

Estruturas da Paisagem que Afetam a Abundância do Bicudo-do-algodoeiro

Foto: Renata da Mata



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 318

Estruturas da Paisagem que Afetam a Abundância do Bicudo-do-algodoeiro

Mayra Pimenta
Lucas Machado de Souza
Carmen Silvia Soares Pires
Eliana Maria Gouveia Fontes
Joseane Padilha da Silva
Luis Alberto Martins Palhares de Melo
José Ednilson Miranda
Davi Laboissiere Egidio Silva
Edison Ryoiti Sujii

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
Brasília, DF
2016

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Endereço: Parque Estação Biológica – PqEB – Av. W5 Norte
Caixa Postal 02372 – Brasília, DF – Brasil – CEP: 70770-917
Fone: (61) 3448-4700 / Fax: (61) 3340-3624
Home page: <http://www.cenargen.embrapa.br/>
E-mail (sac): sac@cenargen.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: Maria Isabela Lourenço Barbirato
Secretário-Executivo: Thales Lima Rocha
Membros: Daniela Aguiar de Souza Kols
 Lígia Sardinha Fortes
 Lucas Machado de Souza
 Márcio Martinelli Sanches
 Rosamires Rocha Galvão
Suplentes: Ana Flávia do Nascimento Dias Côrtes
 João Batista Tavares da Silva

Revisão de texto: José Cesamildo Cruz Magalhães

Normalização bibliográfica: Ana Flávia do Nascimento Dias Côrtes

Editoração eletrônica e tratamento das imagens: José Cesamildo Cruz Magalhães

1ª edição (online)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Estruturas da paisagem que afetam a abundância do bicudo-do-
algodoeiro. / Mayra Pimenta ... [et al.] – Brasília, DF: Embrapa
Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2016.

25 p.: il. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa
Recursos Genéticos e Biotecnologia, 318).

1. Manejo de pragas. 2. Bicudo-do-algodoeiro. 3. Sensoriamento
remoto. I. Pimenta, Mayra. II. Souza, Lucas Machado de. III. Pires,
Carmen Sílvia Soares. IV. Fontes, Eliana Maria Gouveia. V. Silva,
Joseane Padilha da. VI. Melo, Luis Alberto Martins Palhares de. VII.
Miranda, José Ednilson. VIII. Silva, Davi Laboissiere Egidio. IX. Sujii,
Edison Ryoiti. X. Série.

632.95 – CDD 21

Sumário

Resumo.....	05
Abstract.....	07
Introdução.....	09
Material e Métodos.....	11
Resultados e Discussão.....	14
Conclusões.....	18
Referências Bibliográficas.....	20

Estruturas da Paisagem que Afetam a Abundância do Bicudo-do-algodoeiro

Mayra Pimenta¹

Lucas Machado de Souza²

Carmen Silvia Soares Pires³

Eliana Maria Gouveia Fontes⁴

Joseane Padilha da Silva⁵

Luis Alberto Martins Palhares de Melo⁶

José Ednilson Miranda⁷

Davi Laboissiere Egidio Silva⁸

Edison Ryoiti Suji⁹

Resumo

A paisagem adjacente das áreas de cultivo pode influenciar as populações de insetos-praga, servindo como fonte de recurso alimentar e de refúgio. Neste trabalho, avaliamos o efeito das características da paisagem (uso do solo, complexidade e heterogeneidade ambiental) sobre a densidade do bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis*.

A ocorrência do bicudo-do-algodoeiro foi amostrada com o uso de armadilhas de feromônio no entorno de lavouras de algodoeiro localizadas nos municípios de Luziânia e Cristalina, Goiás, durante as safras de 2007 a 2014. Em cada safra, vinte pontos que representavam extremos de alta e baixa densidade de coleta de bicudos foram selecionados desde o período de plantio até 30 dias após a semeadura. Estes dados de amostragem foram associados a dados da paisagem obtidos por meio de técnicas de sensoriamento remoto em diferentes escalas espaciais, além de informações locais complementares sobre a paisagem coletadas em campo.

Áreas de maior heterogeneidade da fisionomia ambiental e áreas de fitofisionomia de mata e vereda, nas escalas de 180 e 360 metros

em torno da armadilha, estiveram correlacionadas positivamente com a densidade de coleta de bicudos. Estes locais devem constituir possíveis pontos de refúgio para a praga, fornecendo água e alimento e condições ambientais favoráveis à sua sobrevivência, além de serem possíveis rotas para entrada da praga na cultura. Estes dados poderão subsidiar a proposição de estratégias de manejo com aplicação localizada de produtos nas áreas de cultivo adjacentes que sejam mais eficazes para o controle da praga.

Palavras-chave: *Anthonomus grandis*, Curculionidae, distribuição espacial, sensoriamento remoto, refúgio.

