

THIAGO NUNES PINTO FELÍCIO

**DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DE *Bemisia tabaci* EM CULTIVOS DE
MELÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Mestrado Profissional em Defesa Sanitária Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2018

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

F314d Felicio, Thiago Nunes Pinto, 1978-
2018 Dinâmica espaço-temporal de *Bemisia tabaci* em cultivos
de melão / Thiago Nunes Pinto Felicio. – Viçosa, MG, 2018.
vi, 20f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Marcelo Coutinho Picanço.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 9-12.

1. *Bemisia tabaci*. 2. Mosca-branca. 3. Melão - Doenças e pragas - Estatística. 4. *Cucumis melo*. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Entomologia. Programa de Pós-Graduação em Defesa Sanitária Vegetal. II. Título.

CDD 22. ed. 595.754

THIAGO NUNES PINTO FELÍCIO

DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DE *Bemisia tabaci* EM CULTIVOS DE MELÃO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Mestrado Profissional em Defesa Sanitária Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 17 de agosto de 2018.



Eliseu José Guedes Pereira



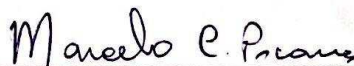
Rodrigo Soares Ramos



Ricardo Siqueira da Silva



Tarcísio Visintin da Silva Galdino



Marcelo Coutinho Picanço
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

A Deus

A Minha esposa Edilaine e meu filho João Gabriel pela compreensão, dedicação e companheirismo.

À Agrocerrado, pela confiança depositada em mim, desde sempre.

Ao professor Marcelo Coutinho Picanço, pelos ensinamentos, orientação e amizade ao longo desses anos.

Ao professor Renato de Almeida Sarmento, pela coorientação

Aos profissionais e amigos: Paulo Sérgio Couto Silva; Marco Aurélio Tavares Fiacadori e Vânia Fiacadori.

Aos colegas do laboratório de MIP da UFV pela grande contribuição e auxílio no desenvolvimento do trabalho.

Aos membros da banca: Eliseu José Guedes Pereira, Ricardo Siqueira da Silva, Rodrigo Soares Ramos e Tarcísio Visintin da Silva Galdino

A todos aqueles que fizeram parte desta jornada, e que compartilharam experiências e momentos inesquecíveis que ficaram marcados na minha mente e em meu coração.

BIOGRAFIA

Thiago Nunes Pinto Felício é filho de Idalina Nunes Sobrinho e José Pinto Sobrinho e nasceu no dia 12 de novembro de 1978 em Monte Carmelo, MG.

Em fevereiro de 2005, ingressou no curso sequencial superior de Gestão de Agronegócios no Centro Universitário do Planalto de Araxá – MG, UNIARAXÁ graduando-se em dezembro de 2006. No mesmo ano iniciou as atividades na empresa Agrocerrado Produtos Agrícolas e Assistência Técnica Ltda para o cargo de Consultor Técnico de Vendas na cidade de Perdizes, MG.

Em 2010, ingressou no curso de Engenharia Agrônômica no Centro Universitário do Planalto de Araxá – MG UNIARAXÁ graduando-se em julho de 2015.

Finalizou em 2017 o curso de especialização em Proteção de Plantas, pela Universidade Federal de Viçosa - UFV.

Ingressou em março de 2016 no Mestrado Profissional em Defesa Sanitária Vegetal, sob a orientação do Prof. Marcelo Coutinho Picanço, defendendo a Dissertação em agosto de 2018.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS	3
2.1 Condições experimentais	3
2.2 Características avaliadas	3
2.3 Análises estatísticas	4
3. RESULTADOS	5
3.1. Variação sazonal das densidades de <i>B. tabaci</i> e inimigos naturais em lavouras de melão	5
3.2. Distribuição espacial de <i>B. tabaci</i> nas lavouras de melão	6
4. DISCUSSÃO	7
5. CONCLUSÕES	9
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9

RESUMO

FELÍCIO, Thiago Nunes Pinto, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2018. **Dinâmica espaço-temporal de *Bemisia tabaci* em cultivos de melão**. Orientador: Marcelo Coutinho Picanço.

O estudo da dinâmica espaço-temporal possibilita a determinação dos fatores abióticos e bióticos que afetam as épocas e locais de ataque das pragas aos cultivos. Entre estes fatores estão os elementos climáticos, populações de inimigos naturais, o estágio fenológico das plantas e a paisagem em que ocorre o cultivo. Os frutos do melão (*Cucumis melo* L) estão entre as frutas mais consumidos no mundo e a mosca branca *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) está entre as principais pragas desta cultura. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar a distribuição espaço-temporal de *B. tabaci* em cultivos de melão. Para tanto, em cultivos comerciais de melão durante dois anos foi monitorada a densidade populacional de adultos de *B. tabaci* e de seus inimigos naturais. Também foram monitorados os elementos climáticos e a vegetação existente na paisagem ao redor das lavouras. As densidades de *B. tabaci* foram maiores em locais em que se correlacionaram positivamente com a existência de outros cultivos de melão na paisagem, temperatura do ar e populações do predador *Geocoris* sp. (Hemiptera: Geocoridae). Já a densidade da praga se correlacionou negativamente com a existência de cultivos de arroz, soja e cerrado na paisagem e populações de aranhas predadoras. Em lavouras de melão com menores densidades de *B. tabaci* foram observados focos de infestação da praga. Já em situações de alta intensidade da praga ela apresentou alta densidade em toda a lavoura. Portanto, este trabalho possibilitou o entendimento da dinâmica espaço-temporal das populações de *B. tabaci* em lavouras de melão e dos fatores que influenciam este processo. Neste contexto, a intensidade de ataque desta praga é afetada pela existência de outros cultivos de melão na paisagem, temperatura do ar e populações de predadores, sobretudo de aranhas e *Geocoris* sp.

ABSTRACT

FELÍCIO, Thiago Nunes Pinto, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2018. **Spatial-temporal dynamic of *Bemisia tabaci* on melon crops.** Advisor: Marcelo Coutinho Picanço.

The study of spatio-temporal dynamics allows the determination of the abiotic and biotic factors that affect the period and places of pest attack to the crops. Among these factors are climatic elements, populations of natural enemies, the phenological stage of plants and the surrounds in areas where the crop occurs. The melon fruits (*Cucumis melo* L) are among the most consumed fruits in the world and the whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) is among the main pests of this crop. Thus, the aim of this work was to determine the spatiotemporal distribution of *B. tabaci* in melon crops. The population density of *B. tabaci* and its natural enemies was monitored for two years in commercial melon crops. The climatic elements and vegetation in the surrounding of the crops were also monitored. The densities of *B. tabaci* were higher in places where they correlated positively with the existence of other melon crops in the surrounds, air temperature and populations of the predator *Geocoris* sp. (Hemiptera: Geocoridae). However, the density of the pest correlated negatively with the existence of rice, soybean crops and cerrado in the surrounds and populations of predatory spiders. In melon crops with lower densities of *B. tabaci* were observed pest infestation. In high-intensity situations of the pest, it showed high density throughout the crop. Therefore, this work has enabled the understanding of the spatial and temporal dynamics of populations of *B. tabaci* in melon crops and the factors that influence this process. In this context, the intensity of attack of this pest is affected by the existence of other melon crops in the surround areas, air temperature and populations of predators, mainly spiders and *Geocoris* sp.

