado nas partes laterais à inserção do pecíolo da folha. Os maiores ataques de *P. latus* e *T. bastosi* ocorreram no outono de 2012 e primavera de 2011, respectivamente.

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de tomada de decisão de controle dos programas de manejo integrado de pragas contribuem para o controle das pragas de forma eficiente, econômica e ambientalmente sustentável. O ponto inicial de geração de sistemas de tomada de decisão de controle de pragas é a determinação de planos de amostragem convencional. Estes planos possibilitam a determinação de níveis de dano econômico, escolha da melhor unidade e técnica de amostragem. Além disso, os planos convencionais de amostragem são utilizados como padrão para a validação de planos de amostragem sequencial (Moura et al. 2003, Gusmão et al. 2005, Bacci et al. 2006).

A unidade e técnica usadas nos planos de amostragens devem determinar densidades relativas representativas das densidades absolutas, ter alta precisão, baixo custo e possibilitar uma amostragem rápida. Para se estabelecer planos de amostragem é necessário conhecer a distribuição de frequência dos dados de densidade da praga. Este procedimento possibilita a seleção da metodologia a ser usada na determinação do número de amostras do plano de amostragem (Moura et al. 2003, Gusmão et al. 2005).

O aumento da demanda mundial por biocombustíveis tem estimulado em todo mundo o plantio de oleaginosas. Neste contexto, o pinhão manso é uma das oleaginosas mais promissoras (Luo et al. 2007, Sirisomboon et al. 2007). Entre as pragas mais importantes do pinhão manso estão os ácaros *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Prostigmata: Tarsonemidae) e *Tetranychus bastosi* Tuttle, Baker & Sales (Prostigmata: Tetranychidae) (Sarmiento et al. 2010).

P. latus está distribuído por todo mundo atacando 60 famílias de plantas (Zhang 2003). Este ácaro prefere atacar brotações e folhas novas. Seu ataque reduz a expansão foliar deixando as folhas com textura coriácea, sua face abaxial com aspecto vítreo e seus bordos retorcidos (Morais & Flechtmann 2008, Sarmiento et al. 2010).

T. bastosi está distribuído principalmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, onde é relatado atacando dez famílias de plantas (Morais & Flechtmann 2008). O ataque deste ácaro provoca o amarelecimento e queda das folhas, e em alta infestação produz teias que dificultam a ação de predadores e a penetração da luz solar até a superfície foliar (Mendonça et al. 2011).

A arquitetura da planta interfere na seleção das amostras a compor os planos de amostragem. Neste contexto, as plantas de pinhão manso possuem ramos em posições distintas no dossel, folhas em diferentes posições no ramo e partes distintas no limbo foliar. Estas características podem influenciar a intensidade de ataque de ácaros e, conseqüentemente, na seleção da amostra para compor o plano de amostragem. Entre as técnicas usadas na amostragem de ácaros está a contagem direta usando microscópio estereoscópico ou lupa manual (Aghajanzadeh & Mallik 2007, Martins et al. 2010). Entretanto, não se conhece a eficiência dessas técnicas na determinação da densidade populacional de ácaros em pinhão manso.

Apesar da importância dos ácaros como pragas do pinhão manso e da amostragem em programas de manejo de pragas, os planos de amostragem para estas pragas não estão estabelecidos para a cultura do pinhão manso. Assim, o objetivo deste capítulo foi estabelecer planos de amostragem convencional para os ácaros *P. latus* e *T. bastosi* no pinhão manso.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Condições experimentais

Os dados deste trabalho foram coletados nos anos de 2010 a 2012 em 18 lavouras de pinhão manso, cada lavoura com cerca de 4 ha e suas plantas tinham quatro anos de idade. Sendo quatro lavouras localizadas em Caseara (-9° 20' 23,52"S, -49° 50' 50,64"W e altitude de 174m), duas em Formoso do Araguaia (-11° 54' 7,58"S, -49° 33' 41,77"W e altitude de 240m) e doze em

Palmas (-10° 9' 22,07"S, -48° 29' 26,80"W e altitude de 280m) no estado do Tocantins. O espaçamento entre plantas era de 2 x 3 m. Os cultivos foram conduzidos conforme Sato et al. (2009) e não foram aplicados pesticidas.

O trabalho foi dividido em duas partes. Na primeira parte foi selecionada a técnica, a parte da folha, a folha e o terço do dossel a serem usados na amostragem de *T. bastosi* e o terço do dossel a ser usado na amostragem de *P. latus*. Para *P. latus* foi selecionado apenas o terço do dossel devido a Lopes (2009) ter determinado em seu trabalho os demais componentes do plano de amostragem deste ácaro nesta cultura. Já na segunda parte foi determinado o número de amostras dos planos de amostragem. As amostras foram coletadas em plantas equidistantes ao longo das lavouras para eliminar as tendências direcionais de avaliação (Midgarden et al. 1993). Os procedimentos usados em cada parte deste trabalho estão descritos a seguir.

2.2. Seleção da técnica, da parte da folha, da folha e do terço do dossel a serem usados na amostragem dos ácaros

Foram avaliadas duas lavouras uma em Formoso do Araguaia e outra em Palmas, TO. Em cada lavoura foram avaliadas 60 plantas.

2.2.1. Seleção da técnica a ser usada na amostragem de *T. bastosi*

Em cada planta foi avaliada a densidade de *T. bastosi* em duas folhas. A avaliação foi realizada em todas as partes do limbo foliar. Uma das folhas foi retirada da planta e acondicionada em sacola plástica transparente de 35 x 25 cm. Posteriormente esta folha foi avaliada em laboratório usando microscópio estereoscópico de 50 aumentos. A outra folha foi avaliada no campo usando lupa manual de 20 aumentos sem ser retirada da planta. Na avaliação com lupa manual a folha foi cuidadosamente virada, segurando-a pelo pecíolo de forma a não tocar no limbo foliar.

2.2.2. Seleção das partes da folha a ser usada na amostragem de *T. bastosi*

A densidade de *T. bastosi* foi avaliada em doze partes da folha usando a técnica selecionada no item 2.1.1 deste capítulo. As partes da folha foram distribuídas da seguinte forma, seis destas estavam localizadas na face abaxial e as demais na face adaxial da folha (Figura 1). Em cada parte da folha foi avaliado o número de ácaros por cm². No total foram avaliadas 1440 amostras. Nesta parte do trabalho as densidades relativas foram os números de ácaros em cada parte da folha e densidade absoluta foi o número de ácaros por folha.

2.2.3. Seleção da folha a ser usada na amostragem de *T. bastosi*

A densidade de *T. bastosi* foi avaliada nas partes da folha selecionadas e usando a técnica selecionada nos itens 2.1.2 e 2.1.1 deste capítulo, respectivamente. A folha mais apical do ramo recebeu o número um, a segunda folha mais apical do ramo recebeu o número dois e assim sucessivamente. No total foram avaliadas 1800 amostras em ramos que possuíam de 3 a 19 folhas. Nesta parte do trabalho as densidades relativas foram os números de ácaros por folha e densidade absoluta foi o número total de ácaros por ramo.

2.2.4. Seleção do terço do dossel a ser usado na amostragem de *P. latus* e *T. bastosi*

O dossel das plantas foi dividido em três partes: terço apical, mediano e basal. A densidade de *T. bastosi* foi avaliada usando a amostra selecionada nos itens 2.1.2 e 2.1.3 e a técnica selecionada no item 2.1.1. Já para *P. latus* foram usadas à amostra e a técnica selecionadas por Lopes (2009). Nesta

parte do trabalho as densidades relativas foram o número de ácaros por terço do dossel e a densidade absoluta foi o número total de ácaros na planta.

2.2.5. Análise dos dados

Na seleção da amostra e da técnica foram empregados os critérios de representatividade, rapidez, custo e precisão (Southwood 1978, Bacci et al. 2006). Na seleção da amostra também o critério de representatividade foi empregado (Bacci et al. 2006). Este critério não foi empregado na seleção da técnica de amostragem devido a não ser possível estabelecer uma densidade absoluta a ser usada como padrão de comparação nesta parte do trabalho. Pelo critério de representatividade, foram selecionadas as amostras que apresentaram correlação positiva e significativa ($p < 0,05$) entre as densidades relativas e as densidades absolutas pelo teste t. Quando mais de uma amostra apresentou correlação positiva e significativa foram realizadas análises de regressão linear simples entre as densidades relativas com a densidade absoluta. As curvas estimadas passaram pela origem dos eixos. As amostras selecionadas foram aquelas que apresentaram maior coeficiente angular a $p < 0,05$. Os coeficientes angulares das curvas foram comparados pelos intervalos de confiança a 95% de probabilidade.

Já pelo critério de precisão foram usadas as variâncias relativas (VR). A VR foi calculada usando a fórmula: $VR = [100 * S(\bar{x})] / \bar{x}$, onde: $S(\bar{x})$ = erro padrão da média e (\bar{x}) = média dos dados amostrais. As amostras com $VR > 25\%$ foram descartadas por determinarem densidades imprecisas (Southwood 1978). Pelos critérios de rapidez e custo foram usadas amostras e técnicas mais rápidas e de menor custo (Moura et al. 2003, Bacci et al. 2006). As densidades dos ácaros, tempo e custo de amostragem foram submetidos a análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey a $p < 0,05$.

2.3. Determinação do número de amostras do plano de amostragem

Foram avaliadas 18 lavouras. Em cada lavoura as densidades de *P. latus* e *T. bastosi* foram avaliadas em 300 plantas. Esta avaliação foi realizada utilizando a técnica e amostra selecionadas no item 2.2.4 deste capítulo para *T. bastosi*. Para *P. latus* foram usados às amostras e técnica selecionadas por Lopes (2009) no terço do dossel selecionado no item 2.2.4 deste capítulo. Em cada planta foram avaliadas duas folhas, sendo uma para cada espécie de ácaro. Isto foi feito devido as amostras selecionadas para cada uma destas espécies de ácaro serem diferentes.

Foram calculados as médias (\bar{x}) e os erros padrões [$S(\bar{x})$] das densidades de ácaros. Foram calculadas as frequências esperadas e observadas dos dados de intensidades de ataque dos ácaros ao pinhão manso para as distribuições binomial negativa, Poisson e binomial positiva (Binns et al. 2000). As densidades dos ácaros em uma lavoura foram consideradas como pertencentes a uma distribuição de frequência quando as diferenças entre as frequências esperadas e observadas foram não significativas pelo teste de qui-quadrado a $p > 0,05$ (Bacci et al. 2006).

A distribuição de frequência selecionada foi aquela que se ajustou aos dados da maioria das lavouras (Young & Young 1998). Para as lavouras cujos dados se ajustaram a distribuição de frequência binomial negativa foi calculado o parâmetro k . Posteriormente, foram verificados se as lavouras possuíam um parâmetro de agregação comum (k_{comum}). Esta determinação foi realizada por análise de regressão linear simples (Bliss & Owen 1958), quando esta regressão apresenta inclinação significativa e intercepto não significativo, indica que as lavouras possuem parâmetro de agregação comum. Se as lavouras possuírem um k_{comum} o valor deste parâmetro é calculado conforme Young & Young (1998).

Posteriormente, foi determinado o erro de amostragem a ser usado no cálculo do número de amostras. Esta determinação foi baseada no critério de

praticidade (Pedigo 1988). Segundo Moura et al. (2003) num plano de amostragem praticável o tempo de amostragem não deve ser maior a uma hora. Na determinação do erro a ser admitido nos planos de amostragem inicialmente foram calculados os números de amostras dos planos de amostragem usando valores de erro de amostragem de 0,05; 0,10; 0,15; 0,20 e 0,25. Estes valores foram testados por serem os níveis de erro geralmente usados nos planos de amostragem (Pedigo 1998, Moura et al. 2003, Bacci et al. 2006). Para as lavouras em que os dados ajustaram-se a distribuição de frequência binomial negativa, o número de amostras foi calculado pela fórmula (Young & Young 1998):

$NA = C^2 (\bar{\mu}^{-1} + k_{comum}^{-1})$, onde: NA = número de amostras, C = erro de amostragem, μ = média de densidade das lavouras e k_{comum} = parâmetro de agregação comum da distribuição binomial negativa.

Para as lavouras em que os dados amostrais não ajustaram-se a uma distribuição teórica de frequência, o número de amostras foi calculado pela fórmula (Pedigo 1988):

$NA = [(t \times S / D \times \mu)]^2$, onde: NA = número de amostras; D = erro admitido; μ = média da população; S = desvio padrão e t = valor tabelado do teste de Student a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS

3.1. Seleção da técnica, da parte da folha, da folha e do terço do dossel a serem usados na amostragem dos ácaros

3.1.1. Seleção da técnica a ser usada na amostragem de *T. bastosi*

Entre as duas técnicas testadas para a amostragem de *T. bastosi*, foram detectados ácaros quando foi utilizada a técnica de contagem direta com lupa manual de 20 aumentos. Essa técnica apresentou variância relativa menor que 25%, propiciando um menor tempo e custo de amostragem do que com o uso de microscópio estereoscópio em laboratório (Tabela 1). Portanto, o uso da

lupa manual de 20 aumentos no campo foi a melhor técnica para amostragem de *T. bastosi*.

3.1.2. Seleção das partes da folha a serem usadas na amostragem de *T. bastosi*

Foram observadas diferenças significativas nas densidades de *T. bastosi* nas diferentes partes da folha em que se realizou a amostragem ($F_{5, 715}=12,49$, $p<0.001$). As maiores densidades do ácaro foram observadas nos locais 3 e 5 da face adaxial da folha (Tabela 2 e Figura 1). Além disto, a amostragem de *T. bastosi* nos locais 3 e 5 da face abaxial apresentaram amostras com variâncias relativas menores que 25%, os maiores coeficientes de regressão significativos ($p<0,01$) entre as densidades absolutas e as densidades relativas e propiciou os menores tempos de amostragem (Tabela 2). Portanto, os locais 3 e 5 da face abaxial da folha foram os melhores locais na folha para amostragem de *T. bastosi*.

3.1.3. Seleção da folha a ser usada na amostragem de *T. bastosi*

Foram observadas diferenças significativas nas densidades de *T. bastosi* em função da posição da folha no ramo ($F_{14; 1785}=7.18$, $p<0,001$). As maiores densidades do ácaro foram observadas na 3ª e 4ª folha do ramo. Somente na 3ª, 4ª e 5ª folha do ramo as densidades de *T. bastosi* apresentaram variâncias relativas menores que 25%. Na 2ª, 3ª, 4ª, 5ª, 6ª, 7ª, 8ª, 9ª, 10ª e 13ª folha do ramo as densidades relativas apresentaram correlação significativa ($p<0,05$) com a densidade absoluta. Entre estas, a 4ª folha do ramo foi aquela cuja curva da densidade relativa em função da densidade absoluta apresentou significativamente maior coeficiente angular (Tabela 3). Portanto, a 4ª folha mais apical do ramo foi a melhor folha para amostragem do ácaro *T. bastosi*.

3.1.4. Seleção do terço do dossel a ser usado na amostragem de *P. latus* e *T. bastosi*

Não foram observadas diferenças significativas nas densidades de *P. latus* ($F_{2; 4045}=1,22$, $p=0,295$) e *T. bastosi* em função do terço do dossel ($F_{2; 4045}=0,76$, $p=0,173$). Todos os terços do dossel da planta apresentaram amostras com variâncias relativas menores que 25% para amostragem de *P. latus* e *T. bastosi*. As densidades relativas de *P. latus* e *T. bastosi* nos três terços do dossel apresentaram correlações significativas com a densidade absoluta na planta. Para *P. latus* a curva das densidades relativas no terço apical do dossel em função das densidades absolutas foi a que apresentou o maior coeficiente angular. Já para *T. bastosi* a curva das densidades relativas no terço mediano do dossel em função das densidades absolutas foi a que apresentou o maior coeficiente angular (Tabela 4).

3.2. Determinação do número de amostras do plano de amostragem

Para determinação do número de amostras de *P. latus* em todas as lavouras a variância (σ^2) foi maior do que a média (\bar{x}), indicando agregação dos dados. Em seis das 19 lavouras as densidades de *P. latus* se ajustaram a distribuição de frequência binomial negativa (Tabela 4). Portanto, o número de amostras do plano de amostragem de *P. latus* foi calculado usando a fórmula da distribuição binomial negativa.

A regressão entre o parâmetro de agregação comum (k_{comum}) das seis lavouras em função dos parâmetros k individuais de cada lavoura apresentou inclinação significativa ($p<0,01$) e intercepto não significativo ($p>0,01$) (Tabela 5). Portanto, existe um parâmetro de agregação comum (k_{comum}) entre as amostras das densidades do ácaro *P. latus* das seis lavouras. Um plano de amostragem com tempo menor que uma hora foi gerado com um valor de erro admitido de 0,25 (Tabela 5). Assim, o plano de amostragem para o ácaro *P. latus* foi composto de 135 amostras por lavoura.

Para *T. bastosi* em todas as lavouras a variância (σ^2) foi maior do que a média (\bar{x}), indicando agregação dos dados. Entretanto, em nenhuma das lavouras as densidades de *T. bastosi* se ajustaram a alguma distribuição de frequência. As densidades nas lavouras estiveram mais próximas de se ajustarem à binomial negativa do que a Poisson (Tabela 4). Portanto, o número de amostras do plano de amostragem do ácaro *T. bastosi* foi calculado usando a fórmula geral proposta por Pedigo & Rice (2006).

Para as quatro lavouras o erro de amostragem de 0,25 foi o menor valor deste parâmetro que gerou um plano de amostragem com tempo menor que uma hora (Tabela 6). Portanto, no cálculo do número de amostras do plano de amostragem o erro de amostragem a ser usado deve ser de 0,25. Assim, o plano de amostragem para o ácaro *T. bastosi* foi composto de números de amostras por lavoura variando de 81 a 102.

4. DISCUSSÃO

A melhor técnica de amostragem foi a contagem direta dos ácaros usando lupa manual de 20 aumentos no campo. Esta técnica possibilitou amostragem mais rápida, de menor custo e de boa precisão (variâncias relativas menores que 25%). Nas folhas empregadas para contagem dos ácaros usando microscópio estereoscópio em laboratório não foi detectada a presença de ácaros. Isto ocorreu, possivelmente, devido ao tempo de deslocamento das lavouras ao laboratório (maior que 12 horas em algumas vezes) ter feito com que os ácaros fugissem das folhas. A amostragem com lupa manual foi mais rápida porque esta técnica requer um menor número de operações do que a amostragem com microscópio estereoscópico. A amostragem mais rápida apresenta menor custo por reduzir o uso de mão-de-obra que é o principal componente do custo de amostragem. Outra vantagem do uso de lupa manual é a realização de amostragem no campo o que possibilita avaliar os ácaros nas partes da folha onde eles se encontram.