1. INTRODUÇÃO

O estudo da dinâmica espaço-temporal possibilita a determinação dos fatores abióticos e bióticos que afetam as épocas e locais de ataque das pragas aos cultivos. Entre estes fatores estão os elementos climáticos, populações de inimigos naturais, o estágio fenológico das plantas e a paisagem em que ocorre o cultivo (Landis et al. 2000, Chaplin-Kramer et al. 2011, Rosado et al. 2015). Entre os elementos climáticos a temperatura do ar geralmente é o mais importante e esta afeta a sobrevivência, o desenvolvimento e a reprodução dos insetos (Régnière et al. 2012). Já os inimigos naturais sobretudo os predadores, parasitóides e entomopatógenos estão entre os principais agentes do controle biológico de pragas nas lavouras (Hajek & Eilenberg 2018).

Ao longo do desenvolvimento fenológico das plantas hospedeiras ocorrem modificações estruturais que alteram características morfológicas e químicas das plantas as quais podem afetar o desempenho biológico dos insetos herbívoros (Chamuene et al. 2018). Já na paisagem pode possuir plantas hospedeiras das pragas que sirvam de focos de infestação destes organismos para as lavouras (Landis et al. 2000, Rosado et al. 2015b).

A distribuição espacial desenvolve-se no campo de estudo da colonização e dispersão dos insetos com o objetivo de ilustrar a dinâmica espacial. Os arranjos de distribuição espacial se dão de três formas: aleatória quando ocorre de maneira casual, sem influência entre a presença dos organismos. Agregada quando os organismos se estabelecem em grupos e com isso aumenta a probabilidade da ocorrência em plantas vizinhas. Por último a uniforme quando os organismos estão dispostos de forma regular (Taylor 1984). O padrão de distribuição pode variar em função do tempo. Há estudos que elucidam a tendência da colonização com padrão aleatório

evoluindo para um padrão agregado (Young & Young 1998). De forma geral existe uma tendência de distribuição agregado em ambientes naturais (Southwood & Henderson 2000). No entanto, poucos estudos são realizados na determinação da dinâmica espacial de espécies de insetos pragas em culturas de grande importância econômica. Uma das formas para a determinação da distribuição espacial é o uso da geoestatística. Essa ferramenta é utilizada com o objetivo de ilustrar o padrão de distribuição espacial por meio de mapas (Bacca et al. 2006, Gumprecht et al. 2009, Rosado et al. 2015b).

O melão (*Cucumis melo* L) é uma das cucurbitáceas mais plantadas e muito consumidas no mundo. Seus frutos são consumidos *in natura*, e desta forma, a exigência da qualidade influencia diretamente sob seu consumo (Braga Sobrinho et al. 2008, Pessarakli 2016). Em 2016 o total da produção brasileira de melão foi de 596.430 toneladas em uma área cultivada de 23.105 ha (FAO 2017).

Dentre as principais pragas que reduzem a produtividade nas lavouras de melão a *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) se destaca. Este inseto é uma praga de grande importância econômica por se tratar-se de uma espécie que possui um elevado número de hospedeiros com preferência para a família das cucurbitáceas (Greathead 1986, Oliveira et al. 2001). *B. tabaci* ocasiona danos diretos e indiretos aos cultivos de melão. O dano direto por ser um inseto sugador de floema, onde grande parte dos compostos ingeridos são excretados na forma de líquido açucarado que serve como substrato para o crescimento de fungos (fumagina) que interferem na fotossíntese e a respiração da planta. Os danos indiretos são responsáveis pelas maiores perdas na cultura do melão pela inoculação de toxinas e transmissão de viroses (Oliveira et al. 2001)

Diante da importância dos assuntos mencionados acima, o objetivo deste trabalho foi determinar a dinâmica espaço-temporal de *B. tabaci* em lavouras de melão. Para tanto, foi estudado os efeitos da paisagem, inimigos naturais e elementos climáticos sobre a variação sazonal e espacial de *B. tabaci* em lavouras comerciais de melão.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Condições experimentais

Este trabalho foi conduzido em quatro lavouras comerciais de melão em Formoso do Araguaia, Tocantins, TO, (11°47'48"S, 49°31'4"O, 240 m de altitude e clima tropical com inverno seco) durante os anos de 2015 e 2016. As lavouras de melão foram estabelecidas em área de 20 ha (Figura 1). As plantas foram cultivadas no espaçamento de 1,5 x 2,0 m e as lavouras foram conduzidas utilizando práticas recomendadas para o cultivo (Braga Sobrinho et al. 2008, Pessarakli 2016).

2.2 Características avaliadas

As densidades de adultos de *B. tabaci* e de seus inimigos naturais foram avaliadas quando as plantas de melão se encontravam nos estágios vegetativo, floração e frutificação. Pois, as plantas possuem variações quanto a suscetibilidade a pragas ao longo de seu desenvolvimento (Bacci et al. 2006, Pereira et al. 2016). As avaliações foram realizadas em 300 plantas, distribuídas ao longo de toda lavoura visando evitar tendências espaciais nas avaliações (Pereira et al. 2016, Lima et al. 2018) (Figura 2). A densidade de adultos de *B. tabaci* foi avaliada na quinta folha mais apical do ramo por contagem direta. Esta técnica e unidade amostral foram usadas devido ao fato

de terem sido determinadas como ideais para a realização de amostragem de adultos de *B. tabaci* em lavouras de melão (Macêdo 2017). Na mesma amostragem foram identificados e contados os inimigos naturais.

Os dados de temperatura média do ar (°C), velocidade dos ventos (m.s⁻¹), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica (mm) foram obtidos por estação meteorológica nas áreas avaliadas.

2.3 Análises estatísticas

Foram calculadas as densidades médias e erro padrão das densidades de *B. tabaci* e inimigos naturais. A partir destes dados foram confeccionadas curvas de variação sazonal para as variáveis propostas.

Os dados quantitativos de *B. tabaci* foram submetidos a análises de redundância (RDA) com as variáveis climáticas, inimigos naturais e cultivos circunvizinhos por meio do software Canoco 3.1 (TerBraak & Smilauer 2002).

A significância da ordenação da RDA foi obtida pela permutação de Monte Carlo, testada com um teste F com $p < 0,05$. A ordenação biplot para esta análise foi produzida com o software Canodraw 3.0 (TerBraak & Smilauer 2002). Neste gráfico, as respostas foram representadas por vetores com origem do ponto central dos dois eixos do diagrama de ordenação, com os comprimentos dos vetores proporcionais à importância das variáveis. Variáveis correlacionadas positivamente têm vetores com o mesmo rolamento, enquanto variáveis negativamente correlacionadas possuem vetores com orientações opostas, e os vetores de variáveis não correlacionadas são colocados em um ângulo de 90° entre si.

Para verificar os padrões de distribuição espacial da praga foram realizadas análises geoestatísticas utilizando-se o software ArcGis (ESRI

2016). Por meio do semivariograma foi verificada a dependência espacial para a *B. tabaci*. A partir deste semivariograma é possível identificar o padrão de distribuição da praga (agregada, aleatória ou uniforme). Após isso foram selecionados os modelos teóricos com os melhores ajustes ao semivariograma (Leibold et al. 1993). Para cada modelo foi verificada a anisotropia. Após a escolha dos modelos, foi realizada a krigagem ordinária onde os dados foram interpolados para os locais não amostrados a fim de construir os mapas de distribuição espacial (Murphy & Sternitzke 1979, Isaaks & Srivastava 1989, Rosado et al. 2015b).

3. RESULTADOS

3.1. Variação sazonal das densidades de *B. tabaci* e inimigos naturais em lavouras de melão

A densidade média *B. tabaci* foi de $1,92 \pm 0,06$ adultos por folha. Os predadores observados foram aranhas (Araneidae), *Chrysoperla* sp. (Neuroptera: Chrysopidae), *Eriopis conexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae), *Geocoris* sp. (Hemiptera: Geocoridae) e *Orius* sp. (Hemiptera: Anthocoridae). Entre estes os predadores mais abundante foi *Chrysoperla* sp. e os menos abundantes foram *E. conexa* e *Orius* sp. Já a abundância das aranhas e *Geocoris* sp. foi intermediária a estes extremos (Tabela 1).

Verificaram-se que as densidades de adultos de *B. tabaci* variaram entre as lavouras de melão e ao longo do desenvolvimento das plantas. As densidades de adultos de *B. tabaci* nas lavouras 3 e 4 foram maiores do que as densidades desta praga nas lavouras 1 e 2. Nas lavouras 3 e 4 foi observado que a intensidade de ataque de adultos de *B. tabaci* apresentaram pico

populacional. Estes picos ocorreram entre o final do estágio vegetativo e estágio reprodutivo das plantas (Figura 3A).

Os dois eixos estimados pela análise RDA foram significativos ($P \leq 0,001$, 499 permutações) e eles explicaram 96,80% da variação das densidades de adultos de *B. tabaci* em função da paisagem, densidades de predadores e elementos climáticos. As densidades de *B. tabaci* se correlacionaram positivamente com a existência de outros cultivos de melão na circunvizinhança, temperatura do ar e as populações do predador *Geocoris* sp., *Orius* sp., *E. conexa*. E negativamente com a existência de cultivos de arroz, soja e cerrado na circunvizinhança e populações de aranhas (Figura 4).

Os predadores *Geocoris* sp. e aranhas foram observados em todas as lavouras de melão. As densidades destes predadores variaram entre as lavouras e ao longo do desenvolvimento das plantas (Figuras 3B e 3C). As populações de *Geocoris* sp. foram maiores nas lavouras 3 e 4 do que nas lavouras 1 e 2. Nas lavouras 3 e 4 foi observado que as populações de *Geocoris* sp. apresentaram pico populacional o qual ocorreu do meio para o período final do cultivo (Figura 3B). Já as populações de *Geocoris* sp. foram maiores nas lavouras 1 e 2 do que nas lavouras 3 e 4. Nas lavouras 1 e 2 foi observado que as populações de aranhas apresentaram pico populacional e estes picos ocorreram entre o meio e o período final dos cultivos (Figura 3C).

3.2. Distribuição espacial de *B. tabaci* nas lavouras de melão

Em 25% das situações os modelos de distribuição espacial só apresentaram efeito pepita. Já em 75% das situações os modelos de distribuição espacial apresentaram efeito pepita e patamar. Destes modelos com efeito pepita e patamar três foram esféricos, três foram exponenciais e três

foram lineares, sendo que o grau de dependência exponencial nestes nove modelos foi de 0,093 a 0,95 (Tabela 2).

Nos mapas de sua distribuição espacial foram observados focos de infestação de *B. tabaci* nas lavouras (1 e 2) com menores densidades deste inseto. Já quando as densidades de *B. tabaci* foram mais altas (lavouras 3 e 4) observou-se nos mapas de distribuição espacial que este inseto apresentou alta densidade em toda a lavoura (Figura 6).

4. DISCUSSÃO

Diante dos resultados verifica-se que as altas infestações de *B. tabaci* nas lavouras de melão são influenciados por componentes climáticos, presença de predadores e culturas circunvizinhas. Nos anos com maiores temperaturas a densidade da praga nas lavouras atingiu níveis mais altos. Os insetos possuem uma faixa de temperaturas mínimas, ótima e máxima para seu desenvolvimento. *B. tabaci* possui desenvolvimento ótimo em temperaturas entre 28 e 33°C (Butler Jr et al. 1983).

Os inimigos naturais são importantes agentes que podem influenciar a dinâmica populacional de pragas. Neste contexto, verificou-se influência da densidade dos predadores *Geocoris* sp., e aranhas em relação a densidade de adultos de *B. tabaci*. Os locais com maior densidade de predadores ocorreram as menores populações de *B. tabaci*. A relação entre pragas e inimigos naturais possuem uma relação de densidade dependente, esta relação acontece em dois momentos, o primeiro onde há um crescimento da população de inimigos naturais e da praga na lavoura impulsionados pela migração dos inimigos naturais e a oferta de alimento. Num segundo momento a população de pragas diminui diante do crescimento da população de inimigos naturais (Letourneau et al. 2009, Rosado et al. 2015a). Assim nossos resultados

evidenciam a relação dos inimigos naturais encontrados com a densidade de *B. tabaci*, destacando a importância deles no controle biológico natural de *B. tabaci*.

Na dinâmica temporal de *B. tabaci* observamos que um aumento da população de *B. tabaci* no início do período reprodutivo. A variação da densidade durante o cultivo pode estar associada a colonização e dispersão da praga ao longo do desenvolvimento da lavoura. As densidades aumentaram durante o desenvolvimento das plantas. Na dinâmica espacial de *B. tabaci* observamos a presença de *B. tabaci* tanto nas bordaduras como no interior do cultivo. Os mapas de distribuição de adultos de *B. tabaci* nas lavouras de melão evidenciam padrões diferentes de colonização durante os anos avaliados. No primeiro ano os focos de infestação foram baixos e se iniciaram ao acaso no período vegetativo evoluindo para um padrão agregado no início do reprodutivo. No segundo ano a infestação foi rápida tomando quase toda a lavoura no início da fase vegetativa. Esses fatos podem ter relações com o desenvolvimento nutricional da planta em diferentes estágios de desenvolvimento. No entanto mais trabalhos são necessários para comprovar a relação nutricional com a distribuição espacial da *B. tabaci* em diferentes estágios de desenvolvimento (Rosado et al. 2015b, Lima et al. 2018).