Os locais ideais para amostragem de *T. bastosi* foram às partes laterais da face abaxial próximas à borda da folha (partes 3 e 5) (Figura 1). A folha ideal para amostragem de *T. bastosi* foi a 4ª folha mais apical do ramo. Os locais com maiores densidades das pragas são geralmente os locais ideais para amostragem destas espécies por gerarem planos de amostragem representativos e precisos (Southwood 1978, Sanchez et al. 1992, Moura et al. 2003, Gusmão et al. 2005, Bacci et al. 2006). Este fato também ocorreu neste trabalho já que às partes laterais da face abaxial próximas às bordas da folha e a 4ª folha mais apical do ramo foram os locais de maior ataque de *T. bastosi*, além de terem sido as amostras mais precisas e mais representativas da densidade absoluta.

As maiores densidades de *T. bastosi* nas partes laterais da face abaxial próximas às bordas da folha (partes 3 e 5) e na 4ª folha mais apical do ramo indicam que estes locais são favoráveis a este ácaro. Uma das características que pode favorecer as maiores densidades de *T. bastosi* nas partes 3 e 5 é a existência de ondulações na folha nestes locais as quais podem servir de abrigo ao ácaro e facilitar a fixação de suas teias.

Entre as características da 4ª folha mais apical do ramo que podem favorecer a *T. bastosi* está o seu estágio fisiológico de desenvolvimento e sua posição no ramo. As folhas mais apicais do ramo são novas e algumas delas estão expandindo o limbo foliar, já as folhas basais são mais velhas. As folhas mais velhas, geralmente, apresentam pior qualidade nutricional por serem mais lignificadas e possuírem menores teores de água e nutrientes (especialmente nitrogênio) (Bernays & Chapman 1994). Essas características podem afetar a abundância de ácaros Tetranychidae por aumentar a sua mortalidade e migração de indivíduos para folhas mais novas (Kerguelen & Hoddle 2000). Para outros ácaros Tetranychidae já foi relatado aumento do desempenho biológico quando eles se alimentam de folhas mais novas devido aos maiores teores de nitrogênio (Wilson 1994). Já as folhas mais apicais do ramo são mais expostas a intempéries climáticas e a inimigos naturais. Com relação à 4ª folha

mais apical do ramo, apresenta-se totalmente expandida, nova e protegida pelas três folhas mais apicais do ramo acima desta, essas características devem ter favorecido maiores populações de *T. bastosi*.

As partes do dossel das plantas de pinhão manso ideais para amostragem de *P. latus* e *T. bastosi* foram os terços apical e mediano, respectivamente. Também foram estas partes que apresentaram as maiores densidades de ácaros. Portanto, estes ácaros preferem atacar partes diferentes do dossel da planta de pinhão manso. Uma hipótese que explicaria este fato seria a utilização diferencial de recursos devido à competição interespecífica por locais de alimentação entre *P. latus* e *T. bastosi*.

A utilização diferencial dos recursos pode ocorrer por diferenciação de micro-habitat entre as espécies, alimentação em diferentes dosséis da planta ou mesmo na distribuição geográfica. Alternativamente, a disponibilidade dos diferentes recursos pode ser separada no tempo como, por exemplo, ataque de alguns insetos no início e outros no final do cultivo, diferentes horários ou em diferentes estações do ano (Bernays e Chapman 1994). Assim, parece ser o que ocorre entre *P. latus* e *T. bastosi*, uma vez que, os mesmos atacam diferentes partes do limbo foliar e apresentam picos populacionais em épocas distintas do ano (Lopes 2009, Morais & Flechtmann 2008).

O ajuste dos dados das densidades de *P. latus* à distribuição binomial negativa, na maioria das lavouras indica agregação da população. Isto pode ser observado pela elevada frequência de amostras com densidades extremas (baixas ou altas), que resulta na obtenção de variâncias maiores que a média (Tonhasca et al. 1994). Esse tipo de agregação parece ser comum em populações de ácaros e já foi demonstrado o ajuste de outros ácaros fitófagos a distribuição binomial negativa (Hall et al. 1997, Liu et al. 2003).

Já para *T. bastosi* os dados não se ajustaram à distribuição binomial negativa, apesar da relação média variância indicar uma distribuição agregada (Tonhasca et al. 1994). Isto deve ter ocorrido devido a uma extrema agregação dos ácaros, como indicado pelos elevados valores obtidos da σ^2/\bar{X} . Isto pode

acontecer quando a frequência observada dos valores de contagem de *T. bastosi* é zero onde o esperado seria ter amostras com pelo menos alguns ácaros. Quando isto ocorre a soma de quadrado dos erros do teste qui-quadrado fica muito elevada, inviabilizando o ajuste a binomial negativa.

Segundo Young and Young (1998), as populações de uma espécie em diferentes lavouras podem apresentar valores específicos do parâmetro k da distribuição binomial negativa. Desta forma, o número de amostras gerado para compor o plano de amostragem será diferente para cada lavoura. Entretanto, o plano de amostragem determinado para *P. latus* apresentou parâmetro de agregação comum contemplando às variâncias ocorridas nas populações das diferentes lavouras. Isso possibilitou a determinação de um plano de amostragem adequado às diversas lavouras atacadas por *P. latus*.

A falta de ajuste dos dados de *T. bastosi* a uma distribuição de frequência indica que para determinação do número de amostras deve-se utilizar fórmulas matemáticas que independem da distribuição (Silva 2006). Com a fórmula é determinado um número de amostras para cada lavoura. Assim, o maior número de amostras entre as lavouras será adequado para avaliar a população de *T. bastosi* em todas as lavouras, desde que permita uma avaliação praticável.

Planos de amostragens são praticáveis quando possibilitam decisões rápidas. Neste contexto, a coleta e o processamento dos dados de amostragem e tomada de decisão devem ser realizados num período do dia (manhã ou tarde), agilizando o controle da praga e evitando danos econômicos. Diante do ataque de ácaros, as decisões rápidas são fundamentais já que eles possuem alta taxa de crescimento populacional (Gutierrez & Helle 1985, Pedigo 1988, Picanço et al. 2002). Assim, segundo este critério, os planos de amostragem de *P. latus* e *T. bastosi* foram praticáveis, já que proporcionaram amostragens representativas, precisas, rápidas e de baixo custo.

Portanto, a melhor folha para amostragem de *T. bastosi* foi a 4ª mais apicais do ramo posicionado no terço mediano do dossel. Nesta folha devem

ser contados os ácaros nas partes 3 e 5 da face abaxial da folha. Já para *P. latus* as amostragens devem ser feitas no terço apical. A melhor técnica de amostragem foi a contagem direta usando lupa manual de 20 aumentos. O plano de amostragem de *P. latus* e *T. bastosi* foram compostos por 135 e 102 amostras por lavoura, respectivamente.

5. LITERATURA CITADA

- Aghajanzadeh S., Mallik P.D.T.B. Genetic diversity in *Hirsutella thompsonii* isolates based on random amplified polymorphic DNA analysis. **BioControl**, 52: 375-383, 2007.
- Bacci L., Picanço M.C., Moura M.F., Della Lucia T.M.C., Semeão A.A. Sampling plan for *Diaphania* spp. (Lepidoptera: Pyralidae) and for Hymenopteran parasitoids on cucumber. **Journal of Economic Entomology**, 99: 2177-2184, 2006.
- Bernays E.A., Chapman R.F. (1994) **Host-Plant Selection by Phytophagous Insects**. Chapman and Hall. New York.
- Binns M.R., Nyrop J.P., Werf W.V.D. **Sampling and monitoring in crop protection, the theoretical basis for developing practical decision guides**. New York, CABI Publishing, 2000, 296p.
- Bliss C.L., Owens A.R.G. Negative binomial distributions with a common k. **Biometrika**, 45: 37-58, 1958.
- Gusmão M.R., Picanço M.C., Zanuncio J.C., Silva D.J.H., Barrigossi J.A.F. Conventional sampling plan for *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in the tomato culture. **Scientia Horticulturae**, 103: 403-412, 2005.
- Gutierrez J., Helle W. Evolutionary changes in the Tetranychidae, p. 91-107. In: Helle W., Sabelis M.W. **Spider mites: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam, Elsevier Science Publisher 1, 1985, 405p.
- Hall D.G., Childers C.C., Eger J.E., Allen J.C. Citrus rust mite (Acari: Eriophyidae) counts on fruit and the negative binomial distribution. **Florida Entomologist**, 80:1-10, 1997.
- Kerguelen V, Hoddle M.S. Comparison of susceptibility of several cultivars of avocado of the persea mite *Oligonychus perseae* (Acari: Tetranychidae). **Scientia Horticulturae**, 84: 101-114, 2000.
- Liu H., Zhao Z., Deng X., Deng Y., He L., Wu S. Dynamics and spatial distribution pattern of natural population of *Schizotetranychus bambusae* Reck (Acari:Tetranychidae). **Acta Arachnol Sin**, 12: 32-37, 2003.

- Lopes E.N. **Bioecologia de *Polyphagotarsonemus latus* em acessos de pinhão manso (*Jatropha curcas*)**. Viçosa, 2009, 69p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, 2009.
- Luo C.W., Li R., Chen Y., Sun Y.Y. Floral display and breeding system of *Jatropha curcas* L. **Forestry Studies in China**, 9: 114-119, 2007.
- Martins G.L.M., Vieira M.R., Barbosa J.C., Dini J.A., Manzano A.M., Alves B.M.S., Silva R.M. Distribuição espacial de *Tenuipalpus heveae* Baker (Acari: Tenuipalpidae) na cultura da seringueira. **Neotropical Entomology**, 39:703-708, 2010.
- Mendonça R.S., Ferreira D.N.M., Diniz I.R., Flechtmann C.H.W. South American spider mites, new hosts and localities. **Journal of Insect Science**, 11: 1-18, 2011.
- Midgarden D.G., Youngman R.R., Fleischer S.J. Spatial analysis of counts of Western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) adults on yellow sticky traps in corn, Geostatistics and dispersion indices. **Environmental Entomology**, 22: 1124-1133, 1993.
- Moraes G.J., Flechtmann C.H.W. **Manual de acarologia: Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto, Holos, 2008. 288p.
- Moura M.F., Picanço M.C., Silva E.M., Guedes R.N.C., Pereira J.L. Plano de amostragem do biótipo B de *Bemisia tabaci* na cultura do pepino. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, 38: 1357-1363, 2003.
- Pedigo L.P. **Entomology and pest management**. New York: Macmillan, 1988. 646 p.
- Pedigo L.P., Rice M.E. **Entomology and pest management**. Saddle River, Prentice Hall, 2006. 563p.
- Picanço M.C., Pereira E.J.G., Crespo A.L.B., Semeão A.A., Bacci L. Manejo integrado das pragas das fruteiras tropicais. In: Zambolim L. **Manejo integrado Fruteiras Tropicais: doenças e pragas**. Viçosa, Departamento de Fitopatologia, 2002, p.513-578.
- Sanchez J.A.S., McGregor R.R., Gillespie D.R. Sampling plan for *Dicyphus hesperus* (Heteroptera: Miridae) on greenhouse tomatoes. **Environmental Entomology**, 31: 331-338, 1992.
- Sarmiento R.A., Macedo D.R., Faraji F., Erasmo E.A.L., Lemos F., Teodoro A.V., Santos G.R., Pallini A. Suitability of the predatory mites *Iphiseiodes zuluagai* and *Euseius concordis* in controlling *Polyphagotarsonemus latus* and *Tetranychus bastosi* on *Jatropha curcas* plants in Brazil. **Experimental & Applied Acarology**, 53: 203-214, 2010.
- Sato M., Bueno O.C., Esperancini M.S.T., Frigo E.P. A cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.): uso para fins combustíveis e descrição agrônômica. **Revista Varia Scientia**, 7: 47-62, 2009.

- Silva, E.M. **Plano de amostragem convencional de *Neoleucinodes elegantalis* na cultura do tomateiro**. 2006. 37p. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa,
- Sirisomboon P., Kitchaiya P., Pholpho T., Mahuttanyavanitch W. Physical and mechanical properties of *Jatropha curcas* L. fruits, nuts and kernels. **Biosystems and Engineering**, 97: 201-207, 2007.
- Southwood T.R.E. **Ecological methods**. London, Chapman and Hall, 1978. 524p.
- Tonhasca, A., Palumbo Jr. J.C., Byrne D.N. Distribution patterns of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in cantaloupe fields in Arizona. **Environmental Entomology**, 23: 949-954, 1994.
- Wilson L.J. Plant-quality effect on life-history parameters of the twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on cotton. **Journal of Economic Entomology**, 87: 1665-1673, 1994.
- Young L., Young J. **Statistical ecology: a population perspective**. Boston: Kulwer, 1998. 438p.
- Zhang Z.Q. **Mites of greenhouses: identification, biology and control**. Wallingford, CABI Publishing, 2003, 244p.

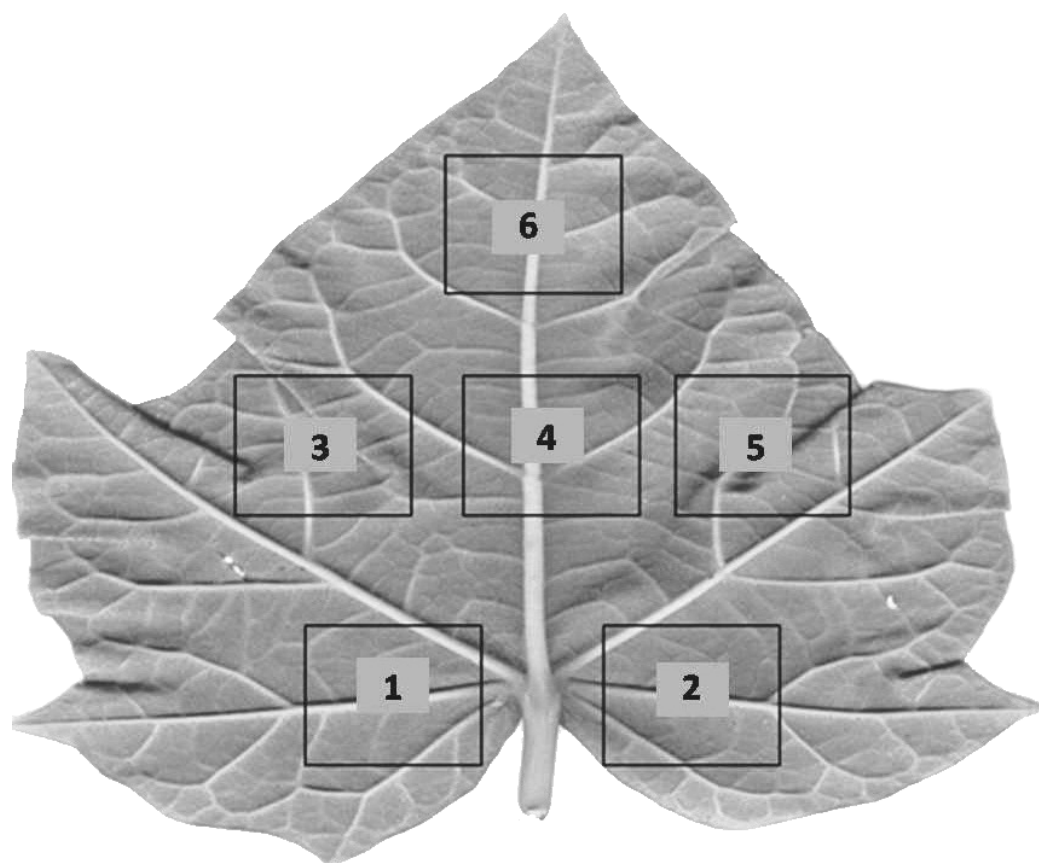


Figura 1. Partes da folha de pinhão manso usadas na avaliação das populações de *Polyphagotarsonemus latus* e *Tetranychus bastosi*.

Tabela 1. Densidade, variância relativa, tempo e custo de amostragem de *Tetranychus bastosi* usando duas técnicas.

Características	Técnica de amostragem*	
	Lupa manual	Microscópio estereoscópio
Densidade (ácaros. cm ⁻²)	0,84 ± 0,22	0,00 ± 0,00
Variância relativa (%)	14,44	-
Tempo (s. amostra ⁻¹)	14,59 ± 1,55	72,19 ± 3,35

* Médias na linha seguidas pela mesma letra não diferem, entre si, pelo teste F a $p < 0,05$.

Tabela 2. Densidades relativas e tempo de amostragem (média \pm erro padrão), variâncias relativas, correlações e coeficientes angulares das curvas de densidades relativas (ácaros. parte da folha⁻¹) em função das densidades absolutas (ácaros. folha⁻¹) de *Tetranychus bastosi* em pinhão manso.

Parte da folha	Densidade ¹ relativa	Tempo ¹ (s)	Variância ¹ relativa (%)	Correlação	Coeficiente ² Angular
Face da folha					
Adaxial	5,02 \pm 0,56	23, 79 \pm 0,84	11,15	0,76*	0,43* (0,38-0,48)
Abaxial	4,52 \pm 0,80	22,09 \pm 0,85	17,73	0,89*	0,57* (0,52-0,62)
----- Partes da face abaxial da folha					
1	0,90 \pm 0,14b	5,68 \pm 0,11	15,36	0,63*	0,17* (0,14-0,19)
2	0,70 \pm 0,13b	5,36 \pm 0,15	18,95	0,57*	0,14* (0,11-0,16)
3	1,31 \pm 0,22a	5,64 \pm 0,13	16,70	0,73*	0,28* (0,24-0,31)
4	0,34 \pm 0,10c	5,45 \pm 0,15	29,08	0,56*	0,09* (0,07-0,11)
5	1,59 \pm 0,22a	5,95 \pm 0,12	13,64	0,74*	0,30* (0,26-0,34)
6	0,18 \pm 0,05c	5,43 \pm 0,13	28,42	0,43*	0,04* (0,03-0,05)

¹ Médias na coluna seguidas por uma letra semelhante não diferem, entre si, pelo teste Tukey a $p < 0,05$.

² Os valores entre parêntesis são os intervalos de confiança dos coeficientes angulares das curvas a 95% de probabilidade.

* Correlações ou coeficientes angulares significativos pelo teste t e F a $p < 0,05$, respectivamente.

Tabela 3. Densidades relativas e tempo de amostragem (média \pm erro padrão), variâncias relativas, correlações e coeficientes angulares das curvas das densidades relativas (ácaros.folha⁻¹) em função das densidades absolutas (ácaro.ramo⁻¹) de *Tetranychus bastosi* em folhas em diferentes nos ramos de plantas de pinhão manso.