Forman & Gordan (1986), definiram paisagem como interação de ecossistemas em uma determinada área. Envolvendo a interação de elementos bióticos e abióticos e sua relação com os organismos que ali existem (Turner 1989). Assim, foram observados que nas áreas avaliadas deste estudo, a composição da paisagem foi composta por diferentes hospedeiros com níveis de atratividade diferentes para a praga alvo. Além dos fatores discutidos anteriormente (clima e inimigos naturais) foi observado maior densidade de

ataque nas áreas 3 e 4 em relação 1 e 2 pelo mapa da distribuição espacial. A razão se dá pela maior densidade de *B. tabaci* nos cultivos de melão nas áreas 3 e 4 devido ao maior número de cultivos de melão. Existem trabalhos evidenciando maior preferência de *B. tabaci* por cultivos de melão (Souza Costa & Bleicher 2006). Ressaltamos que o efeito da paisagem possa ter efeito na distribuição espacial de *B. tabaci* e dos inimigos naturais.

Os resultados fornecem informações úteis nos programas de manejo integrado de pragas na cultura do melão, incluindo a tomada de decisão e as táticas de controle, por meio de monitoramento no início do desenvolvimento vegetativo, critérios para o planejamento do plantio dos cultivos e a escolha de inseticidas que sejam seletivos as populações de inimigos naturais (Rodrigues-Silva et al., 2017).

5. CONCLUSÕES

Este trabalho possibilitou o entendimento da dinâmica espaço-temporal das populações de *Bemisia tabaci* em lavouras de melão. Em situações de temperatura do ar mais elevada e quando existem outros cultivos de melão na paisagem é maior a intensidade de ataque de *B. tabaci*. Os predadores *Geocoris* sp. e as aranhas influenciam na densidade das populações da praga nas lavouras de melão.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bacca, T., Lima, E. R., Picanço, M. C., Guedes, R. N. C., Viana, J. H. M. (2006). Optimum spacing of pheromone traps for monitoring the coffee leaf miner *Leucoptera coffeella*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 119(1), 39-45.
- Bacci, L., Picanço, M. C., Gonring, A. H. R., Guedes, R. N. C., Crespo, A. L. B. (2006). Critical yield components and key loss factors of tropical cucumber crops. **Crop Protection**, 25(10), 1117-1125.

- Braga Sobrinho, R., Guimarães, J. A., Freitas, J. A. D., Terao D. (2008). **Produção integrada de melão**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical.
- Butler Jr, G. D., Henneberry, T. J., Clayton, T. E. (1983). *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae): development, oviposition, and longevity in relation to temperature. **Annals of the Entomological Society of America**, 76(2), 310-313.
- Chamuene, A., Araújo, T. A., Silva, G., Costa, T. L., Berger, P. G., Picanço, M. C. (2018). Performance of the natural mortality factors of *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) as a function of cotton plant variety and phenology. **Environmental Entomology**, 47(2), 440-447.
- Chaplin-Kramer, R., O'Rourke, M. E., Blitzer, E. J., Kremen, C. (2011). A meta-analysis of crop pest and natural enemy response to landscape complexity. **Ecology Letters**, 14(9), 922-932.
- ESRI: Environmental Systems Research Institute. (2016). **ArcGis Professional GIS for the desktop**. Version 10.3.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2017). **Statistical database 2017**. FAO. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (last accessed 13 Ago 2018).
- Forman, R. T., Godron, M. (1986). **Landscape ecology**. New York: Jhon Wiley & Sons.
- Greathead, A. H. (1986). Host plants, pp. 17-25 In Cock, M. J. W. (ed.), ***Bemisia tabaci: a literature survey on the cotton whitefly with an annotated bibliography***. Silwood Park, UK: CAB International Institute of Biological Control.
- Gumprecht, D., Müller, W. G., Rodríguez-Díaz, J. M. (2009). Designs for detecting spatial dependence. **Geographical Analysis**, 41(2), 127-143.
- Hajek, A. E., Eilenberg, J. (2018). **Natural enemies: an introduction to biological control**. 2 ed. Cambridge: Cambridge University.
- Isaaks, E. H., Srivastava, R. M. (1989). **An introduction to applied geostatistics**. Oxford: Oxford University Press.
- Landis, D. A., Wratten, S. D., Gurr, G. M. (2000). Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. **Annual Review of Entomology**, 45(1), 175-201.
- Letourneau, D. K., Jedlicka, J. A., Bothwell, S. G., Moreno, C. R. (2009). Effects of natural enemy biodiversity on the suppression of arthropod herbivores in terrestrial ecosystems. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, 40, 573-592.
- Liebholt, A. M., Rossi, R. E., Kemp, W. P. (1993). Geostatistics and geographic information systems in applied insect ecology. **Annual Review of Entomology**, 38(1), 303-327.

- Lima, C. H., Sarmiento, R. A., Galdino, T. V., Pereira, P. S., Silva, J., Souza, D. J., Picanço, M. C. (2018). Spatiotemporal dynamics of whitefly *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in commercial watermelon crops. **Journal of Economic Entomology** doi: 10.1093/jee/toy110.
- Macêdo, R. V. B. T. (2017). **Plano de amostragem convencional para mosca branca em lavouras de melão**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. Dissertação de Mestrado.
- Murphy, P. A., Sternitzke, H. S. (1979). Growth and yield estimation for loblolly pine in the West Gulf. **Res. Pap. SO-154. New Orleans, LA: US Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 154.**
- Oliveira, M. R. V., Henneberry, T. J., Anderson, P. (2001). History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. **Crop protection**, 20(9), 709-723.
- Pereira, P. S., Sarmiento, R. A., Galdino, T. V., Lima, C. H., Santos, F. A., Silva, J., Picanço, M. C. (2017). Economic injury levels and sequential sampling plans for *Frankliniella schultzei* in watermelon crops. **Pest Management Science**, 73(7), 1438-1445.
- Pessarakli, M. (2016). **Handbook of cucurbits: growth, cultural practices, and physiology**. Boca Raton: CRC Press.
- Régnière, J., Powell, J., Bentz, B., Nealis, V. (2012). Effects of temperature on development, survival and reproduction of insects: experimental design, data analysis and modeling. **Journal of Insect Physiology**, 58(5), 634-647.
- Rosado, J. F., Picanço, M. C., Sarmiento, R. A., Da Silva, R. S., Pedro-Neto, M., Carvalho, M. A., Silva, L. C. R. (2015a). Seasonal variation in the populations of *Polyphagotarsonemus latus* and *Tetranychus bastosi* in physic nut (*Jatropha curcas*) plantations. **Experimental and Applied Acarology**, 66(3), 415-426.
- Rosado, J. F., Picanço, M. C., Sarmiento, R. A., Pereira, R. M., Pedro-Neto, M., Galdino, T. V. S., Erasmo, E. A. L. (2015b). Geostatistics as a tool to study mite dispersion in physic nut plantations. **Bulletin of Entomological Research**, 105(4), 381-389.
- Southwood, T. R. E., Henderson, P. A. (2000). **Ecological methods**. 3 ed. Oxford: Blackwell Science.
- Souza Costa, R. D., Bleicher, E. (2006). Comportamento da mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B) em sistemas de plantio de coentro, melancia e melão. **Revista Ciência Agronômica**, 37(2), 195-199.
- Taylor, L. R. (1984). Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. **Annual Review of Entomology**, 29(1), 321-357.
- Ter Braak, C. J., Smilauer, P. (2002). **CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for canonical community ordination (version 4.5)**. www.canoco.com.

Turner, M. G. (1989). Landscape ecology: the effect of pattern on process. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 20(1), 171-197.

Young, L. J., Young, J. (1998). **Statistical ecology: a population perspective**. Boston: Kluwer Academic Publishers.

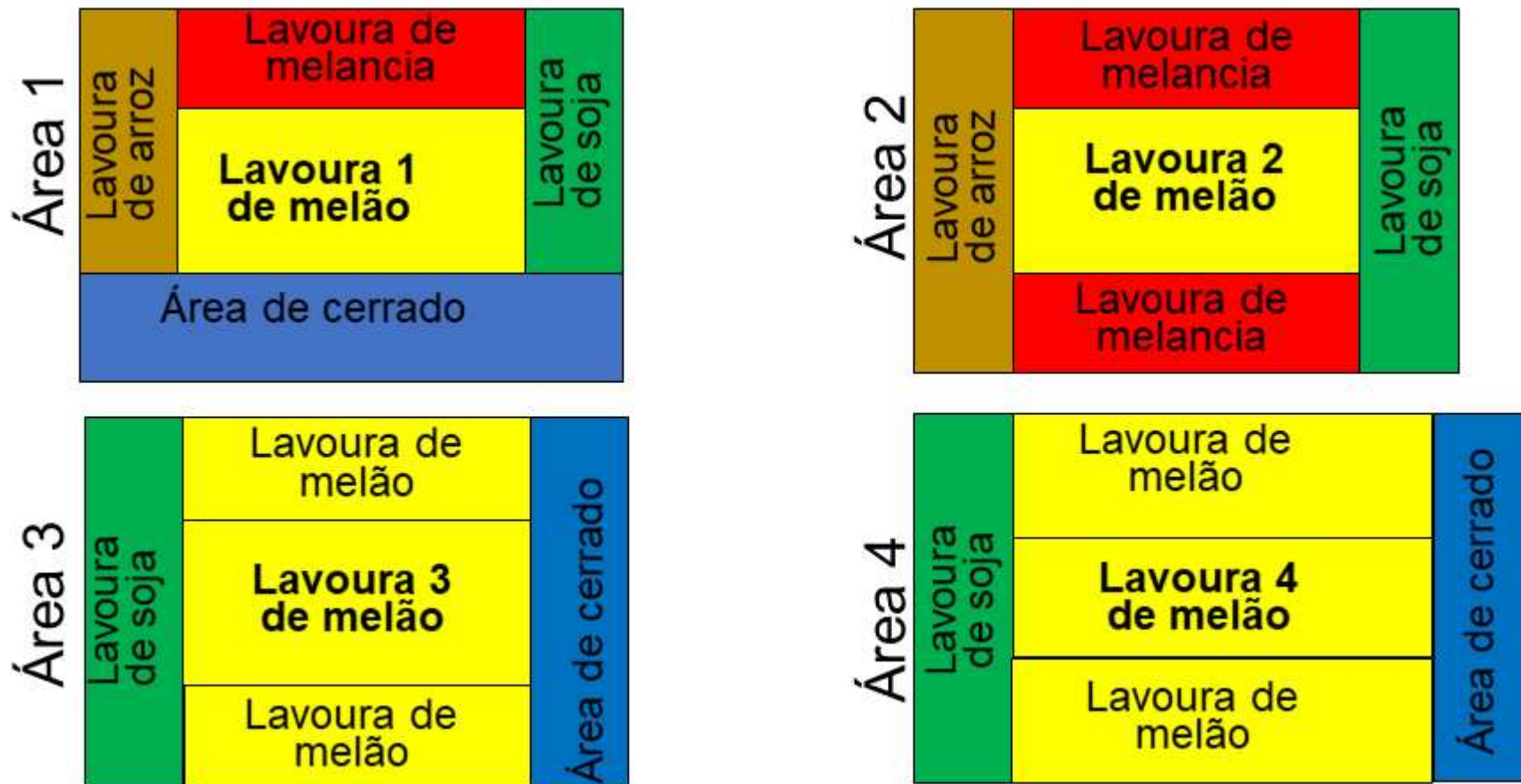


Figura 1. Representação da paisagem nas quatro áreas de cultivo.