Folha	Densidade ¹ relativa	Tempo ¹ (s)	Variância ¹ relativa (%)	Correlação	Coefficiente ² Angular
1	0,12 \pm 0,04c	7,85 \pm 0,28	36,83	0,16	-
2	0,18 \pm 0,06b	9,33 \pm 0,32	36,21	0,61*	0,122* (0,094-0,149)
3	0,36 \pm 0,09a	8,97 \pm 0,30	23,77	0,42*	0,145* (0,103-0,187)
4	0,52 \pm 0,13a	10,35 \pm 0,55	24,47	0,52*	0,244* (0,185-0,303)
5	0,23 \pm 0,05b	11,07 \pm 0,16	24,37	0,20*	0,062* (0,034-0,092)
6	0,25 \pm 0,08b	12,06 \pm 0,47	31,13	0,47*	0,129* (0,092-0,166)
7	0,19 \pm 0,07b	12,98 \pm 0,52	36,16	0,38*	0,094* (0,059-0,129)
8	0,21 \pm 0,07b	14,88 \pm 0,73	33,56	0,55*	0,126* (0,094-0,158)
9	0,03 \pm 0,01c	14,56 \pm 0,36	57,25	0,26*	0,013* (0,005-0,021)
10	0,02 \pm 0,01c	14,55 \pm 0,78	70,41	0,21*	0,009* (0,003-0,015)
11	0,01 \pm 0,01c	16,58 \pm 0,60	100,00	0,09	-
12	0,01 \pm 0,01c	17,21 \pm 0,49	100,00	-0,03	-
13	0,02 \pm 0,01c	18,49 \pm 0,39	70,41	0,39*	0,014* (0,660-0,715)
14	0,01 \pm 0,01c	19,49 \pm 0,46	100,00	-0,04	-
15	0,02 \pm 0,02c	19,90 \pm 0,55	100,00	-0,01	-

¹ Médias na coluna seguidas por uma letra semelhante não diferem, entre si, pelo teste Tukey a $p < 0,05$.

² Os valores entre parêntesis são os intervalos de confiança dos coeficientes angulares das curvas a 95% de probabilidade.

* Correlações ou coeficientes angulares significativos pelo teste t e F a $p < 0,05$, respectivamente.

Tabela 4. Densidades relativas e tempos de amostragem (média \pm erro padrão), variâncias relativas, correlações e coeficientes angulares das curvas das densidades relativas (ácaros. terço do dossel¹) em função das densidades absolutas (ácaros. planta⁻¹) de *Polyphagotarsonemus latus* e *Tetranychus bastosi* em plantas de pinhão manso.

Terço do dossel	Densidade ¹ relativa	Tempo ¹ (s)	Variância ¹ relativa (%)	Correlação	Coefficiente ² angular
<i>P. latus</i>					
Apical	2,00 \pm 0,18a	11,84 \pm 0,47	8,93	0,88*	0,46* (0,46-0,47)
Mediano	1,75 \pm 0,12a	12,14 \pm 0,37	6,95	0,81*	0,30* (0,291-0,303)
Basal	1,44 \pm 0,10a	10,51 \pm 0,23	7,29	0,76*	0,24* (0,23-0,25)
<i>T. bastosi</i>					
Apical	4,30 \pm 0,24a	13,55 \pm 0,55	5,61	0,77*	0,23* (0,23-0,24)
Mediano	5,90 \pm 0,36a	12,99 \pm 0,30	6,13	0,88*	0,39* (0,39-0,40)
Basal	5,72 \pm 0,35a	12,14 \pm 0,36	6,15	0,87*	0,38* (0,37-0,38)

¹ Médias na coluna seguidas por uma letra semelhante não diferem, entre si, pelo teste Tukey a $p < 0,05$.

² Os valores entre parêntesis são os intervalos de confiança dos coeficientes angulares das curvas a 95% de probabilidade.

* Correlações ou coeficientes angulares significativos pelo teste t e F a $p < 0,05$, respectivamente.

Tabela 5. Índice de agregação (K) e teste de qui-quadrado (χ^2) para as frequências observadas e esperadas pela distribuição binomial negativa, Poisson e binomial positiva das densidades de *Polyphagotarsonemus latus* e *Tetranychus bastosi* no pinhão-mansão.

Lavoura	Densidade média (ácaros. cm ⁻²),	Variância	K	Binomial negativa		Poisson		Binomial positiva	
				χ^2	GL	χ^2	GL	χ^2	GL
<i>P. latus</i>									
1	0,54	2,37	0,16	25,3 ^{ns}	26	2x10 ^{16*}	27	3x10 ^{19*}	26
2	1,87	11,93	0,35	37,8 ^{ns}	30	4x10 ^{15*}	31	3x10 ^{14*}	30
3	0,58	4,82	0,08	10,6 ^{ns}	11	1x10 ^{10*}	12	1x10 ^{14*}	11
4	0,65	6,06	0,08	12,9 ^{ns}	10	1x10 ^{8*}	11	3x10 ^{13*}	10
5	0,82	5,13	0,16	20,1 ^{ns}	16	8x10 ^{11*}	17	6x10 ^{13*}	16
6	1,44	10,59	0,23	25,2 ^{ns}	22	3x10 ^{13*}	23	3x10 ^{13*}	22
<i>T. bastosi</i>									
1	55,2	6641,6	0,46	197,2*	111	2x10 ^{25*}	112	2x10 ^{5*}	111
2	24,0	1485,2	0,39	112,6*	40	1x10 ^{12*}	39	2x10 ^{10*}	40
3	9,4	309,4	0,29	67,49*	44	6x10 ^{16*}	43	2x10 ^{15*}	44
4	9,8	329,4	0,30	131,5*	43	2x10 ^{15*}	42	1x10 ^{16*}	43

* Significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Análise de variância dos dados do número de indivíduos de *Polyphagotarsonemus latus* para verificação do parâmetro de dispersão da distribuição binomial negativa comum (k_{comum}) em plantas de pinhão-mansão.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrados médios	F
Inclinação 1/ k_C	1	69,91	69,91	20,62*
Intercepto	1	11,43	11,43	3,37 ^{ns}
Resíduo	3	10,17	3,39	-

* Significativo a 5% de probabilidade. ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 7. Tempo (minutos) gasto na amostragem de *Polyphagotarsonemus latus* e *Tetranychus bastosi* em função do nível de erro admitido.

Lavoura	Níveis de erro admitido (%)				
	5	10	15	20	25
<i>P. latus</i> *					
1	3235	809	359	202	129
2	1358	339	151	85	54
3	5799	1450	644	362	232
4	5814	1453	646	363	233
5	3052	763	339	191	122
6	2040	510	227	127	82
Valor comum	3377	844	375	211	135
<i>T. bastosi</i> **					
1	2023	506	225	126	81
2	2269	567	252	142	91
3	2558	640	284	160	102
4	2510	627	279	157	100

* O número de amostras foi calculado usando a fórmula de Young & Young (1988) para dados que se ajustaram a distribuição de frequência binomial negativa.

** O número de amostras foi calculado usando a fórmula de Pedigo & Rice (2006) para dados que não se ajustam a nenhuma distribuição de frequência.

VARIAÇÃO SAZONAL DO ATAQUE DE *Polyphagotarsonemus latus* E *Tetranychus bastosi* AO PINHÃO MANSO

RESUMO

Os estudos de variação sazonal do ataque de pragas às culturas são importantes no estabelecimento de programas de manejo integrado. Entre os fatores que influenciam a sazonalidade das pragas estão os elementos climáticos e os inimigos naturais. Na cultura do pinhão manso os ácaros *Polyphagotarsonemus latus* e *Tetranychus bastosi* são as pragas mais importantes. Assim o objetivo deste capítulo foi determinar a variação sazonal de *P. latus* e *T. bastosi* no pinhão manso e a influência dos inimigos naturais e dos elementos climáticos sobre esta sazonalidade. O trabalho foi conduzido em Caseara, Formoso do Araguaia e Palmas no Tocantins de setembro de 2010 a julho de 2012. Foram monitorados os elementos climáticos e as densidades dos ácaros e dos inimigos naturais no período experimental. As maiores densidades de *P. latus* e de *T. bastosi* ocorreram no outono e primavera, respectivamente. Os picos populacionais de *P. latus* ocorreram em épocas chuvosas e de menor fotoperíodo e quando foram maiores as populações de aranhas predadoras. Já os picos populacionais de *T. bastosi* ocorreram em épocas quentes, de maior fotoperíodo e de baixa ocorrência de ventos e quando foram maiores as populações do predador *Stethorus* sp.

1. INTRODUÇÃO

Os estudos de variação sazonal do ataque de pragas às culturas permitem a determinação das melhores épocas de realização da amostragem e controle de pragas (Furlong et al. 2004, Naranjo & Ellsworth 2005, Bacci 2006). Além disso, estes estudos possibilitam o estabelecimento de modelos de previsão do ataque de pragas às culturas (Jepsen et al. 2008).

A sazonalidade do ataque de pragas às culturas é influenciada pelo clima, inimigos naturais, características da planta hospedeira, manejo da cultura e biologia dos organismos pragas. Estes fatores podem atuar de forma direta ou indireta sobre a praga e eles podem interferir na mortalidade, reprodução, desenvolvimento e comportamento da praga (Bacci 2006, Pereira et al. 2007).

Os principais elementos climáticos que influenciam na abundância dos artrópodes herbívoros são temperatura, chuvas, umidade relativa, ventos e fotoperíodo. A influência da planta sobre a abundância de artrópodes herbívoros ocorre principalmente devido a presença de substâncias que funcionam como aleloquímicos. Estas substâncias podem ter efeito tóxico ou estimulante, repelente ou atraente e arrestante ou deterrente sobre as pragas. Já os inimigos naturais, sobretudo os predadores, parasitóides e entomopatógenos podem causar grande mortalidade às populações de artrópodes praga (Picanço et al. 2010).

Nos últimos anos, vem aumentando em todo mundo o plantio de oleaginosas devido à busca de combustíveis sustentáveis. Entre as oleaginosas mais promissoras está o pinhão manso *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) (Luo et al. 2007, Sirisomboon et al. 2007). Nesta cultura os ácaros *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Prostigmata: Tarsonemidae) e

Tetranychus bastosi Tuttle, Baker & Sales (Prostigmata: Tetranychidae) são as pragas mais importantes (Sarmiento et al. 2010). O ácaro *P. latus* ataca brotações e folhas novas, seu ataque faz com que as folhas fiquem pequenas, retorcidas e com textura coriácea (Sarmiento et al. 2010). Já *T. bastosi* causa amarelecimento e queda precoce de folhas (Sarmiento et al. 2010).

Apesar da importância dos ácaros como pragas, pouco se conhece sobre a dinâmica populacional destas espécies na cultura do pinhão manso. Assim o objetivo deste capítulo foi determinar a variação sazonal de *P. latus* e *T. bastosi* no pinhão manso e estudar a influência dos inimigos naturais e elementos climáticos sobre suas sazonalidades.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Condições Experimentais

O trabalho foi conduzido em três lavouras de pinhão manso em Caseara (-9° 20' 23,52"S, -49° 50' 50,64"W e altitude de 174m), Formoso do Araguaia (-11° 54' 7,58"S, -49° 33' 41,77"W e altitude de 240m) e Palmas (-10° 9' 22,07"S, -48° 29' 26,80"W e altitude de 280m) no estado do Tocantins. As lavouras monitoradas de setembro de 2010 a julho de 2012 possuíam cerca de 4 ha. No início das avaliações as plantas possuíam quatro anos de idade. O espaçamento entre plantas de 2 x 3 m. As lavouras foram conduzidos conforme Sato et al. (2009) e nelas não foram aplicados pesticidas.

2.2. Características avaliadas

Foram avaliadas as densidades de *P. latus*, *T. bastosi* e inimigos naturais. Foram avaliadas 300 plantas em cada lavoura. Também foram

monitoradas diariamente por estações meteorológicas localizadas na sede de cada município a temperatura média do ar, o total de chuvas (mm), a umidade relativa do ar média (%), a velocidade média dos ventos (m/s), o total de insolação e o total de horas de luz (fotoperíodo) durante o período experimental. As densidades de *P. latus* e *T. bastosi* foram avaliadas na quarta folha mais apical do ramos, nos locais 1+2 e 3+5, respectivamente (Figura 1). As densidades de *P. latus* foram avaliadas no terço apical do dossel enquanto *T. bastosi* foi avaliado no terço mediano do dossel. Nas avaliações foi utilizado uma lupa de 20 aumentos. As amostras e técnica constituem a forma mais adequada de amostragem destes ácaros conforme o primeiro capítulo desta tese e Lopes (2009). As densidades dos inimigos naturais foram monitoradas nas mesmas folhas de avaliação dos ácaros.

As avaliações foram realizadas quinzenalmente em Formoso do Araguaia e Palmas. Já em Caseara as avaliações foram realizadas mensalmente. Os inimigos naturais observados foram coletados e acondicionados em frascos de vidro de 10 mL com álcool etílico 70%. No laboratório os inimigos naturais foram separados em morfo-espécies para serem enviados a taxonomistas para sua identificação.

2.3. Análises dos dados

Foram calculadas as frequências de ocorrências dos ácaros praga e dos inimigos naturais observados. Foram confeccionadas curvas de variação sazonal dos elementos climáticos, das densidades das pragas e inimigos naturais. Os dados das densidades das pragas foram submetidos à análise de redundância (RDA) em função dos elementos climáticos e dos inimigos naturais usando-se o programa Canoco 3.1 (Ter Braak & Smilauer 1998). A

significância do diagrama do RDA foi obtida usando a permutação de Monte Carlo testada pelo teste F a $p < 0,05$. O gráfico de ordenação “biplot” gerado por esta análise foi confeccionado usando o programa Canodraw 3.0. Neste gráfico os gradientes de reposta foram representados por vetores com origem no ponto central dos dois eixos do diagrama de ordenação. Neste diagrama o comprimento dos vetores é proporcional à importância da variável. Variáveis com correlação positiva possuem vetores com mesma direção e sentido. Já variáveis com correlação negativa possuem vetores com mesma direção e sentido contrário, sendo que quando o ângulo entre os vetores é de 90° as variáveis não possuem correlação.

3. RESULTADOS

As maiores intensidades de ataque de *P. latus* e *T. bastosi* ocorreram no outono de 2012 e primavera de 2011, respectivamente. Os locais com maior ataque de *P. latus* e *T. bastosi* sobre pinhão manso foram Palmas e Caseara, respectivamente. Os inimigos naturais observados foram predadores. Os predadores observados foram *Euseius concordis* Chant (Acari: Phytoseiidae), aranhas, *Stethorus* sp. (Coleoptera: Coccinellidae) e *Chrysoperla* sp. (Neuroptera: Chrysopidae) (Figuras 2 a 4).

Os dois eixos estimados pela análise de redundância (RDA) foram significativos ($F = 2,17$; $p = 0,004$; 499 permutações) e eles explicaram 73,8% da variação entre as densidades dos ácaros praga, populações de predadores e elementos climáticos. Verificou-se que os vetores no RDA que representaram *P. latus* e *T. bastosi* foram perpendiculares (Figura 5). Este fato indica que estes dois ácaros praga apresentam exigências ecológicas distintas. Verificaram-se que as densidades de *P. latus* apresentaram correlação

negativa com o fotoperíodo e com as populações de *Chrysoperla* sp. e correlação positiva com as chuvas e as populações de aranhas. Já as densidades de *T. bastosi* apresentaram correlação negativa com as populações de *E. concordis* e ventos, e correlação positiva com as populações de *Stethorus* sp., temperatura e fotoperíodo (Figuras 2 a 5).

4. DISCUSSÃO

Foi verificado que as maiores populações de *P. latus* ocorreram em dias mais curtos (menor fotoperíodo) já a maior abundância de *T. bastosi* ocorreu em dias mais longos (maior fotoperíodo). Segundo So & Takafuji (1991) o fotoperíodo pode induzir diapausa em ácaros. A diapausa é a paralização periódica de desenvolvimento do organismo desencadeada por um fenômeno externo que funciona como um sinal para seu início e fim (Denlinger 2002). Este fenômeno possibilita ao organismo sobreviver em condições adversas como a escassez de alimento, como ocorre com os ácaros que atacam o pinhão manso já que esta planta é caducifólia (Saturnino et al. 2005, Dias et al. 2007). Um fato que corrobora com esta hipótese é o fato da população de *P. latus* aumentar rapidamente quando surgem as novas brotações de pinhão manso em períodos de dias longos.

O maior ataque de *T. bastosi* ao pinhão manso ocorreu em períodos quentes, diversos artrópodes melhoram seu desempenho biológico com o aumento da temperatura. Neste contexto, altas temperaturas aumentam a reprodução e aumenta a taxa de desenvolvimento de diversos Tetranychidae (Liu & Tsai 1998, Bounfour & Tanigoshi 2001, Silva 2002). Organismos pecilotérmicos (como os artrópodes) possuem limiares térmicos de desenvolvimento e o seu desempenho biológico aumenta até a temperatura

ótima (Dixon et al. 2009). Como *P. latus* apresenta limites térmicos de desenvolvimento muito amplos (14 a 32° C) (Ferreira et al. 2006) a variação de temperatura nos locais deste estudo (23 a 28° C) não deve ter sido suficiente para afetar o tamanho das populações deste ácaro.

As chuvas afetaram positivamente *P. latus* e negativamente *T. bastosi*. Entre os efeitos negativos da chuva está a morte de artrópodes de pequeno tamanho como ácaros por derrubá-los ao solo ou levar a seu afogamento (Fransen 1990, Kuroli 2003, Naranjo & Ellsworth 2005, Leite et al. 2006, Gauthier et al. 2008). As chuvas também podem diminuir a locomoção dos artrópodes reduzindo os encontros entre parceiros sexuais para reprodução (Bacca et al. 2006) e proporcionar condições para desenvolvimento de fungos entomopatogênicos que são importantes inimigos naturais de ácaros (Van der Geest et al. 2000). Entre os efeitos positivos da chuva está o fornecimento de água às plantas, possibilitando o aumento de sua biomassa que constitui o alimento dos artrópodes herbívoros (Hopkins & Memmott 2003). Este efeito é muito importante para os artrópodes como *P. latus* que se desenvolvem em folhas novas que surgem no período chuvoso (Vieira et al. 2004, Moraes e Flechtmann 2008).

Os possíveis impactos negativos dos ventos sobre as populações de *T. bastosi* são a queda e morte desses organismos das folhas. Este efeito torna-se mais expressivo para esta espécie por apresentar um tamanho corporal bastante reduzido, o que faz com que seja facilmente arrastado pelo vento. Esta suposição é plausível, desde que a capacidade de arraste de ácaros pelo vento é dependente do tamanho e massa corporal desses organismos (Jung 2001, Croft & Jung 2001). Maiores populações do ácaro *Panonychus ulmi* (Koch) (Tetranychidae) foram encontrados em árvores de pêssigo protegidas

por quebra ventos do que árvores desprotegidas (Putman 1970). Tal diferença de populações ocorreu, segundo o autor deste trabalho, devido a ocorrência de ventos de alta velocidade sobre as árvores desprotegidas de quebra ventos, onde causou maior fricção entre as folhas da planta causando maior mortalidade dos ácaros. Outra evidência da influência do vento sobre ácaros é a verificação da maior taxa de pouso e fixação de *Aceria tosichella* após a sua dispersão sobre variedades de trigo com maior pubescência nas folhas, supostamente por causa desse fator produzir uma camada limítrofe de menor velocidade de vento na superfície da folha (Harvey & Martin 1980, Harvey et al. 1990). Efeitos negativos do vento sobre as espécies de ácaros envolvidas neste trabalho ainda não foram relatados na literatura.

O fato das populações de *P. latus* e *T. bastosi* terem apresentado exigências ecológicas distintas, ocorrerem em épocas do ano e em partes diferentes da planta pode ser um reflexo de estratégias empregadas para minimizar a competição, possivelmente, por espaço, alimento e refúgio (Morris 2003). Em morangueiro, ácaros fitófagos *Oligonychus ilicis* McGregor e *Tetranychus urticae* Kock, apesar de serem encontrados juntos na mesma planta, exploram locais diferentes (Fadini et al. 2007). Enquanto *O. ilicis* alimenta-se preferencialmente na face adaxial da folha, *T. urticae* prefere a face abaxial. Uma explicação para o fato é a possibilidade de *T. urticae* induzir defesas da planta capazes de reduzir a aptidão de *O. ilicis* e vice-versa. A vantagem de minimização de competição entre estas espécies é o fato de se alimentarem de partes diferentes da planta o que permite explorarem, simultaneamente, a mesma fonte de recursos e reduzirem a probabilidade de interação direta (Fadini et al. 2007). De fato, a exploração de recursos diferentes pode ser também uma estratégia de adapção entre os ácaros *P.*

latus e *T. bastosi* em plantas de pinhão manso. Isto é possível, espécies de ácaros fitófagos da família Tetranychidae como o *T. bastosi*, normalmente apresentam altas taxas de crescimento populacional e capacidade de explorarem recursos alimentares até o esgotamento e extinção local (Van Baalen & Sabelis 1995). Explorando recursos diferentes, ainda há a possibilidade de fitófagos competirem indiretamente por recursos alimentares (Agrawal 2005). Com o desenvolvimento dos estudos na área de defesa induzida de plantas, Karban & Baldwin (1997) observaram que as defesas são sistêmicas, ou seja, translocam pela planta, uma vez ativadas. Dessa forma, existe possibilidade das defesas induzidas por uma espécie de fitófago ser deletéria à outra espécie na mesma planta hospedeira, apesar de estarem em locais diferentes (Moran & Whitham 1990).

Alternativamente, a escolha por locais de alimentação diferenciados dentro de uma mesma planta também pode estar relacionada à sua morfologia e, conseqüentemente, à capacidade das espécies de alimentarem em apenas determinadas folhas da planta hospedeira (Gutierrez & Helle 1985). O ácaro branco *P. latus* por apresentar quelíceras curtas, conseguem penetrar apenas em tecidos novos e tenros (Flechtmann 1972, Gerson 1992, Viera 2001, Guedes et al. 2007). Já os tetraniquídeos como *T. bastosi*, em geral, colonizam a região mediana da planta, possivelmente por apresentarem quelíceras longas permitindo colonizar folhas mais velhas e mais duras (Flechtmann 1972, Jeppson et al. 1975).

Os inimigos naturais observados foram o ácaro predador *E. concordis*, a joaninha predadora *Stethorus* sp., o bicho lixeiro *Chrysoperla* sp. e aranhas. O ácaro predador *E. concordis* é relatado na literatura como predador de diversas espécies de ácaros pragas como *Aceria litchii*, *Dichopelmus notus* e *Aculops*

lycopersici (Moraes et al. 1983, Gouveia et al. 2007, Picoli et al. 2010), inclusive *P. latus* e *T. bastosi* (Sarmiento et al. 2011). Essa espécie é considerada como predador especialista de ácaros. Entretanto, pode se desenvolver alimentando de insetos, pólen, néctar e exsudados de plantas. Essa é uma característica desejável para um agente de controle biológico, pois possibilita sua sobrevivência com alimentos alternativos (Yamamoto & Gravena 1996, Mcmurtry e Croft 1997, Reis et al. 1998). O predador *E. concordis* preda todos os estádios de desenvolvimento de ácaros desde ovos até adultos (Sarmiento et al. 2011), podendo preda em média 34 ácaros por dia de *Aculops lycopersici* (Moraes et al. 1983) e 25 de *T. bastosi* ou *P. latus* por dia (Sarmiento et al. 2011). Dentro dos predadores de ácaros, as espécies do gênero *Euseius* são consideradas predadoras generalistas por se alimentar de ácaros e plantas (pólen e néctar, principalmente). Este ácaro predador apresenta normalmente menor atividade e dispersão ambulatória. Entretanto, sobre correntes de ar eles podem dispersar por mais de 100 m (Dunley & Croft 1992, Jung & Croft 2001).

A joaninha predadora *Stethorus* sp. é relatada na literatura como predadora de diversos ácaros como *T. urticae* (Koch), *Panonychus ulmi* (Koch), *Oligonychus ununguis* (Jacobi), *Oligonychus ilicis* (McGregor), *T. mcdanieli*, *Panonychus citri* (Rott & Ponsonby 2000, Van Lenteren 2003, Ragkou et al. 2004, Roy et al. 2005, Jamieson et al. 2008, Biddinger et al. 2009), incluindo *P. latus* (Ullah 2000). Os relatos dessa espécie de Coccinelidade predando *T. bastosi* ainda são escassos. É um predador que se alimenta preferencialmente dos ovos de ácaros, mas uma fêmea pode consumir de 30 a 60 ácaros por dia (Biddinger et al. 2009). Joaninhas do grupo dos *Stethorini* são consideradas predadoras especialistas de ácaros, principalmente tetraniquídeos como *T. bastosi*, apesar de ter alguns poucos relatos de predação de insetos como

pulgões e mosca-branca (Biddinger et al. 2009). O potencial de dispersão é elevado e apresentam longa vida adulta (Roy et al. 2005, Biddinger et al. 2009). Em pimenta, *Stethorus* sp. foi observado mais de 400 metros do local de liberação depois de 12 dias (Raworth et al. 1998).

Os crisopídeos não consumidores primários de ácaros, porém, algumas espécies alimentam-se exclusivamente deles (Fleschner 1950, Muma 1955, Putman & Herne 1966). Dentre as espécies relatadas predadas por crisopídeos destacam-se *Brevipalpus phoenicis* (Silva et al. 2006), *Tetranychus* sp. (Hydorn & Whitcomb 1979, Mukherjee & Somchoudhary 1981, Prasanna et al. 2007) e *Raoiella indica* (Penã et al. 2009). De acordo com Fleschner (1950), crisopídeos podem consumir mais de 1000 ácaros por dia. As larvas de primeiro ínstar de *Chrysoperla externa* consomem em média 210 larvas ou 230 ovos de *B. phoenicis* por dia, predando preferencialmente ovos, seguido por larvas, ninfas e por último adultos desse ácaro (Silva et al. 2006). Além de ácaros *Chrysoperla* sp. preda outros artrópodes como *Amrasca biguttula*, *Amrasca devastans*, *Aphis craccivora*, *Brevicoryne brassicae*, *Corcyra cephalonica*, *Helicoverpa armigera* e *Spodoptera litura* (Balakrishnan et al. 2005, Satpathy et al. 2012). Fato este que demonstra que esta espécie seja um predador generalista.

Em campo de alfafa com uma oferta abundante de alimentos, a distância de dispersão de três estágios larvais foi menos de um metro. Num campo com apenas dois pulgões por haste, a distância de dispersão foi de 1,7 m. Os adultos possuem alta capacidade de migração pelo vôo, podendo chegar 40 km por noite com ajuda do vento (Duelli 1984).

Aranhas têm sido reportadas alimentarem-se de ácaros, mas poucos resultados estão disponíveis na literatura. Os membros das famílias Therididae

e Linyphiidae parecem ser os mais abundantes e principais predadores de ácaros (Putman 1967, Gerson 1985). Algumas espécies de aranhas predam mais de 10 ácaros por dia (Putman 1967), alimentam-se, principalmente, de ácaros adultos (Gerson 1985). A dispersão de aranhas a longa distância ocorre por balonismo e dispersão passiva em correntes de ar, e em distâncias menores por caminamento (Bishop & Riechert 1990, Schmidt & Tschardt 2005, Hibbert & Buddle 2008).

O fato do ataque de *P. latus* e *T. bastosi* ao pinhão manso ocorrer em épocas e locais distintos na planta tem implicações no manejo destas pragas. Neste contexto, *P. latus* atingiu suas maiores populações em épocas chuvosas, de menor fotoperíodo e quando o pinhão manso possuía brotações novas. Já *T. bastosi* foi mais abundante em períodos quentes, de maior fotoperíodo e de maior ocorrência de ventos. Assim o agricultor tendo informações sobre a previsão do tempo e monitorando o estágio fenológico da cultura poderá ter um bom indicativo de ocorrência de ataques destes ácaros ao pinhão manso. Épocas estas que serão necessárias as primeiras amostragens destes ácaros visando a tomada de decisão para o seu controle.

5. LITERATURA CITADA

- Agrawal A.A. Natural selection on common milkweed (*Asclepias syriaca*) by a community of specialized insect herbivores. **Evolutionary Ecology Research**, 7: 651-667, 2005.
- Atlihan R., Kaydan B., Özgökçe M.S. Feeding activity and life history characteristics of the generalist predator, *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) at different prey densities. **Journal of Pest Science**, 77, 17-21. 77: 17-21, 2004.
- Bacca T., Lima E.R., Picanço M.C., Guedes R.N.C., Viana J.H.N. Optimum spacing of pheromone traps for monitoring the Coffee leaf miner *Leucoptera coffeella*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 119: 39-45, 2006.

- Bacci L. **Fatores determinantes do ataque de *Tuta absoluta* ao tomateiro.** Tese (Doutorado em Fitotecnia). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 123p.
- Balakrishnan N., Baskaran R.K.M., Mahadevan N.R. Development and predatory potential of green lacewing *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysophidae) on different prey insects. **Agricultural Science Digest**, 25: 194-197, 2005.
- Biddinger, D.J., Webwe D.C., Larry A.H. Coccinellidae as predators of mites: *Stethorini* in biological control. **Biological Control**, 51: 268–283, 2009.
- Bishop L., Riechert S.E. Spider colonization of agroecosystems: mode and source. **Environmental Entomology**, 19: 1738-1745, 1990.
- Bounfour M., Tanigoshi L.K. Effect of temperature on development and demographic parameters of *Tetranychus urticae* and *Eotetranychus carpini borealis* (Acari: Tetranychidae). **Annals of the Entomological Society of America**, 94: 400-404, 2001.
- Croft B.A., Jung C. Phytoseiid dispersal at plant to regional levels: a review with emphasis on management of *Neoseiulus fallacis* in diverse agroecosystems. **Experimental and Applied Acarology**, 25: 763-784, 2001.
- Denlinger, D.L. Regulation of diapause. **Annual Review of Entomology**, 47: 93–122, 2002.
- Dias L.A.S., Leme L.P., Laviola B.G., Pallini Filho A., Pereira O.L., Carvalho M., Manfio C.E., Santos A.S., Sousa L.C.A., Oliveira T.S., Dias D.C.F.S. **Cultivo de pinhão-mansô (*Jatropha curcas* L.) para produção de óleo combustível.** Viçosa: UFV. 2007. 40p.
- Dixon A.F.G., Honek A., Keil P., Kotela M.A.A., Sizling A.L., Jarosik, V. Relationship between the minimum and maximum temperature thresholds for development in insects. **Functional Ecology**, 23: 257-264, 2009.
- Duelli, P. Dispersal and opposition strategies in *Chrysoperla carnea*. In: **Proceedings of the 1st International Symposium on Neuropterology.** Graz. OEG, 1984. p.133-145.
- Dunley J.E., Croft B.A. Dispersal and gene flow of pesticide resistance traits in phytoseiid and tetranychid mites. **Experimental & Applied Acarology**, 14: 313-325, 1992.
- Fadini M.A.M., Pallini A., Oliveira H.G., Duarte V.S., Venzon M. Controle biológico de ácaros fitófagos. In: Venzon M., Paula Jr. T.J., Pallini A. **Tecnologias alternativas para o controle de pragas e doenças.** Viçosa, EPAMIG, 2006. p.207-226.
- Ferreira R.C.F., Oliveira J.V., Haji F.N.P., Gondim JR M.G.C. Biologia, exigências térmicas e tabela de vida de fertilidade do ácaro-branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) em videira (*Vitis vinifera* L.) cv. Itália. **Neotropical Entomology**, 35: 126-132, 2006.

- Fleschner C. A. Studies on searching capacity of the larvae of three predators of the citrus red mite. **Hilgardia**, 20: 233-265, 1950.
- Guedes J.V.C., Navia D., Lofego A.C., Dequech S.T.B. Ácaros associados à cultura da soja no Rio Grande do Sul, Brasil. **Neotropical Entomology**, 36: 288-293, 2007.
- Gutierrez J., Helle W. 1985 Evolutionary changes in the Tetranychidae, p. 91-107. In: Helle W., Sabelis M.W. Spider mites: their biology, natural enemies and control. **Elsevier Science Publisher**. Amsterdam. 405p.
- Harvey T.L, Martin T.J. Seifers D.L. Wheat curl mite and wheat streak mosaic in moderate trichome density wheat cultivars. **Crop Science**, 30: 534-536, 1990.
- Hopkins G.W., Memmott J. Seasonality of a tropical leaf-mining moth: leaf availability versus enemy-free space. **Ecological Entomology**, 28: 687–693, 2003.
- Jeppson L.R., Keifer H.H., Baker E.W. Mites injurious to economic plants. **University of California**, London, 1975. 416p.
- Karban R., Baldwin I.T. **Induced responses to herbivory**. Chicago, Chicago University, 1997, 319p.
- Liu Y.H., Tsai J.H. Development, survivorship, and reproduction of *Tetranychus tumidus* Banks (Acarina: Tetranychidae) in relation to temperature. **International Journal of Acarology**, 24: 245-252, 1998.
- Lopes E.N. **Bioecologia de *Polyphagotarsonemus latus* em acessos de pinhão manso (*Jatropha curcas*)**. Viçosa, 2009, 69p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, 2009.
- Luo C.W., Li R., Chen Y., Sun Y.Y. Floral display and breeding system of *Jatropha curcas* L. **Forestry Studies in China**, 9: 114-119, 2007.
- Mello S.M., Wilson J., Carvalho C.F., Souza B. Predatory capacity and biological aspects of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) fed on *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856). **Ciência e Agrotecnologia**, 28: 1259-1268, 2004.
- Moraes G.J., Flechtmann C.H.W. **Manual de acarologia: Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto, Holos, 2008. 288p.
- Moran N.A., Whitham T.G. Interspecific competition between root-feeding and leaf-galling aphids mediated by host-plant resistance. **Ecology**, 71: 1050-1058, 1990.
- Morris D.W. Toward and ecological synthesis: A case for habitat selection. **Oecologia**, 136: 1-13. 2003.

- Naranjo S.E., Ellsworth P.C. Mortality dynamics and population regulation in *Bemisia tabaci*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 116: 93–108, 2005.
- Peña J.E., Rodrigues J.C., Roda A., Carrillo D., Osborne L.S. Predator-prey dynamics and strategies for control of the red palm mite (*Raoiella indica*) (Acari: Tenuipalpidae) in areas of invasion in the Neotropics. **Integrated Control of Plant Feeding Mites: IOBC/WPRS Bulletin**, 50: 69–79, 2009.
- Pereira E.J.G., Picanço M.C., Bacci L., Crespo A.L.B., Guedes R.N.C. Seasonal mortality factors of the Coffee leafminer *Leucoptera coffeella*. **Bulletin of Entomological Research**, 97: 421-432, 2007.
- Picanço M.C., Oliveira I.R., Rosado J.F., Silva F.M., Gontijo P.C., Silva R.S. Natural biological control of *Ascia monuste* by the social wasp *Polybia ignobilis* (Hymenoptera: Vespidae). **Sociobiology**, 55: 67-76, 2010.
- Putman, W. L. Insemination in *Balaustium* sp. (Erythraeidae). **Acarologia**, 8: 424–426, 1966.
- Putman, W. L. Life history and behavior of *Balaustium putmani* (Acarina: Erythraeidae). **Annals of the Entomological Society of America**, 63: 76–81, 1970.
- Raworth D.A., Whistlecraft J., Gillespie D. A lady beetle for mite control. **Pest management News**, 9: 11, 1988.
- Reis P.R., Chiavegato L.G., Moraes G.J., Alves E.B., Sousa E.O. Seletividade de agroquímicos ao ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 27: 265-274, 1998.
- Reis P.R., Souza E.O., Teodoro A.V., Pedro Neto M. Effect of prey density on the functional and numerical responses of two species of predaceous mites (Acari: Phytoseiidae). **Neotropical Entomology**, 32, 461-467, 2003.
- Rott A.S., Ponsonby, D.J. The effects of temperature, relative humidity and host plant on the behaviour of *Stethorus punctillum* as a predator of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. **BioControl**, 45: 155-164, 2000.
- Roy M., Brodeur J., Cloutier C. Seasonal activity of the spider mite predators *Stethorus punctillum* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Neoseiulus fallacies* (Acarina: Phytoseiidae) in raspberry, two predators of *Tetranychus mcdanieli* (Acarina: Tetranychidae). **Biological Control**, 34: 47-57, 2005.
- Sarmiento R.A., Macedo D.R., Faraji F., Erasmo E.A.L., Lemos F., Teodoro A.V., Santos G.R., Pallini A. Suitability of the predatory mites *Iphiseiodes zuluagai* and *Euseius concordis* in controlling *Polyphagotarsonemus latus* and *Tetranychus bastosi* on *Jatropha curcas* plants in Brazil. **Experimental & Applied Acarology**, 53: 203-214, 2010.
- Sato M., Bueno O.C., Esperancini M.S.T., Frigo E.P. A cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.): uso para fins combustíveis e descrição agrônômica. **Revista Varia Scientia**, 7: 47-62, 2009.