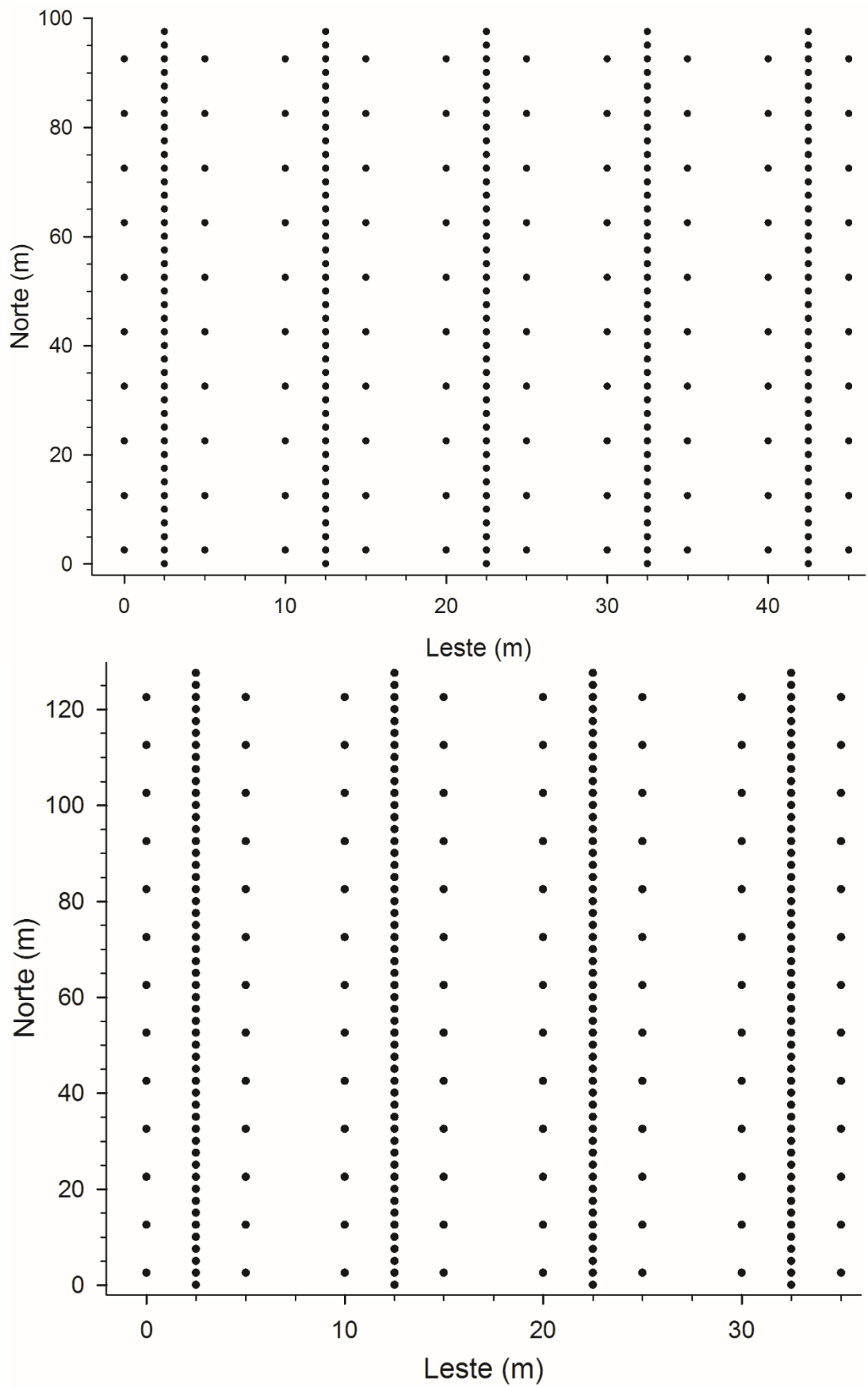


Figura 2. Representação dos pontos de amostragem de *Bemisia tabaci* nas quatro lavouras de melão.

Tabela 1. Densidade média (\pm erro padrão) de *Bemisia tabaci* (adultos. folha⁻¹) e seus inimigos naturais (indivíduos. folha⁻¹) nas lavouras de melão.

Táxon	Densidade (indivíduos. planta ⁻¹)
<i>Bemisia tabaci</i> (adultos)	1,92 \pm 0,06

Predadores	
Aranhas	0,015 \pm 0,001
<i>Chrysoperla</i> sp.	0,046 \pm 0,008
<i>Eriopsis conexa</i>	0,003 \pm 0,001
<i>Geocoris</i> sp.	0,013 \pm 0,002
<i>Orius</i> sp.	0,002 \pm 0,001

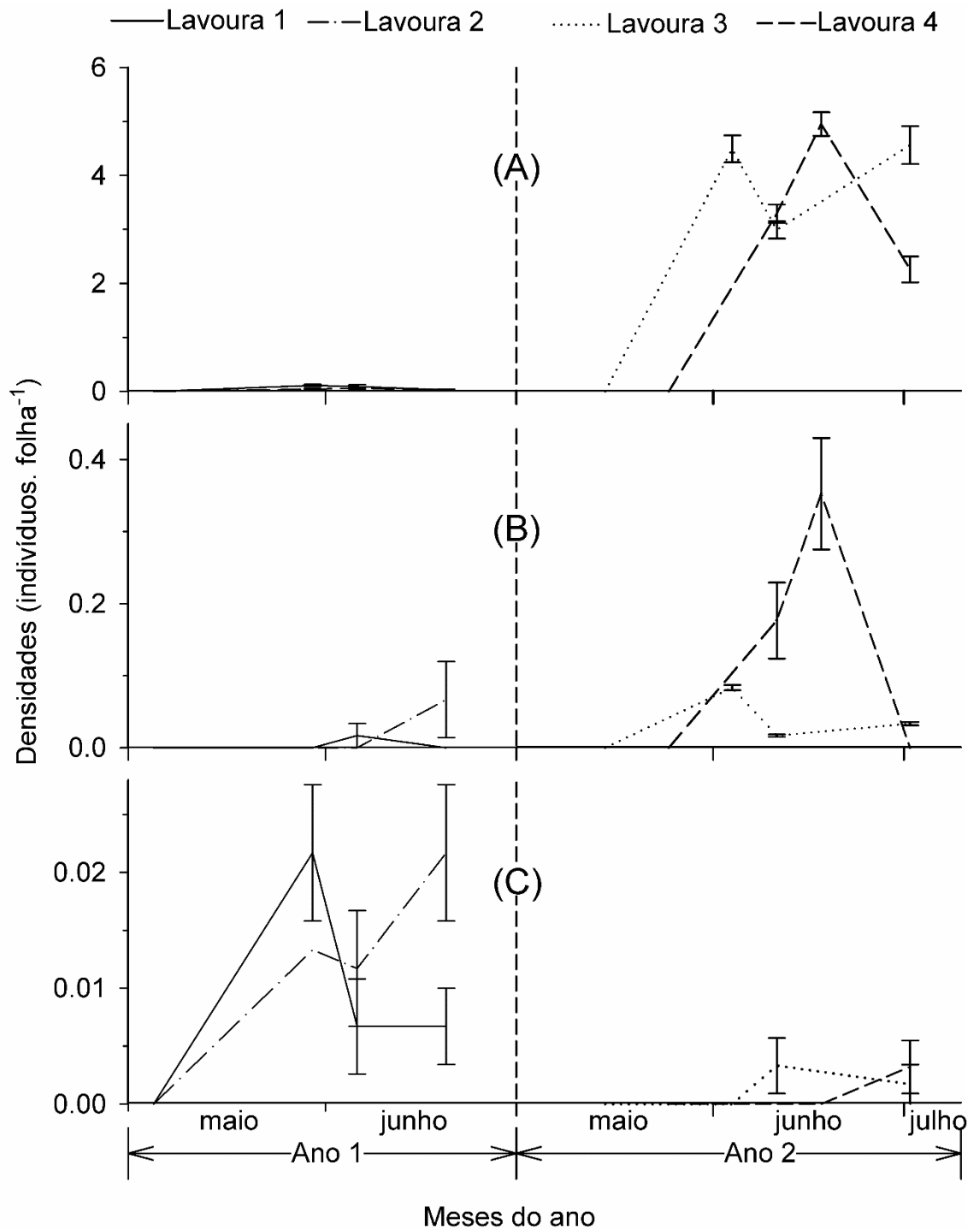


Figura 3. Densidades (média \pm erro padrão) (A) de adultos de *Bemisia tabaci* e dos predadores (B) *Geocoris* sp. e (C) aranhas em quatro lavouras de melão durante dois anos.