- Silva R.A., Carvalho G.A., Carvalho C.F., Reis P.R., Souza B., Pereira A.M.A.R. Ação de produtos fitossanitários utilizados em cafeeiros sobre pupas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência Rural**, 36: 8-14, 2006.
- Silva, C.A.D. Biologia e exigências térmicas do ácaro vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 37: 573-580, 2002.
- Sirisomboon P., Kitchaiya P., Pholpho T., Mahuttanyavanitch W. Physical and mechanical properties of *Jatropha curcas* L. fruits, nuts and kernels. **Biosystems and Engineering**, 97: 201-207, 2007.
- So P.M., Takafuji A. Coexistence of *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae) with different capacities for diapause: comparative life-history traits. **Oecologia**, 87: 146-151, 1991.
- Ter Braak, C.J.F., Smilauer P. **CANOCO Reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5)**. Microcomputer Power. Ithaca, 2002, 500p.
- Van Baalen M., Sabelis M.W. The milker-killer in spatially structured predator-prey interactions. **Oikos**, 74: 391-400, 1995.
- Van Der Geest L.P.S., Elliot S.L., Breeuwer J.A.J., Beerling E.A.M. Diseases of mites. **Experimental & Applied Acarology**, 24: 497-560, 2000.
- Yoder J.A., Pollock D.A., Benoit J.B. Moisture requirements of the ladybird beetle *Stethorus nigripes* in relation to habitat preference and biological control. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 109: 83-87, 2003.

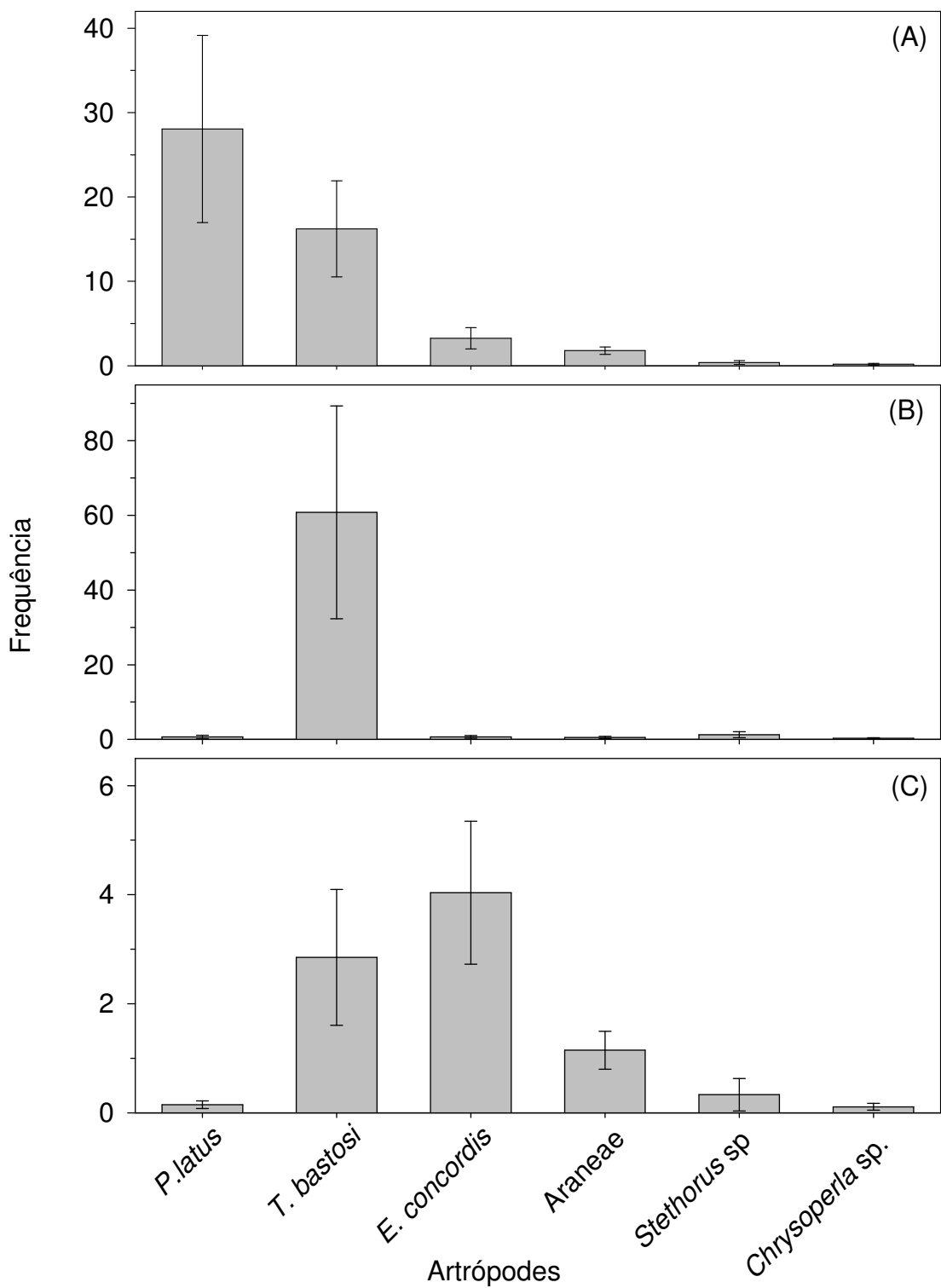


Figura 1. Frequência (média \pm erro padrão) de ocorrência de ácaros praga e de predadores em pinhão manso em (A) Palmas, (B) Caseara e (C) Formoso do Araguaia, TO. Outubro de 2010 a julho de 2012.

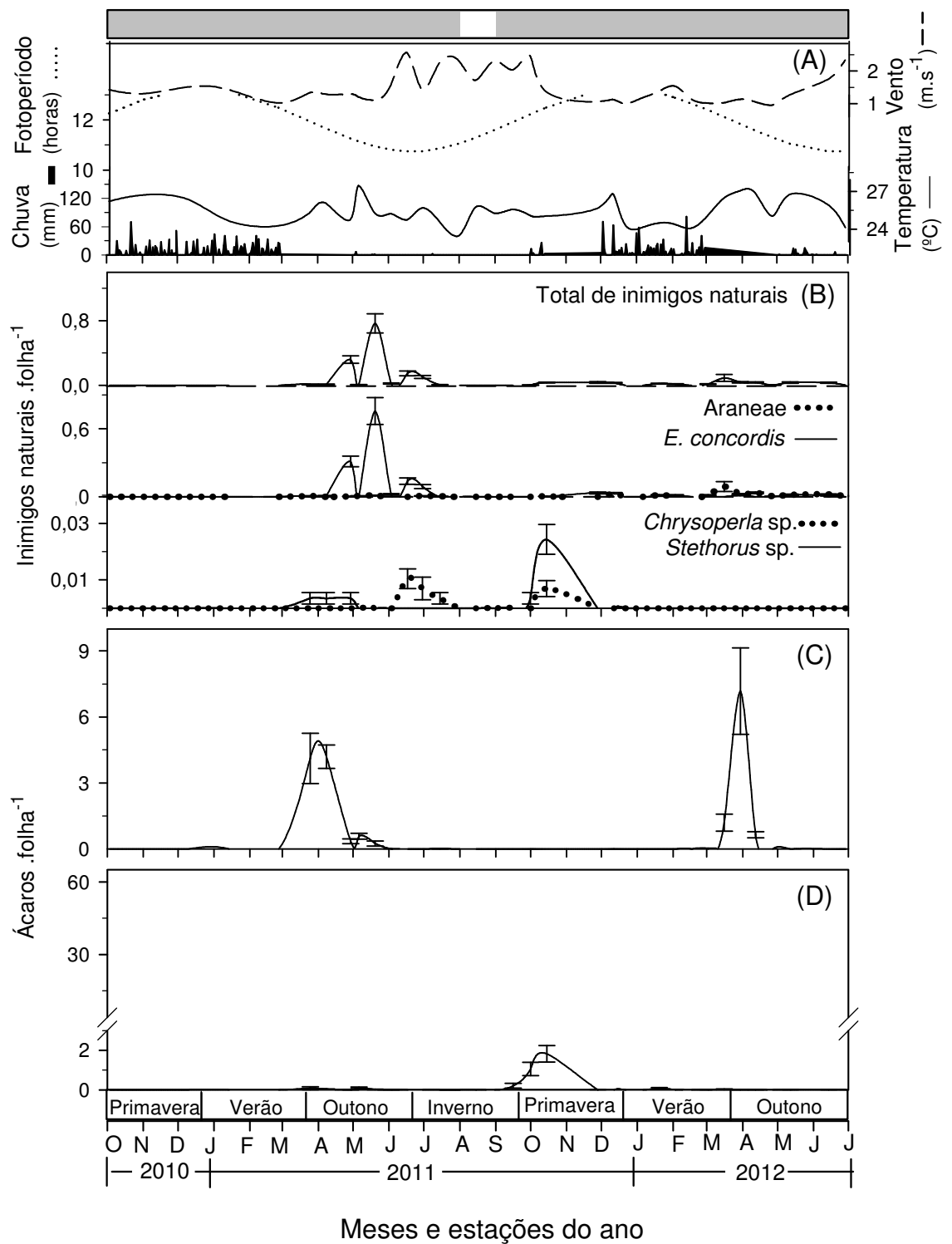


Figura 2. Variação sazonal de elementos climáticos (A) e das densidades de inimigos naturais (B), *Polyphagotarsonemus latus* (C) e *Tetranychus bastosi* (D) em pinhão manso cultivado em Palmas, TO. Outubro de 2010 a julho de 2012.

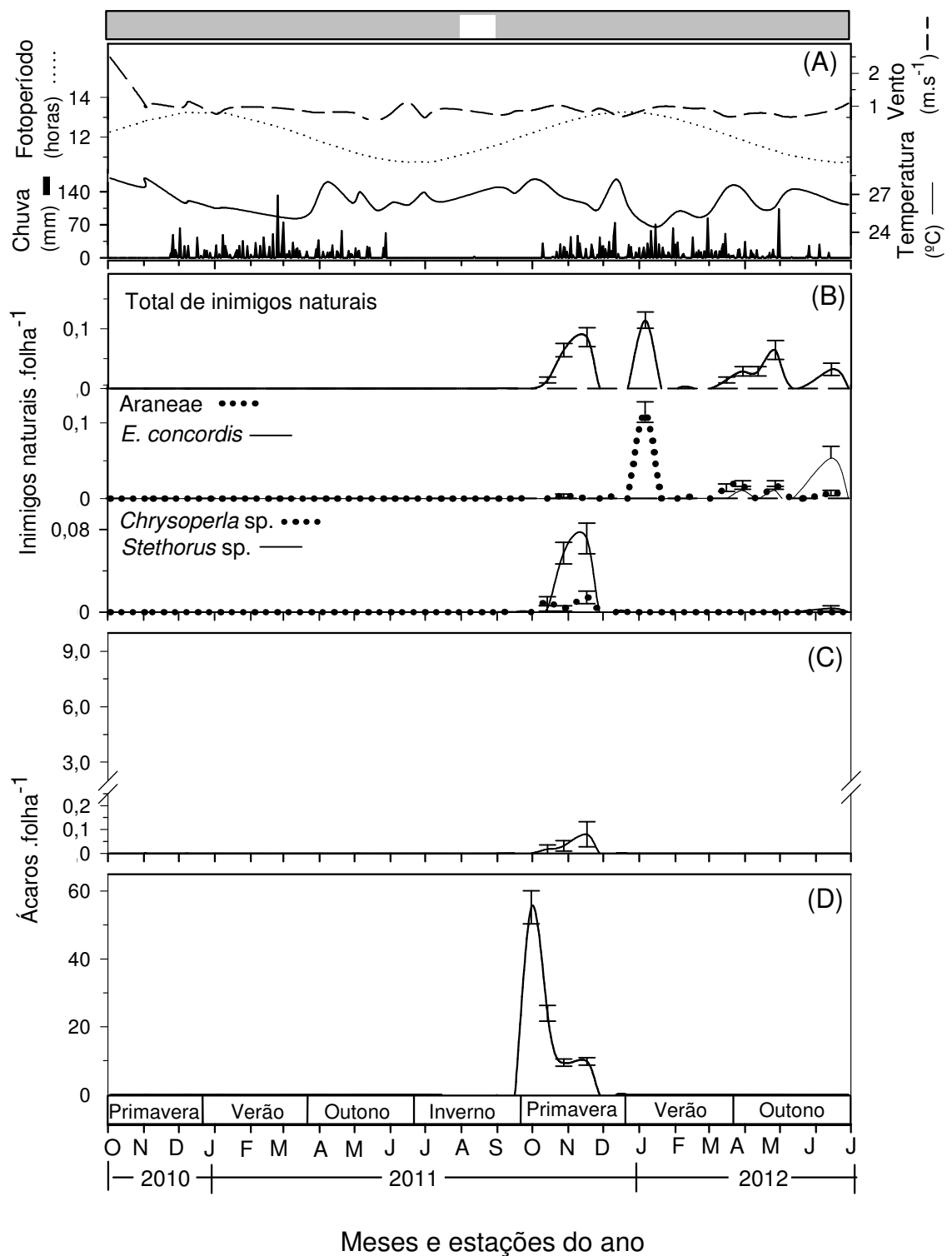


Figura 3. Variação sazonal de elementos climáticos (A) e das densidades de inimigos naturais (B), *Polyphagotarsonemus latus* (C) e *Tetranychus bastosi* (D) em pinhão manso cultivado em Caseara, TO. Outubro de 2010 a julho de 2012.

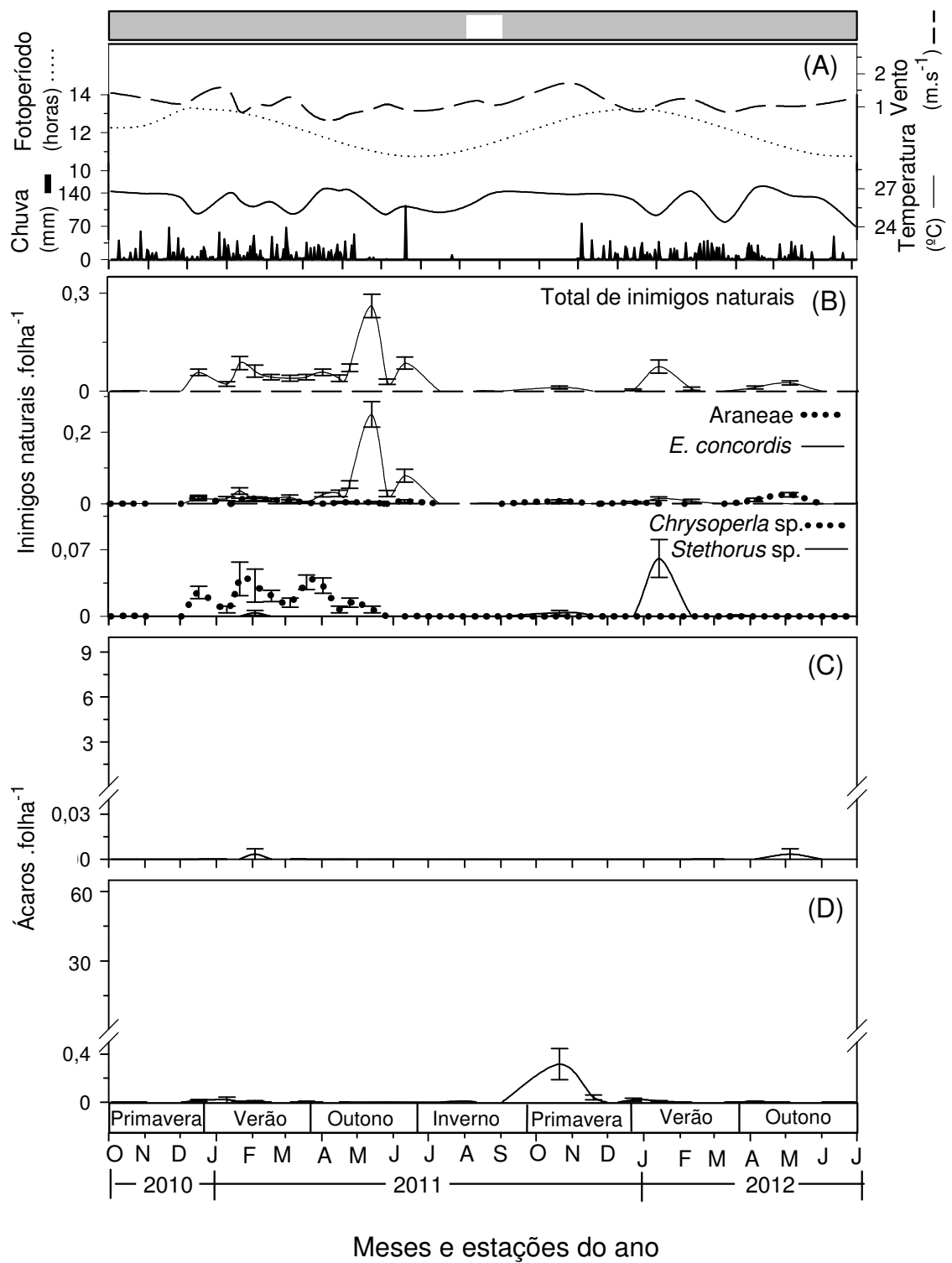


Figura 4. Variação sazonal de elementos climáticos (A) e das densidades de inimigos naturais (B), *Polyphagotarsonemus latus* (C) e *Tetranychus bastosi* (D) em pinhão manso cultivado em Formoso do Araguaia, TO. Outubro de 2010 a Julho de 2012.

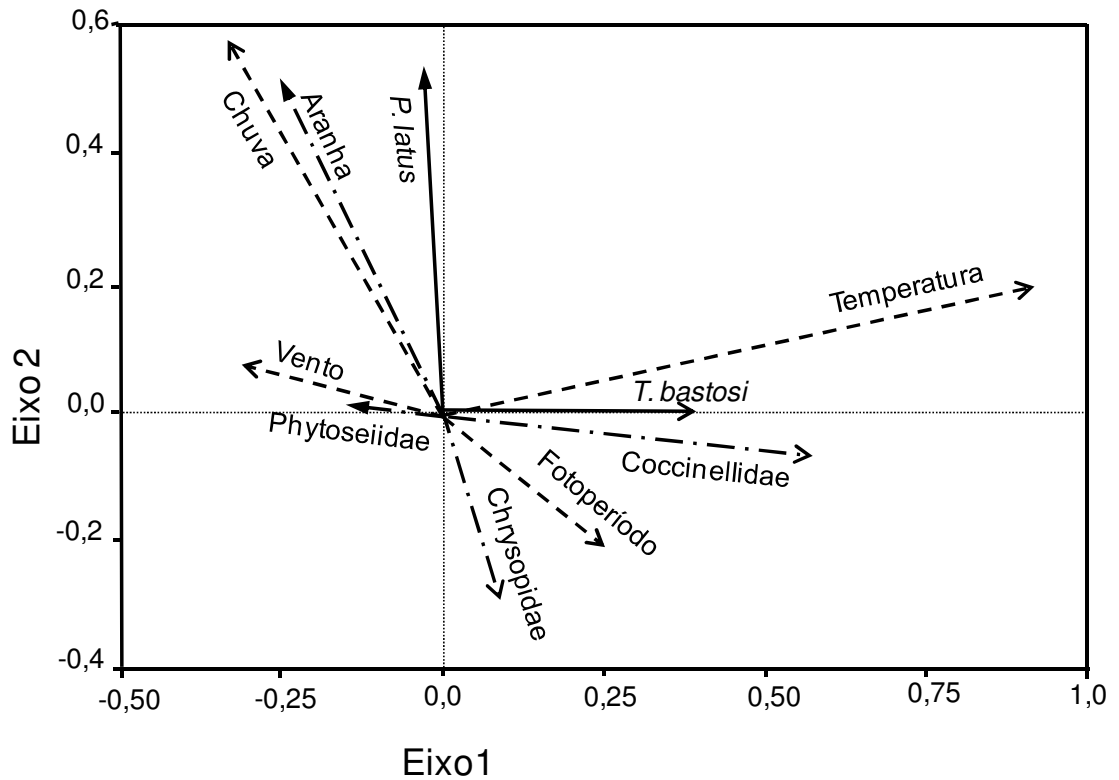


Figura 5. Diagrama de ordenação da análise de redundância (RDA) da influência do clima e dos inimigos naturais na abundância dos ácaros *Polyphagotarsonemus latus* e *Tetranychus bastosi*. O primeiro e segundo eixos contribuíram com 97,9 e 2,1% de explicação da variância total ($p = 0,004$; 499 permutações). O comprimento das setas é proporcional à importância da variável. Variáveis com correlação positiva possuem setas na mesma direção e sentido. Variáveis com correlação negativa possuem suas setas com mesma direção e sentido contrário. Quando o ângulo entre as setas é de 90° as variáveis não são correlacionadas.

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ÁCAROS PRAGA EM LAVOURAS DE PINHÃO MANSO

RESUMO

Os estudos de distribuição possibilitam determinar os locais de maior ataque de pragas e com isto é possível direcionar o esforço amostral e controle destes organismos pragas. Os ácaros: *Polyphagotarsonemus latus* e *Tetranychus bastosi* são as principais pragas do pinhão manso. Assim, o objetivo deste capítulo foi determinar a distribuição espacial de *P. latus*, *T. bastosi* em lavouras de pinhão manso. O trabalho foi conduzido em três lavouras de pinhão manso em Caseara e Palmas no Tocantins de novembro de 2010 e julho de 2012. As plantas amostradas foram georeferenciadas. O ataque de *P. latus* e *T. bastosi* foi agregado no centro das plantações e a dispersão dos ácaros ocorreu de forma rápida em todas as direções das lavouras. O padrão de distribuição espacial do ataque de *P. latus* e *T. bastosi* numa lavoura teve pouca variação de um ano para outro. As densidades dos ácaros estiveram correlacionadas a uma distância de 7,37 a 45m.

1. INTRODUÇÃO

Os estudos de distribuição espacial de pragas nas lavouras permitem determinar os locais de maior ataque destas espécies às culturas e assim direcionar o esforço amostral e o controle das pragas para esses locais (Barrigossi et al. 2001, Bacca et al. 2006). Além disso, estes estudos possibilitam o entendimento e a previsão da movimentação das pragas entre e dentro das plantações (Ferguson et al. 2000).

Os padrões de distribuição espacial de pragas podem ser classificados em agregado, aleatório ou uniforme (Elliott 1983, Krebs 1989). Estes padrões de distribuição espacial têm sido determinados utilizando modelos matemáticos de distribuição de frequência (Elliott 1983, Krebs 1989). Entretanto, esses modelos matemáticos não representam a distribuição das densidades dos organismos no espaço, pois são baseados na relação entre a variância e média sem descrever onde as amostras estão localizadas (Binns et al. 2000). Uma opção adequada a ser utilizada nos estudos de distribuição espacial de pragas é o uso da geoestatística, por considerar o posicionamento geográfico das amostras (Schotzko & O’Keeffe 1989, Midgarden et al. 1993, Ellsbury et al. 1998, Wright et al. 2002).

A geoestatística possibilita a determinação do grau de dependência entre as amostras ao longo do espaço utilizando as semivariâncias (Barrigossi et al. 2001, Bacca et al. 2006). Entre as características determinadas pela geoestatística têm-se: o efeito pepita (valor da semivariância entre amostras cuja distância entre elas tenderia a zero, este valor deve-se a erros de amostragem devido à variabilidade natural da variável); o patamar (valor máximo da semivariância em amostras com dependência espacial) e o alcance

(distância dentro da qual as amostras estão correlacionadas) (Gumprecht et al. 2009).

Apesar da importância dos estudos de distribuição espacial no manejo de pragas, existem poucos trabalhos que descrevem a dependência espacial de populações de ácaros. Estudos que envolvem duas espécies são ainda mais raros. A planta de manso *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) está entre as oleaginosas mais promissoras para a produção de biodiesel em larga escala (Oliveira 2009). Entretanto, duas espécies de ácaros *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Prostigmata: Tarsonemidae) e *Tetranychus bastosi* Tuttle, Baker & Sales (Prostigmata: Tetranychidae) vem ganhando importância devido ao seu ataque também nesta cultura (Sarmiento et al. 2010). Estes ácaros possuem ampla distribuição geográfica atacando várias famílias de plantas (Zhang 2003, Morais & Flechtmann 2008). O ácaro *P. latus* prefere atacar brotações e folhas novas no terço apical do dossel, e partes do limbo foliar vizinha à inserção do pecíolo. Já *T. bastosi* prefere atacar folhas novas no terço mediano do dossel, e partes do limbo foliar próximas às bordas da folha, onde existe uma ondulação que lhe serve de abrigo. Os predadores mais importantes dos ácaros do pinhão manso são os ácaros da família Phytoseiidae. Entretanto, não é conhecida a distribuição espacial destes ácaros no pinhão manso (Cruz et al. 2012).

Assim, o objetivo deste capítulo foi determinar a distribuição espacial dos ácaros *P. latus* e *T. bastosi* em lavouras de pinhão manso.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Condições Experimentais

O trabalho foi conduzido em três lavouras de pinhão manso em Caseara (-9° 20' 23,52"S, -49° 50' 50,64"W e altitude de 174m) e Palmas (-10° 9' 22,07"S, -48° 29' 26,80"W e altitude de 280m) no estado do Tocantins. As plantações foram monitoradas de novembro de 2010 a julho de 2012. No início das avaliações as plantas possuíam quatro anos de idade. As lavouras possuíam cerca de 4 ha e o espaçamento entre plantas de 2 x 3 m. As lavouras foram conduzidas conforme Sato et al. (2009) e sem aplicação de pesticidas.

2.2. Características avaliadas

Foram avaliadas as densidades dos ácaros *P. latus* e *T. bastosi* em 300 plantas em cada lavoura. Em cada planta as densidades de *P. latus* e *T. bastosi* foram avaliadas nas partes 1+2 e 3+5 da 4ª folha mais apical do ramos, respectivamente (Figura 1 do capítulo 1). As densidades de *P. latus* foram avaliadas no terço apical e *T. bastosi* no terço mediano do dossel. Nas avaliações foi utilizada uma lupa de 20 aumentos. As amostras e técnica foram usadas conforme verificado no primeiro capítulo desta tese e segundo Lopes (2009).

2.3. Análise espacial

Para cada espécie de ácaro foram calculadas suas densidades médias por folha e a porcentagem de plantas atacadas por data de avaliação e local. Inicialmente foram selecionadas as datas com ataque de ácaros às plantas. As plantas avaliadas foram georeferenciadas e usando os dados das densidades de ácaros ajustaram-se três modelos de semivariogramas: esférico,

exponencial e Gaussiano (Liebhold et al. 1993). Com os parâmetros dos semivariogramas (C_0 , $C+C_0$ e A_0) foi verificado se a dependência espacial era igual para todas as direções.

A qualidade de ajuste e seleção do melhor modelo de semivariograma foi realizada pela validação cruzada, usando-se todos os pontos de amostragem. Pela validação cruzada foram obtidos os parâmetros β_0 (intercepto) e β_1 (inclinação) do ajuste do modelo de regressão linear entre os valores observados e os estimados pelo modelo de semivariograma (Isaaks & Srivastava 1989). Também foi utilizado a soma dos quadrados do resíduo (SQR) e o coeficiente de determinação da regressão (R^2) para validação dos modelos (Murphy & Sternitzke 1979).

Após a seleção do modelo, utilizou-se a metodologia da Krigagem para construção dos mapas de distribuição espacial dos ácaros nas lavouras (Farias et al. 2003). As análises espaciais foram realizadas utilizando o programa GS+ Geostatistics for the Environmental Sciences Versão 9.0 (Robertson 2008).

Determinou-se o grau de dependência espacial (GDE) usando o cálculo da razão entre o efeito pepita e o patamar $C_0/(C_0+C_1)$ para as densidades populacionais dos dois ácaros nas datas que tiveram modelos validados (Cambardella et al. 1994). A dependência espacial foi considerada forte quando os valores estimados foram menor ou igual a 0,25; moderada com valores entre 0,25 e 0,75 e fraca acima de 0,75 (Cambardella et al. 1994, Sciarretta & Trematerra 2005).

3. RESULTADOS

Foram ajustados 24 semivariograma para as lavouras de pinhão manso atacadas por *P. latus* em Palmas, TO. Já para *T. bastosi* foram ajustados 12

semivariograma para as lavouras de pinhão manso em Caseara, TO e 24 semivariograma para as lavouras em Palmas, TO. Em Formoso do Araguaia não ocorreu níveis de ataque de ácaros que permitisse ajustar modelos de semivariograma. Entre os 60 modelos de semivariogramas ajustados, quatro foram selecionados para lavouras atacadas por *P. latus* em Palmas, quatro para lavouras atacadas por *T. bastosi* em Caseara e três para lavouras atacadas por *T. bastosi* em Palmas. Os modelos selecionados apresentaram β_0 próximos de zero, β_1 próximos de um, os maiores R^2 e as menores soma de quadrado do resíduo. Entre os modelos selecionados para o ataque de *P. latus* três foram exponenciais e um foi gaussiano. Entre os modelos selecionados para o ataque de *T. bastosi* quatro foram exponenciais, um foi esférico e dois modelos apresentaram efeito pepita puro. Todos os modelos selecionados foram isotrópicos (Figuras 1 e 2, Tabela 1).

Os modelos selecionados apresentaram baixos valores de alcance e efeito pepita. Os alcances dos modelos selecionados variaram de 7,37 m à 45 m, exceto os dois modelos que apresentaram efeito pepita puro. Não houve grandes diferenças para os alcances entre os ácaros e entre plantações. Os maiores e menores valores de alcance ocorreram na lavoura atacada por *T. bastosi* em Palmas. Além disso, foram observados maiores alcances nas datas com maior porcentagem de plantas atacadas (Figura 1 e Tabela 1).

Os ajustes dos modelos de semivariograma esférico, exponencial e gaussiano indicaram existir dependência espacial no ataque de *P. latus* e também no ataque de *T. bastosi* (Tabela 1 e Figura 3). Os graus de dependência espacial (GDE) dos modelos de semivariograma variaram de 0,17 à 0,51, exceto para os modelos que apresentaram efeito pepita puro. Oitenta e

dois por cento dos modelos selecionados apresentaram alta dependência espacial (Tabelas 1).

Os mapas de distribuição espacial dos dois ácaros mostraram variações nas densidades populacionais ao longo do ano. Além disso, os mapas de distribuição espacial mostram as manchas de ataque mudando de posição dentro de cada lavoura mesmo entre avaliações realizadas com curto intervalo de tempo. Os ataques foram concentrados em poucas épocas do ano e os ácaros apresentaram crescimento populacional muito rápido, partindo de uma área central com maior densidade de ácaros e se espalhando uniformemente em todas as direções (Figura 5). As populações também reduziram rapidamente.

4. DISCUSSÃO

Neste trabalho, é apresentado o primeiro mapa de distribuição espacial dos ácaros *P. latus* e *T. bastosi* em cultivos de pinhão manso utilizando métodos geoestatísticos. Usando modelos de semivariogramas foi possível identificar a ocorrência de áreas de agregação dos ácaros e descrever como é a distribuição do ataque dentro da cultura.

Mais de 60% dos modelos selecionados foram exponenciais. Estes modelos descrevem situações em que a transição do efeito pepita para o patamar ocorre de forma mais acentuada, como é o caso das populações de *P. latus* e *T. bastosi*.

Os ajustes dos modelos de semivariograma indicaram dependência espacial no ataque de *P. latus* e também no ataque de *T. bastosi*. Estes modelos apresentaram baixos valores de alcance e efeito pepita. Valores baixos de alcance são resultados da agregação das amostras. A ocorrência de

agregação de *P. latus* e *T. bastosi* nos cultivos de pinhão manso pode ser confirmada pelos valores obtidos do grau de dependência espacial menor que 0,75 (Cambardella et al. 1994). Isto possivelmente ocorreu devido a alta taxa reprodutiva e baixa locomoção entre plantas de *P. latus* e *T. bastosi*. Ácaros têm dificuldade de locomoção por caminhamento por grandes distâncias devido ao tamanho corporal reduzido. Por isso, precisam explorar ao máximo o local que lhes dão condições de desenvolvimento. Assim, a população de *P. latus* e *T. bastosi* pode atingir alta densidade por planta para depois em seguida dispersarem para locais mais distantes (Moraes & Flechtmann 2008).

Os mapas de distribuição espacial de *P. latus* e *T. bastosi* mostraram variações nas densidades populacionais ao longo do ano, crescimento e extinção rápido. Os padrões de distribuição das manchas com maiores densidades sofreram grandes modificações rapidamente. Apesar da agregação espacial de *P. latus* e *T. bastosi* dentro dos cultivos indicar dificuldade de movimentação entre plantas, estas espécies apresentam alta capacidade de dispersão para locais mais distantes dentro ou entre cultivos (Moraes & Flechtmann 2008). Este padrão de ataque e sucessão ao longo do ano é semelhante com as descrições de história de vida de espécies r-estrategistas (Begon et al. 2007). Estas espécies r-estrategistas exploram recursos em manchas temporárias, tendem a possuir alta taxa de crescimento populacional, habilidade de dispersão bem desenvolvida e baixa capacidade competitiva (MacArthur & Wilson 1962, Southwood 1962, Novotný 1994).

Assim, quando as folhas mais novas da planta de pinhão manso estão em deterioração, devido às altas densidades populacionais dos ácaros, os indivíduos buscam outros locais que seja mais favorável aos seus descendentes (Southwood 1962). Por isso, estes ácaros dispersam

frequentemente para outros hospedeiros. Isto garante a exploração das folhas mais novas de outras plantas, que são um recurso temporário. Dessa forma, a dispersão funcionaria como um elo entre os ciclos populacionais locais de colonização e extinção de ácaros nas manchas efêmeras constituídas pelos ápices das plantas nos cultivos de pinhão manso e por plantas hospedeiras alternativas (plantas espontâneas) (Hanski 1999).

A agregação das populações de ácaros verificada neste trabalho ocorreu no centro das lavouras. Isto pode ocorrer devido a duas causas: chegada dos ácaros carregados pelos ventos ou movimentação dos ácaros vindos de plantas daninhas presentes nas entrelinhas (Sutherland et al. 2002). De fato uma hipótese não exclui a outra, já que *P. latus* e *T. bastosi* já foram encontrados em plantas daninhas dentro de plantações de pinhão manso e também porque estes ácaros reconhecidamente se dispersam pelo vento (Cruz et al. 2012, Moraes & Flechtmann 2008).

Todos os modelos de semivariogramas selecionados foram ajustados a modelos isotrópicos. Assim, o padrão de ataque de *P. latus* e *T. bastosi* é em manchas que desenvolvem uniformemente em todas as direções dentro das lavouras. De certa forma, esta regularidade de crescimento da infestação de ácaros era esperada devido os ramos das plantas se tocarem no sentido das fileiras e das linhas. O contato pelas folhas entre plantas vizinhas formam pontes para a dispersão dos ácaros entre plantas (Yaninek 1988). Portanto, à medida que os recursos diminuí, os ácaros tendem a dispersar em reboleiras em busca de outros locais melhores para alimentação.

Os valores de alcance tenderam a ser menores com o aumento da densidade de ácaros por folha e com a diminuição da porcentagem de plantas atacadas. Já nas épocas com as maiores porcentagem de plantas atacadas

não foi detectada dependência espacial e os modelos ajustados apresentaram efeito pepita puro. A possível explicação é baseada nas épocas de baixa densidade dos ácaros, os mesmos ficam agregados em poucas plantas, por isso várias manchas de ataque independentes. Por outro lado, plantações com alta porcentagem de plantas atacadas possuem densidades mais uniformes, fato que aumenta o alcance ou gera uma distribuição aleatória (Barrigossi et al. 2001, Moura 2005, Fernandes 2009, Martins 2012). Isto tem implicações para a determinação de planos amostrais, uma vez que as plantações com altas infestações de ácaros não são adequadas para serem usadas no cálculo do número de amostra para compor um plano de amostragem.

Em lavouras muito atacadas é possível medir com precisão o ataque dos ácaros avaliando poucas amostras. Entretanto, se as lavouras atingirem altos níveis de ataque é porque ocorreu alguma falha de controle. Na prática, quando as amostragens são realizadas em momento adequado, sempre serão encontradas densidades abaixo ou próximas ao nível de dano econômico. Desta forma, para determinar o número certo de amostras a compor os planos amostrais as plantações devem possuir densidade de ácaros em níveis médios ou baixos.