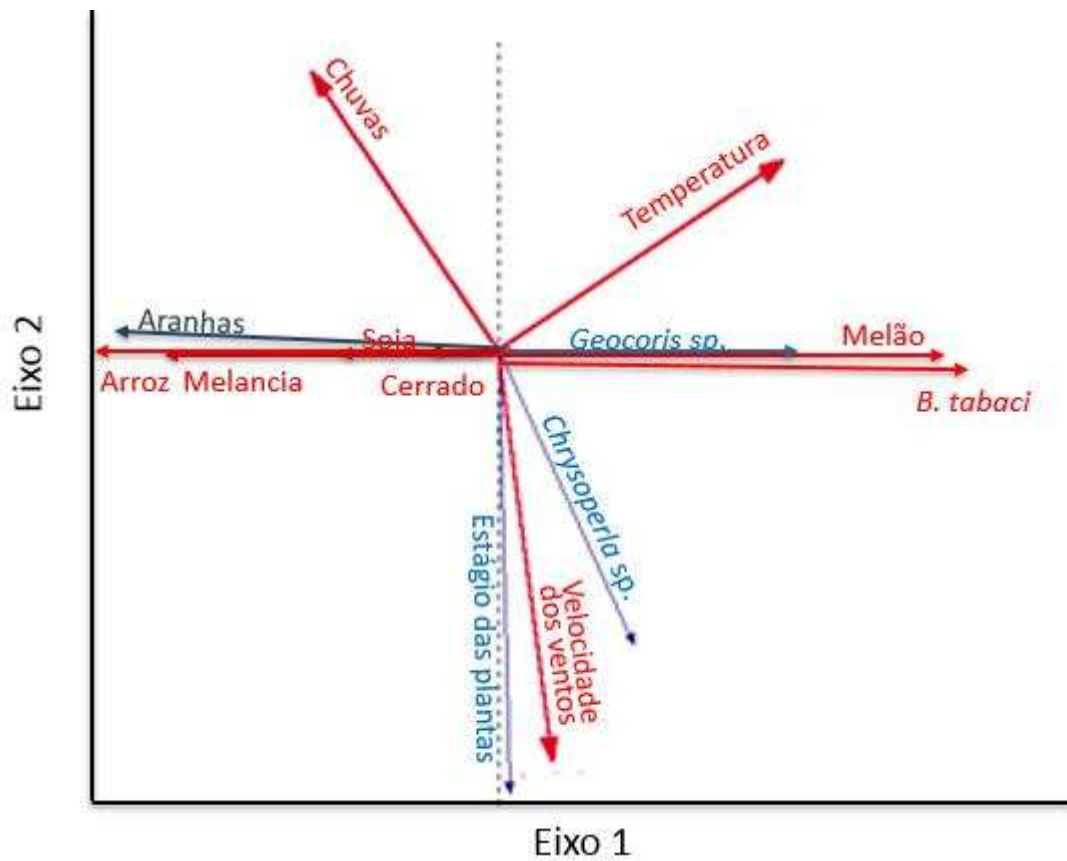


Figura 4. Gráfico de ordenação da análise de redundância (RDA) dos efeitos da paisagem, elementos climáticos e densidades de predadores na intensidade de ataque de adultos de *Bemisia tabaci* em lavouras de melão. O primeiro e o segundo eixo explicaram 96,80% da variância total ($F = 7,81$; $P < 0,001$; 499 permutações). Os comprimentos dos vetores são proporcionais à importância da variável. Variáveis positivamente correlacionadas possuem vetores com a mesma orientação. Variáveis negativamente correlacionadas possuem vetores com orientações opostas. Quando os vetores possuem um ângulo de 90° , as variáveis não são correlacionadas.

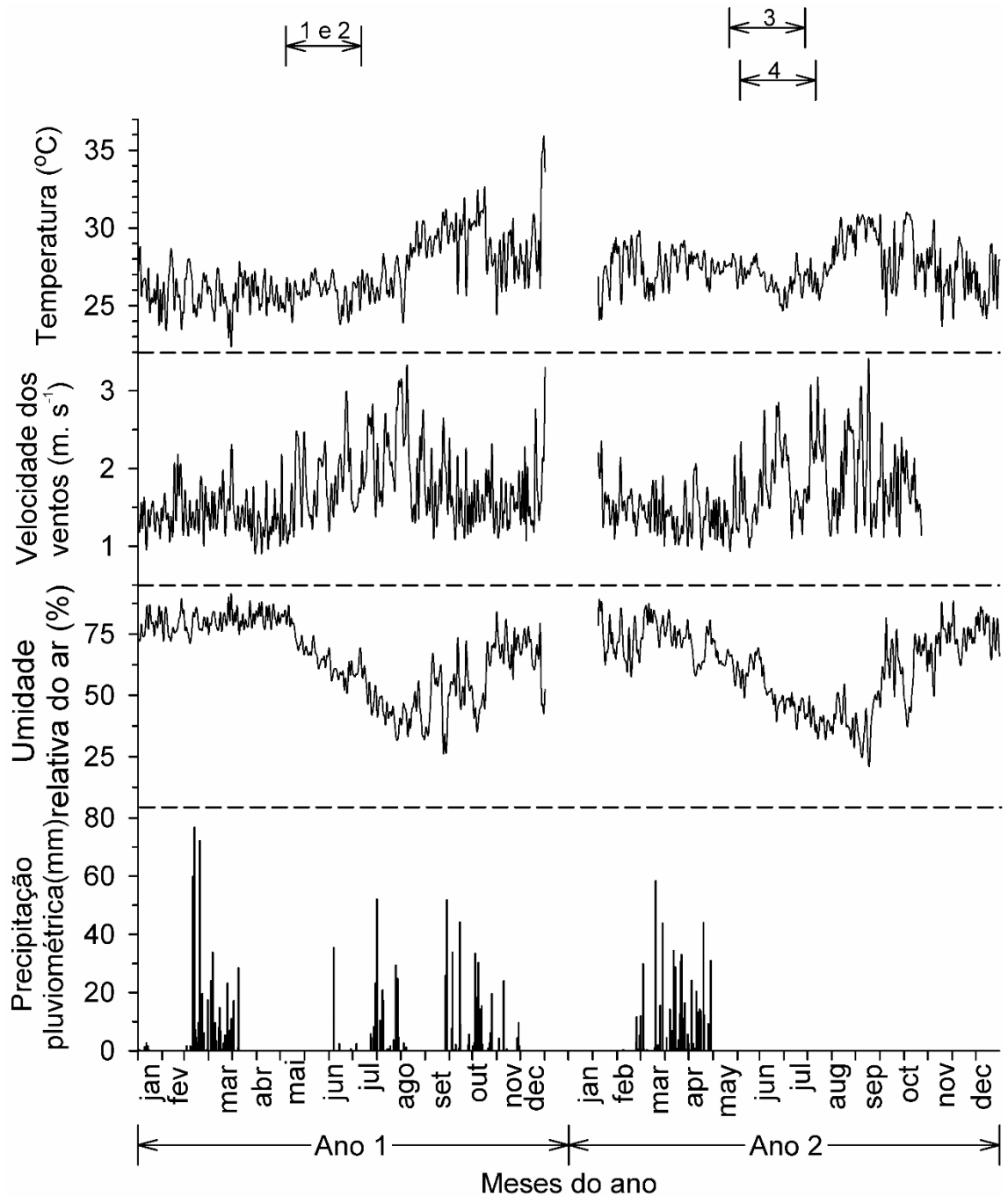


Figura 5. Temperatura média do ar, velocidade dos ventos, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica durante os dois anos de condução deste trabalho. As setas horizontais indicam os períodos de condução das quatro lavouras de melão.