O valor de alcance obtido na análise de distribuição espacial de uma praga permite a aplicação da geoestatística em manejo de pragas (Rossi et al. 1992, Young & Young 1998). Assim, o alcance deve ser a distância mínima entre as amostras que compõem os planos de amostragem. Adotando essas distâncias amostrais, os dados de uma amostra não sofrem influência da distribuição espacial do inseto (Rossi et al. 1992, Young & Young 1998), podendo utilizar as metodologias clássicas de amostragem convencional e sequencial.

A avaliação do padrão espacial a partir de procedimentos geoestatísticos também é importante por corrigir as falhas dos métodos tradicionalmente utilizados para determinar a distribuição espacial de pragas (Young & Young 1998). Tais métodos de distribuição de frequência não fornecem informações sobre o padrão espacial de insetos no campo, por não levar em consideração o posicionamento geográfico dos pontos de amostragem (Young & Young 1998, Binns et al. 2000, Barrigossi et al. 2001). Já na geoestatística, isto pode ser verificado através de modelos de semivariogramas e claramente visualizado nos mapas gerados pela krigagem (Liebhold et al. 1993, Bacca et al. 2006).

5. LITERATURA CITADA

- Bacca T., Lima E.R., Picanço M.C., Guedes R.N.C., Viana J.H.N. Optimum spacing of pheromone traps for monitoring the Coffee leaf miner *Leucoptera coffeella*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 119: 39-45, 2006.
- Barrigossi J.A.F., Young L.J., Crawford C.A.G., Hein G.L., Higley L.G. Spatial and probability distribution of Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae) egg mass populations in dry bean. **Environmental Entomology**, 30: 244-253, 2001.
- Begon M., Harper J.L., Townsend C.R. **Ecologia de indivíduos a ecossistemas**. Porto Alegre: Artmed, 2007. 752p.
- Binns M.R., Nyrop J.P., Werf W.V.D. **Sampling and monitoring in crop protection: the theoretical basis for developing practical decision guides**. Crambridge: CABI, 2000. 281p.
- Cambardella C.A., Moorman T.B., Novak J.M., Parkin T.B., Karlen D.L., Turco R.F., Konopka A.E. Field scale variability of soil properties in Central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, 58: 1501-1511, 1994.
- Cruz W.P., Sarmiento R.A., Teodoro A.V., Erasmo E.A.L., Neto M.P, Ignácio M., Júnior D.F.F. Acarofauna em cultivo de pinhão-manso e plantas espontâneas associadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 47: 319-327, 2012.
- Elliott J.M. **Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates**. London, Freshwater Biological Association, 1983, 157p.
- Ellsbury M.M., Woodson W.D., Clay S.A., Malo D., Schumacher J., Clay D.E., Carlson C.G. Geostatistical characterization of the spatial distribution of adult Corn rootworm emergence. **Environmental Entomology**, 27: 910-917, 1998.

- Farias P.R.S., Roberto, S.R., Lopes, J.R.S., Perecin D. Geostatistical characterization of the spatial distribution of *Xylella fastidiosa* sharpshooter vectors on citrus. **Neotropical Entomology**, 33: 13-20, 2004.
- Fernandes F.L. **Distribuição espacial e programa de tomada de decisão de controle usando armadilha para *Hypothenemus hampei***. Viçosa: UFV, 2009. 106p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa.
- Gumprecht D., Muller W.G., Rodriguez-Diaz J.M. Designs for detecting spatial dependence. **Geographical Analysis**, 41: 127-143, 2009.
- Hanski, I. **Metapopulation ecology**. Oxford University Press, Oxford, 1999.
- Isaaks E.H., Srivastava R.M. **An introduction to applied geostatistics**. New York, Oxford University, 1989, 561p.
- Krebs C.J. **Ecological methodology**. New York, Harper and Hall, 1989. 654p.
- Liebhold A.M., Rossi R.E., Kemp W.P. Geostatistics and geographic information systems in applied insect ecology. **Annual Review of Entomology**, 38: 303-327, 1993.
- Lopes E.N. **Bioecologia de *Polyphagotarsonemus latus* em acessos de pinhão manso (*Jatropha curcas*)**. Viçosa, 2009, 69p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, 2009.
- MacArthur R.H. Some generalized theorems of natural selection. **Proceedings of the National Academy of Science of the USA**, 48: 1893-1897, 1962.
- Martins J.C. **Mediadores climáticos de desempenho e distribuição espacial de *Tuta absoluta***. Viçosa: UFV, 2012, 78p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa.
- Midgarden D.G., Youngman R.R., Fleischer S.J. Spatial analysis of counts of Western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) adults on yellow sticky traps in corn, Geostatistics and dispersion indices. **Environmental Entomology**, 22: 1124-1133, 1993.
- Moraes G.J., Flechtmann C.H.W. **Manual de acarologia: Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto, Holos, 2008. 288p.
- Moura, M.F. **Danos, sistema de tomada de decisão de controle e distribuição espacial de *Empoasca kraemeri* na cultura do feijoeiro**. Viçosa: UFV, 2005. 97p. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa. 2005.
- Murphy P.A., Sternitzke H.S. Growth and yield for loblolly pine in West Gulf. **United States. Department of Agriculture. Forest Service. Research Paper**. 1, 154-158. 1979.
- Oliveira S.J.C. **Componentes do crescimento do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em função da poda e adubação mineral**. Areia-PB, 2009, 110p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba. 2009.

- Robertson G.P. **GS+ geostatistics for the environmental sciences: GS+ user's guide**. Plainwell: Gamma Design Software, 2008. 162p.
- Rossi R.E., Mulla D.J., Journel A.G., Franz E.H. Geostatistical tools for modeling and interpreting ecological spatial dependence. **Ecological Monographs**, 62: 277-314, 1992.
- Sato M., Bueno O.C., Esperancini M.S.T., Frigo E.P. A cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.): uso para fins combustíveis e descrição agrônômica. **Revista Varia Scientia**, 7: 47-62, 2009.
- Schotzko D.J., O'keeffe L.E. Geostatistical description of the spatial distribution of *Lygus hesperus* (Heteroptera: Miridae) in lentils. **Journal of Economic Entomology**, 82: 1277-1288, 1989.
- Sciarretta A., Trematerra P. Geostatistical characterization of the spatial distribution of *Grapholita molesta* and *Anarsia lineatella* males in an agricultural landscape. **Journal of Applied Entomology**, 130: 73-83, 2006.
- Southwood, T.R.E. 1962. Migration of terrestrial arthropods in relation to habitat. **Biological Reviews**, 37: 171-214.
- Sutherland, W.J., Gill, J.A., Norris, K. Density-dependent dispersal: concepts, evidence, mechanisms and consequences. In: J. M. Bullock, R. E. Kenward and R. S. Hails **Dispersal Ecology**, pp. 134-151. Oxford, Blackwell Science, 2002, p.134–151.
- Wright R.J., Devries T.A., Young L.J., Jarvi K.J. Seymour, R.C. Geostatistical analysis of the small scale distribution of European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) larvae and damage in whorl stage corn. **Environmental Entomology**, 31: 160-167. 2002.
- Yaninek, J. S. Continental dispersal of the cassava green mite, an exotic pest in Africa, and implications for biological control. **Experimental and Applied Acarology**, 4: 211-224, 1988.
- Young L., Young J. **Statistical ecology: a population perspective**. Boston: Kulwer, 1998. 438p.
- Zhang Z.Q. **Mites of greenhouses: identification, biology and control**. Wallingford, CABI Publishing, 2003, 244p.

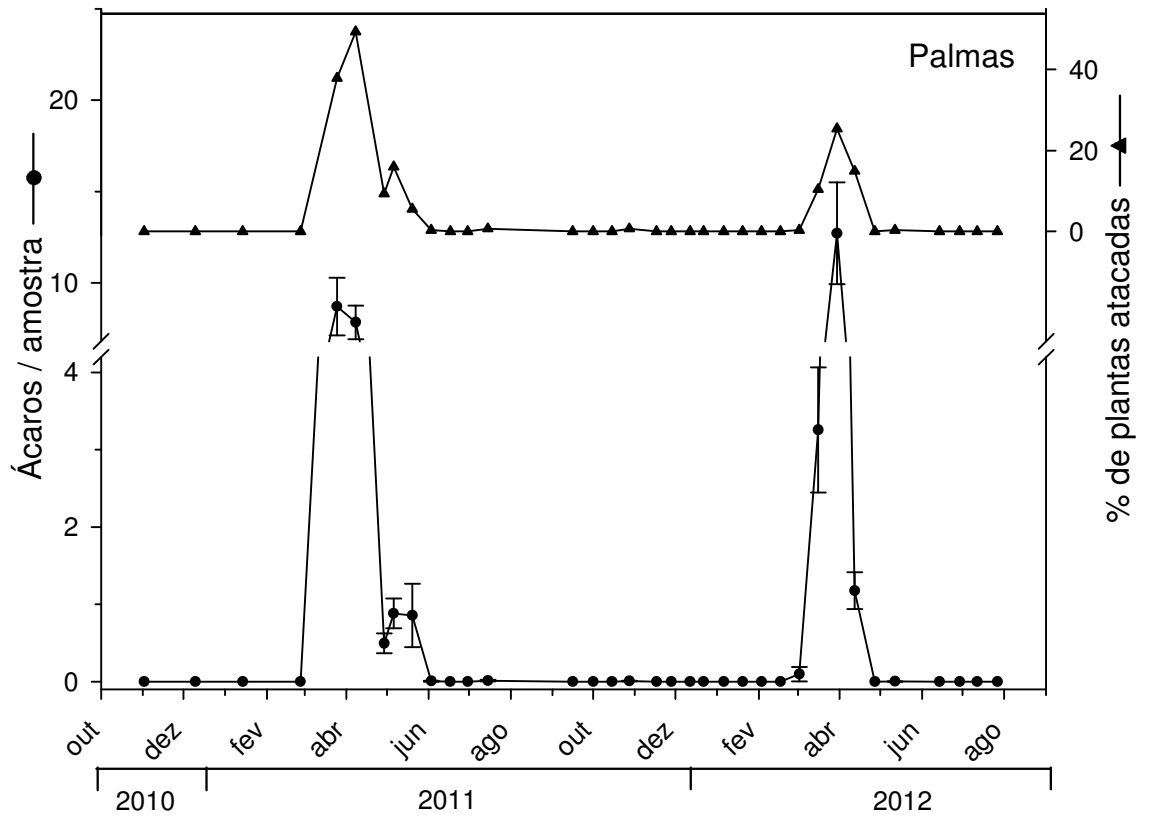


Figura 1. Análise descritiva das densidades *Polyphagotarsonemus latus* em lavoura de pinhão manso na cidade Palmas, TO, 2010-2012.

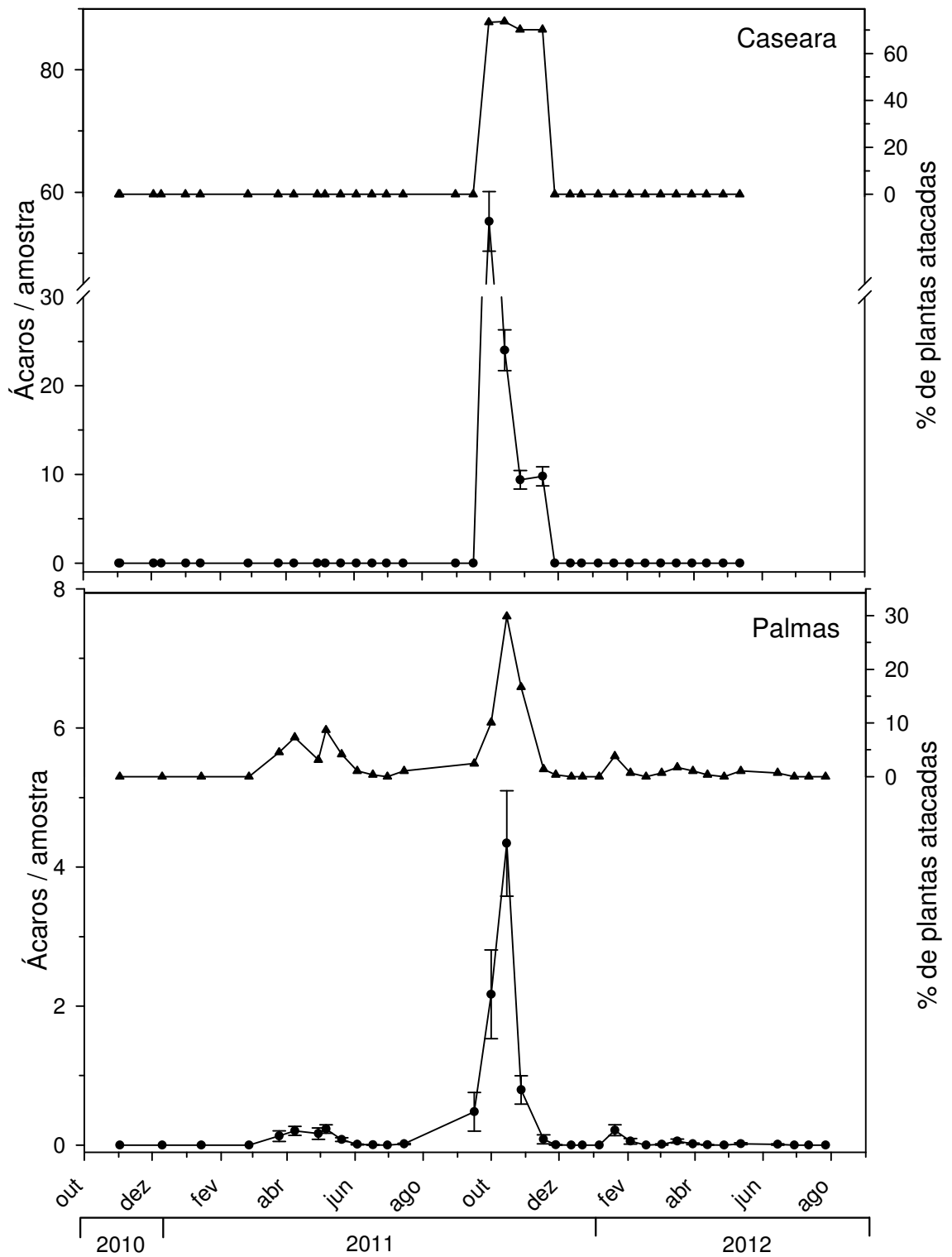


Figura 2. Análise descritiva das densidades *Tetranychus bastosi* em lavouras de pinhão manso nas cidades de Caseara e Palmas, TO, 2010-2012.

Tabela 1. Validação cruzada pelo método de krigagem dos valores observados e estimados pelos modelos isotrópicos esférico, exponencial e gaussiano e características dos modelos selecionados pela validação cruzada da distribuição espacial de *Polyphagotarsonemus latus* e *Tetranychus bastosi* em lavouras de pinhão manso em Caseara e Palmas, TO, 2010-2012.

Local	Data	Esférico				Exponencial				Gaussiano				Características dos modelos selecionados				
		β_0	β_1	r^2	SQR	β_0	β_1	R^2	SQR	β_0	β_1	r^2	SQR	Modelos ¹	C_0	$C_0 + C$	A_0 (m)	R^2
<i>Polyphagotarsonemus latus</i>																		
Palmas	25/3/11	0,90	0,29	0,02	636	0,92	0,28	0,02	634	0,89	0,30	0,02	642	Exponencial	9,39	22,92	27,31	0,03
	8/4/11	0,57	0,87	0,17	1026	0,66	0,84	0,15	1020	7,51	0,89	0,18	1039	Gaussiano	27,68	57,48	19,62	0,40
	29/4/11	0,04	0,63	0,11	9,58	0,03	0,70	0,16	9,73	0,06	0,54	0,08	9,60	Exponencial	0,42	1,47	21,33	0,06
	6/5/11	1,96	-0,07	0,00	$4,39 \cdot 10^4$	2,01	-0,09	0,00	$4,39 \cdot 10^4$	1,95	-0,06	0,00	$4,39 \cdot 10^4$	-	-	-	-	-
	20/5/11	1,31	-0,02	0,00	$6,14 \cdot 10^4$	1,28	0,03	0,00	$6,35 \cdot 10^4$	1,32	-0,02	0,00	$6,17 \cdot 10^4$	-	-	-	-	-
	16/3/12	0,69	-0,01	0,00	3592	0,67	0,03	0,00	3006	0,69	-0,01	0,00	3933	-	-	-	-	-
	30/3/12	1,57	1,05	0,08	$4,66 \cdot 10^5$	1,62	1,00	0,08	$4,33 \cdot 10^5$	1,61	0,93	0,07	$4,98 \cdot 10^5$	Exponencial	140,65	420,5	17,43	0,08
	12/4/12	0,46	-0,04	0,00	475	0,46	-0,04	0,00	479	0,47	-0,06	0,00	473	-	-	-	-	-
<i>Tetranychus bastosi</i>																		
Caseara	30/9/11	47,5	0,40	0,00	$3,09 \cdot 10^8$	33,8	1,10	0,00	$3,2 \cdot 10^7$	66,3	-0,57	0,00	$2,98 \cdot 10^8$	-	-	-	-	-
	14/10/11	14,2	0,58	0,01	$2,41 \cdot 10^6$	14,4	0,57	0,01	$2,51 \cdot 10^6$	15,2	0,52	0,00	$2,40 \cdot 10^6$	-	-	-	-	-
	28/10/11	2,41	0,82	0,11	$1,55 \cdot 10^5$	2,32	0,84	0,11	$1,44 \cdot 10^5$	2,62	0,8	0,10	$1,27 \cdot 10^5$	Exponencial	150	363	36,18	0,22
	17/11/11	2,76	0,80	0,09	$1,12 \cdot 10^5$	2,73	0,81	0,09	$1,06 \cdot 10^5$	3,07	0,76	0,08	$1,07 \cdot 10^5$	Exponencial	181	354	28,50	0,15
Palmas	25/3/11	0,12	0,06	0,00	6,56	0,12	0,06	0,00	7,74	0,12	0,05	0,00	8,51	-	-	-	-	-
	8/4/11	0,07	0,30	0,03	0,22	0,07	0,34	0,04	0,34	0,08	0,24	0,02	0,23	Exponencial	0,07	0,28	7,37	0,05
	29/4/11	-0,03	1,16	0,42	2,80	-0,02	1,12	0,46	2,82	-	1,08	0,35	2,80	Exponencial	0,17	0,97	14,4	0,10
	6/5/11	0,21	0,32	0,04	9,73	0,19	0,36	0,04	10,80	0,21	0,31	0,04	9,72	-	-	-	-	-
	20/5/11	0,07	-0,07	0,00	0,03	0,07	-0,05	0,00	0,03	0,07	0,04	0,00	0,03	-	-	-	-	-
	1/10/11	0,75	0,13	0,00	$1,16 \cdot 10^4$	0,75	0,12	0,00	$1,08 \cdot 10^4$	0,72	0,16	0,00	$1,25 \cdot 10^4$	-	-	-	-	-
	15/10/11	-0,47	1,56	0,27	$1,64 \cdot 10^4$	-0,25	1,50	0,26	$1,80 \cdot 10^4$	-	1,47	0,24	$1,99 \cdot 10^4$	Esférico	35,2	132	45,00	0,25
	28/10/11	-0,15	1,42	0,58	$2,00 \cdot 10^3$	-0,15	1,57	0,64	$2,13 \cdot 10^3$	-	1,05	0,34	$1,96 \cdot 10^3$	-	-	-	-	-

No cabeçalho: β_0 = intercepto, β_1 = inclinação da curva, r^2 = coeficiente de regressão e SQR = soma de quadrados dos resíduos. ¹ Modelos selecionados por apresentarem o maior r^2 e menor SQR. C_0 = efeito pepita, $C+C_0$ = patamar, A_0 = alcance (m) e R^2 = coeficiente de determinação.