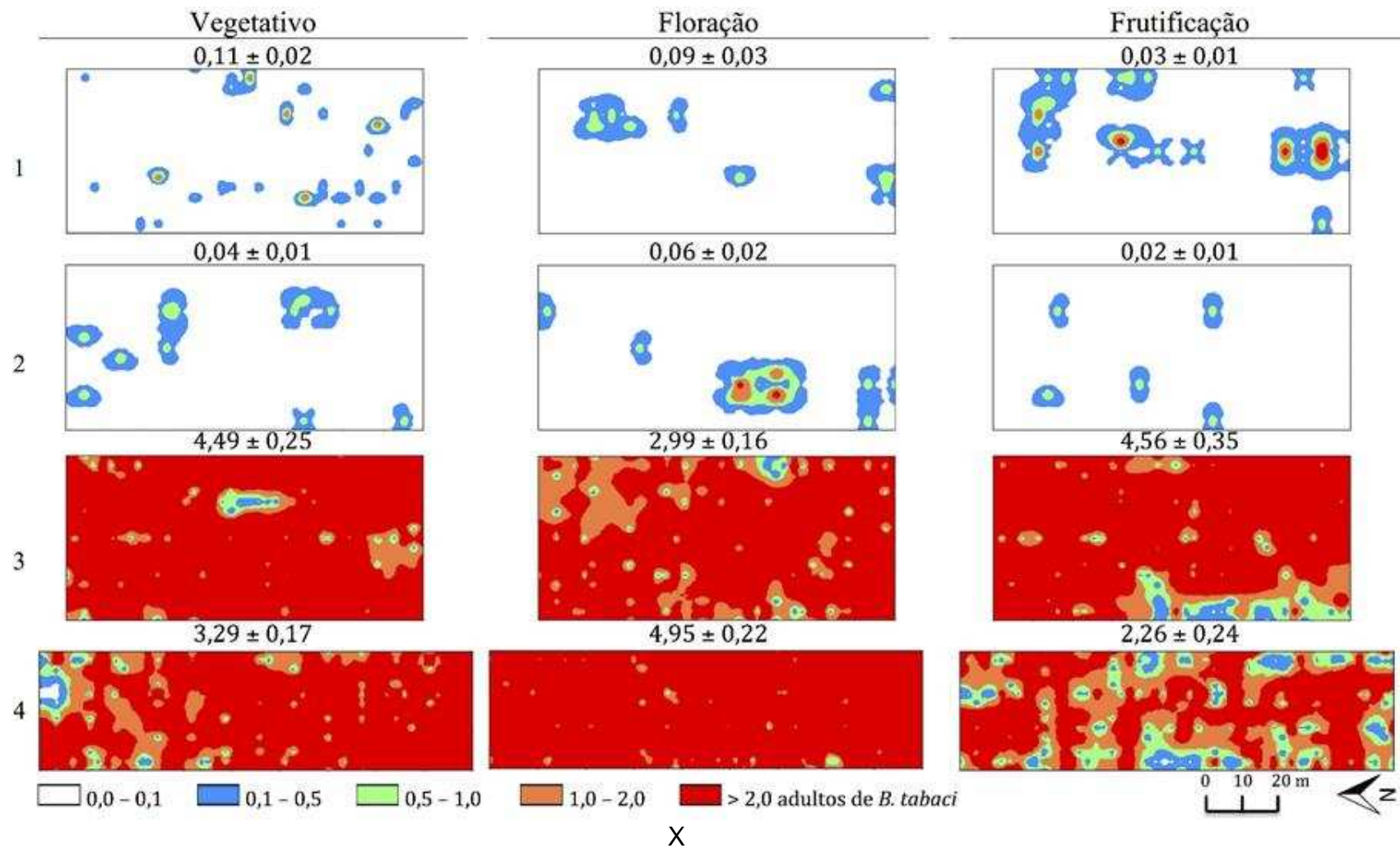


Figura 6. Mapas da distribuição espacial de adultos de *Bemisia tabaci* em quatro lavouras de melão nos estágios vegetativo, floração e frutificação. Os números no topo dos mapas indicam a densidade da praga na lavoura (média \pm erro padrão).

Tabela 2. Características dos modelos de distribuição espacial de adultos *Bemisia tabaci* em quatro lavouras de melão com plantas nos estágios vegetativo, floração e frutificação.

Lavouras	Estágio das Plantas	Características dos modelos de distribuição espacial								
		Modelos	β_0	β_1	SQR	C_0	C_0+C	Alcance (m)	R^2	RSD
1	Vegetativo				Efeito pepita puro					
	Floração	Exponencial	0,11	0,50	0,0002	0,0023	0,028	4,80	0,14	0,093
	Frutificação	Esférico	0,13	0,15	0,0007	0,0130	0,140	3,39	0,16	0,103
2	Vegetativo	Exponencial	0,02	0,61	0,0011	0,0345	0,131	14,01	0,74	0,263
	Floração	Esférico	0,02	0,18	0,0001	0,0026	0,018	4,10	0,11	0,142
	Frutificação	Esférico	0,03	0,29	0,0001	0,0035	0,038	4,16	0,51	0,103
3	Vegetativo	Exponencial	2,71	0,41	61,70	0,7000	33,540	2,94	0,09	0,021
	Floração	Linear	2,67	0,39	46,90	18,677	19,659	34,43	0,02	0,950
	Frutificação				Efeito pepita puro					
4	Vegetativo				Efeito pepita puro					
	Floração	Linear	1,25	0,68	0,40	6,58	7,450	34,45	0,66	0,883
	Frutificação	Linear	3,44	0,31	2,51	13,58	15,110	34,45	0,49	0,899

No cabeçalho: β_0 = intercepto da curva, β_1 = inclinação da curva, SQR = soma do quadrado do resíduo, C_0 = efeito pepita, $C+C_0$ = patamar, R^2 = coeficiente de determinação e RSD = taxa de dependência espacial.