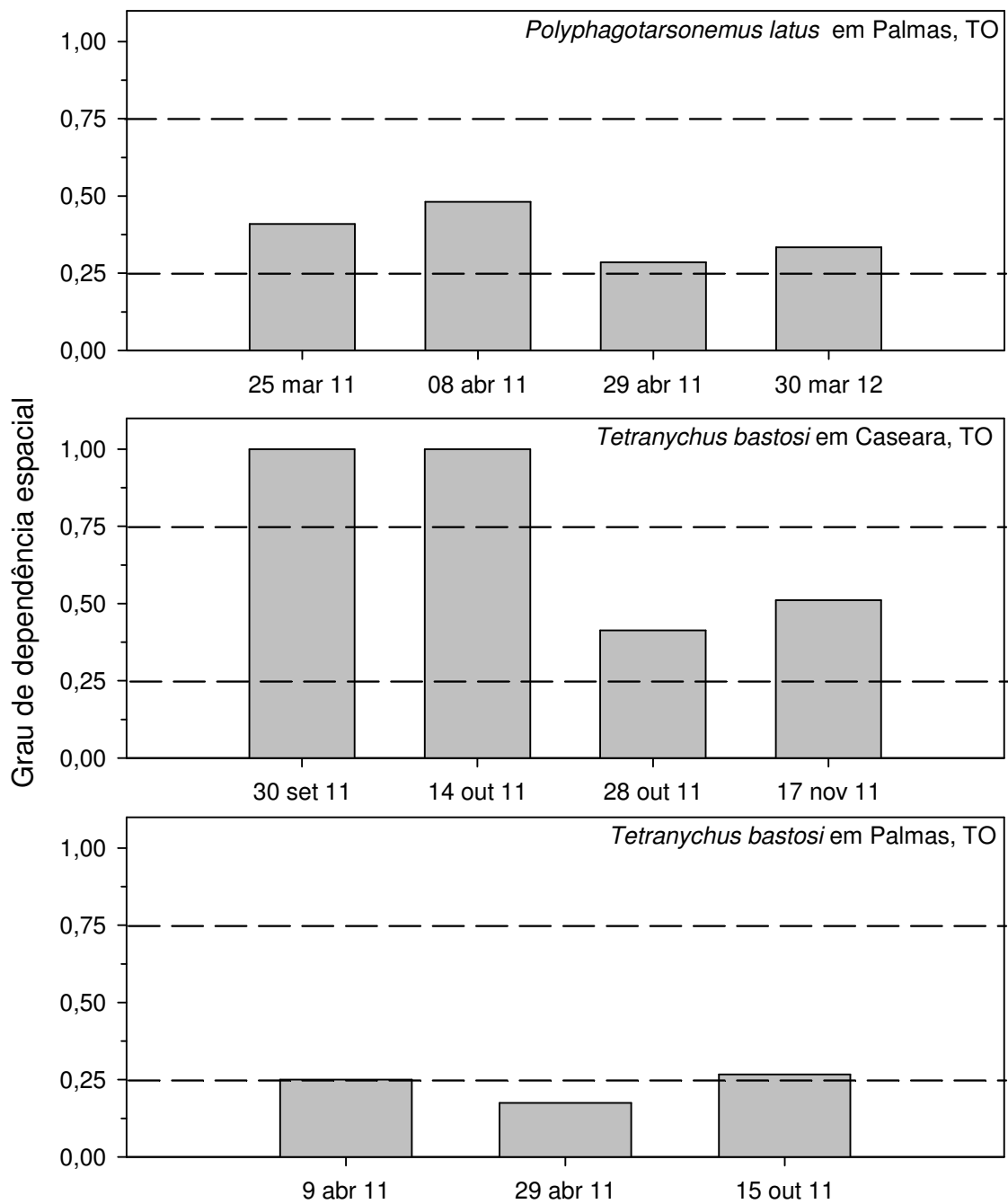


Figura 3. Grau de dependência espacial de *Polyphagotarsonemus latus* e *Tetranychus bastosi* obtidos a partir de modelos dos semivariogramas isotrópicos dos dados de densidade de ácaros em lavouras de pinhão manso nas cidades de Caseara e Palmas. Dependência espacial forte (0,00 – 0,25), moderada (0,25 – 0,75) e fraca (0,75 – 1,00).

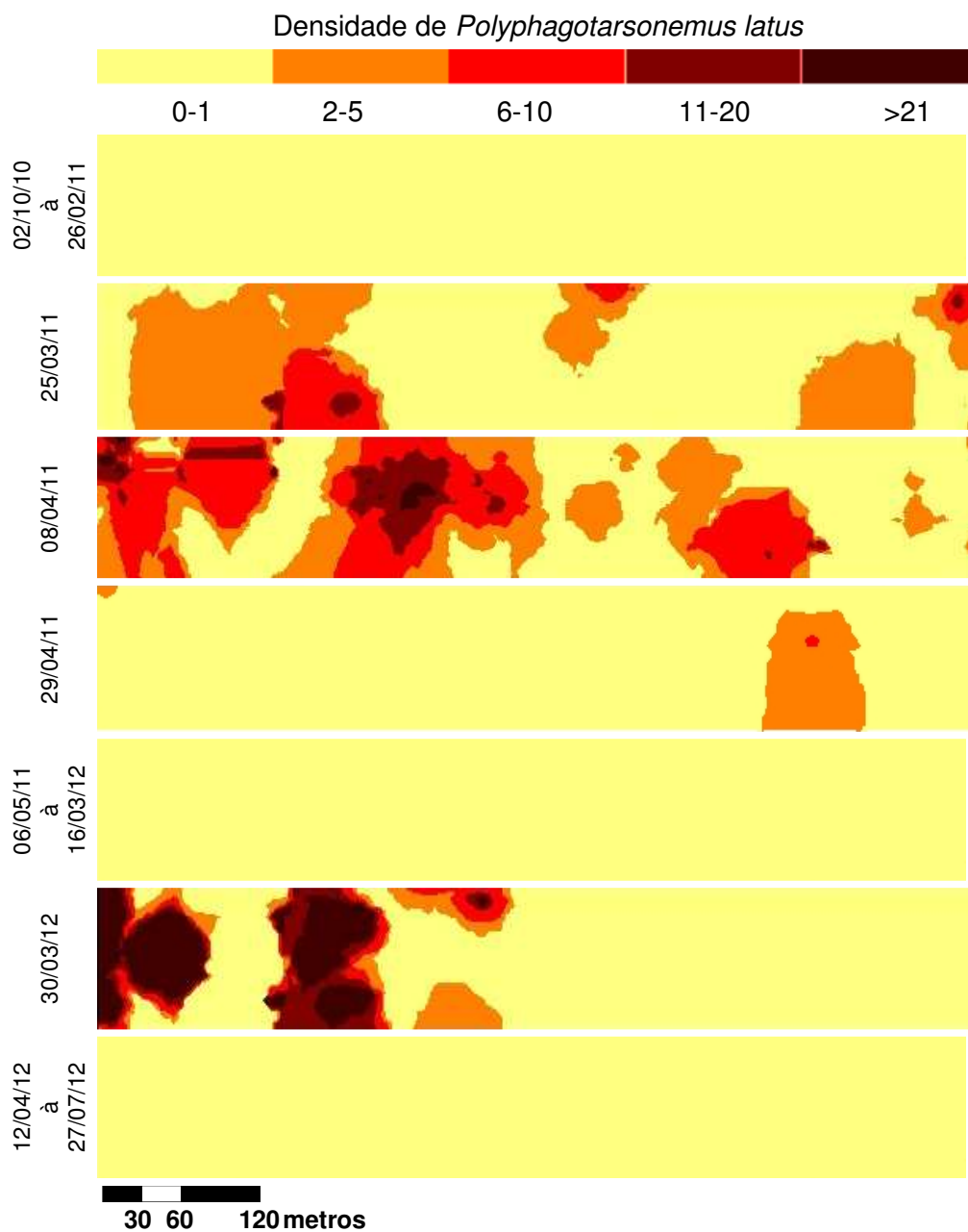


Figura 4. Mapas da distribuição espacial de *Polyphagotarsonemus latus* em lavouras de pinhão manso nas cidades de Palmas, TO.

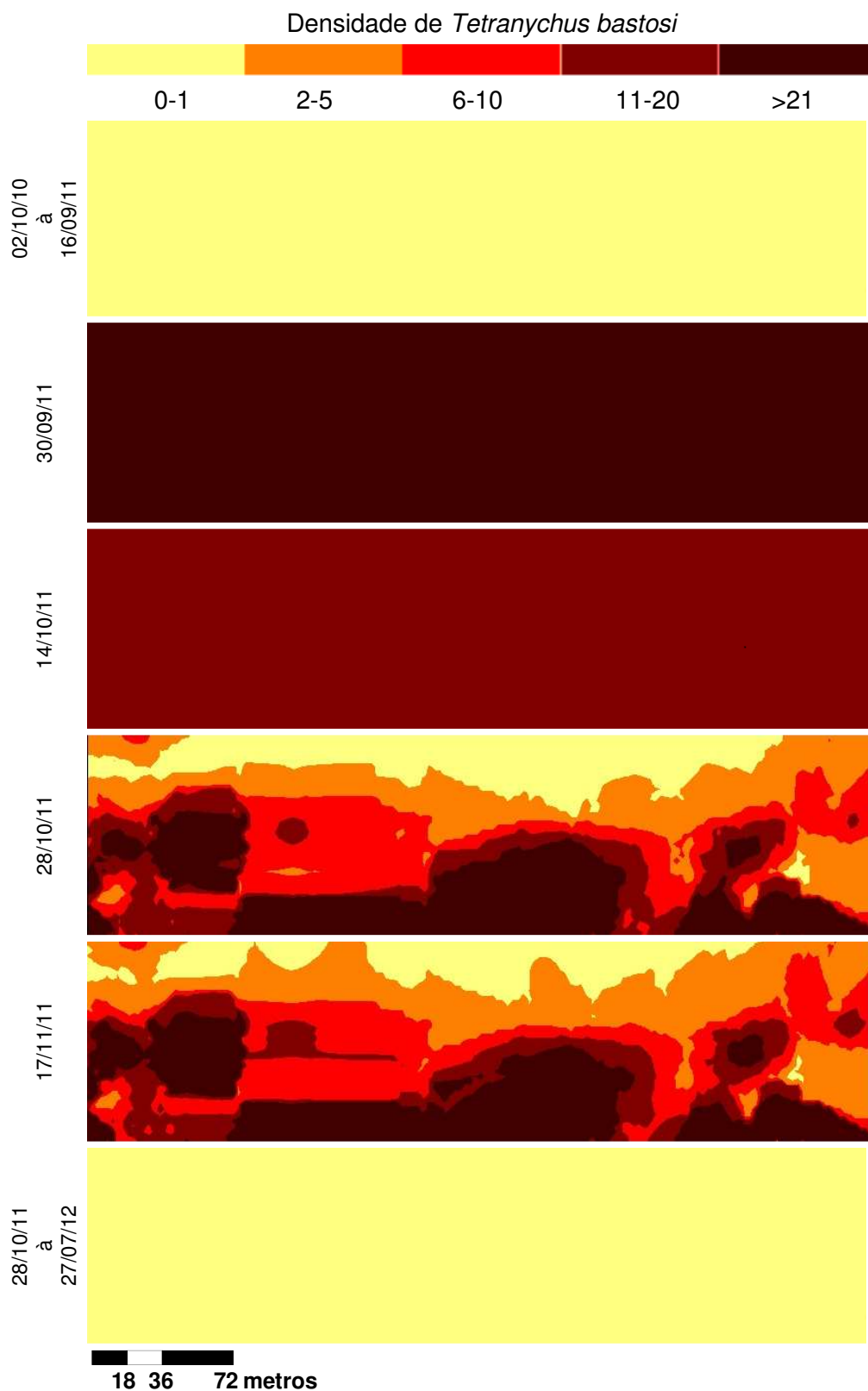


Figura 5. Mapas da distribuição espacial de *Tetranychus bastosi* em lavouras de pinhão manso nas cidades de Caseara, TO.

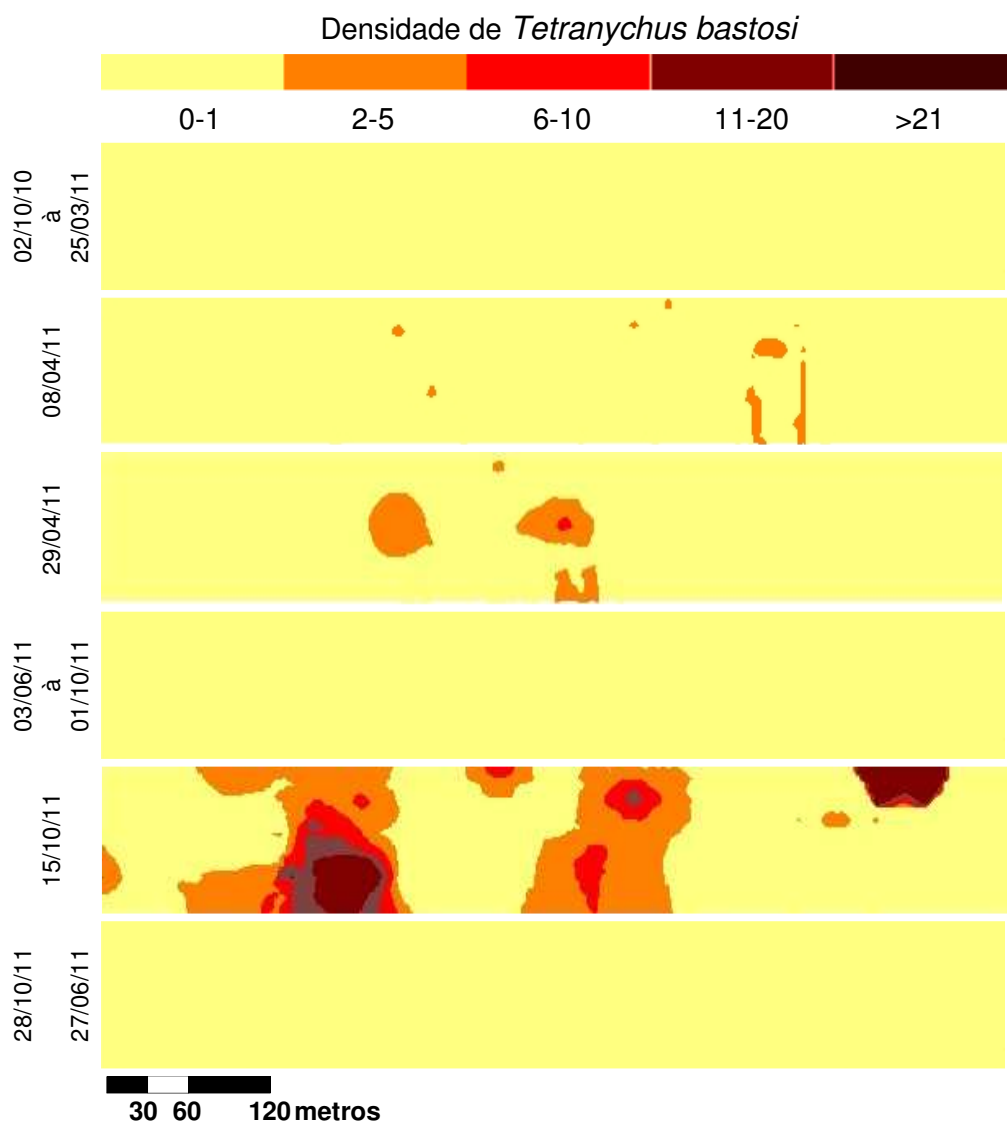


Figura 6. Mapas da distribuição espacial de *Tetranychus bastosi* em lavouras de pinhão manso nas cidades de Palmas, TO.

CONCLUSÕES GERAIS

- ✓ A amostragem de *Tetranychus bastosi* deve ser realizada pela avaliação do número de ácaros. cm^{-2} em 102 amostras com lupa manual de 20 aumentos. O local ideal de amostragem deste ácaro é à face abaxial da 4^a folha mais apical do ramo localizado no terço mediano do dossel. Na face abaxial *T. bastosi* deve ser avaliado nas partes laterais da porção mediana da folha próximo à sua borda.
- ✓ A amostragem de *Polyphagotarsonemus latus* deve ser realizada pela avaliação do número de ácaros. cm^{-2} em 135 amostras com lupa manual de 20 aumentos. O local ideal de amostragem deste ácaro é à face abaxial da 4^a folha mais apical do ramo localizado no terço apical do dossel. Na face abaxial *P. latus* deve ser avaliado nas partes laterais à inserção do pecíolo da folha.
- ✓ Os maiores ataques de *P. latus* e *T. bastosi* ocorrem no outono e primavera, respectivamente.
- ✓ As maiores densidades de *P. latus* ocorrem em períodos chuvosos e de menor fotoperíodo e quando foram maiores as populações de aranhas predadoras.
- ✓ As maiores densidades de *T. bastosi* ocorrem em períodos secos, quentes, de maior fotoperíodo, de menor ocorrência de ventos e quando foram maiores as populações do predador *Stethorus* sp.
- ✓ O ataque de *P. latus* e *T. bastosi* é agregado no centro das plantações e a dispersão destes ácaros ocorre de forma rápida em todas as direções das lavouras. O padrão de distribuição espacial do ataque de *P. latus* e *T. bastosi* numa lavoura tem pouca variação de um ano para outro.