¹ Bióloga, Ph.D, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade.

² Biólogo, MSc, analista da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

³ Bióloga, Ph.D, pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

⁴ Bióloga, Ph.D, pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

⁵ Estatística, MSc, pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

⁶ Analista de sistemas, Ph.D, analista da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

⁷ Engenheiro-agrônomo, Ph.D, pesquisador da Embrapa Algodão.

⁸ Engenheiro-agrônomo, gerente executivo da Fundação Goiás.

⁹ Engenheiro-agrônomo, Ph.D, pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

Landscape Structures Affecting the Abundance of Boll Weevil

Abstract

The nearby landscape of cultivation areas may influence the populations of pest insects, serving as source of food and shelter. In this work, we evaluated the effect of landscape features (land use, environmental complexity and heterogeneity) on the density of the boll weevil, *Anthonomus grandis*. The occurrence of the boll weevil was sampled using pheromone traps in the surroundings of cotton fields located in the municipalities of Luziânia and Cristalina (Goiás) during the 2007 to 2014 crops. Twenty points, representing extremes of high and low density boll weevil collected every year, from planting until up to 30 days after sowing were selected. These sampling data were associated with environmental data obtained through remote sensing techniques at different spatial scales, as well as local complementary information about landscape collected in the field. Areas of greater landscape heterogeneity and areas of forest vegetation type ("mata" and "vereda"), in ranges of 180 and 360 meters around the trap, were positively correlated with the density of boll weevil collected. These areas could be possible refuge points for the pest providing water, food and favorable environmental conditions for their survival, and are possible routes for pest entrance into the crop. The results can be used to support proposals of more effective pest management strategies based on local application in areas adjacent cultivation of control measures.

Keywords: *Anthonomus grandis*, Curculionidae, spatial distribution, remote sensing, refuge.

Introdução

Entre as principais ameaças à produção brasileira de algodão, sobressai o ataque do bicudo *Anthonomus grandis* (Boheman 1843). As perdas associadas à incidência da praga, quando não controlada, podem chegar a quase 100% da produção, com 25-30% das pulverizações ao longo da safra dirigidas para o controle do bicudo (MIRANDA; RODRIGUES 2015). Larvas e adultos do bicudo-do-algodoeiro atacam predominantemente as estruturas reprodutivas da planta, alimentando-se e se reproduzindo em botões florais e maçãs do algodoeiro, impedindo, assim, a produção da fibra. O hábito endóforo das larvas dificulta a ação dos inimigos naturais, protege das condições adversas do meio e também limita a aplicação de medidas de controle químico (BUSOLI; SOARES; LARA, 1994).

A despeito do uso intensivo de pesticidas e das medidas de manejo adotadas, como o vazio sanitário e a destruição de soqueiras e plantas voluntárias após a colheita, *A. grandis* tem se mostrado adaptado às condições prevalentes no Centro-Oeste do Brasil. As principais estratégias de sobrevivência dos adultos de bicudo que emergem das estruturas reprodutivas do algodoeiro para resistir às condições adversas da entressafra são: dispersão para áreas de refúgio durante a entressafra (PIRES et al., 2011), alimentação em espécies de plantas espontâneas, fontes alternativas de alimento (RIBEIRO et al., 2010) e mudança no metabolismo com dormência reprodutiva (PAULA et al., 2013). Dessa forma, mesmo quando o alimento das larvas não está disponível, parte da população de adultos sobrevive e permanece no ambiente, tornando-se responsável pelas infestações das safras subsequentes. Esse comportamento se diferencia daquele apresentado pelas populações do bicudo em regiões temperadas, nas quais, durante a entressafra do algodoeiro, o bicudo entra em diapausa, passando todo esse período na forma adulta sob a vegetação morta que circunda os campos de algodoeiro (GUERRA; GARCIA; TAMAYO, 1982; SORENSON; HOUSE, 1995).

Vários autores buscaram entender o comportamento e estimar o tamanho das populações do bicudo durante o período de entressafra e conseguiram capturar o inseto em diferentes locais e distâncias dos campos cultivados (CAMPANHOLA et al., 1988; GABRIEL, 1984; RIBEIRO et al., 2006). Porém, os mecanismos envolvidos na distribuição espacial das populações do bicudo durante a entressafra ainda não foram completamente elucidados.

O conhecimento da interação dos ambientes adjacentes às áreas de produção sobre a dispersão e a distribuição das espécies-praga é ainda escasso (BIANCHI; BOOIJ; TSCHARNTKE, 2006), embora se saiba que estas áreas podem servir como fonte de recurso e refúgio durante o período de entressafra (CARRIÈRE et al., 2012; RUSCH et al., 2012; ZALLER et al., 2008). Em áreas de produção agrícola, espécies-praga podem se movimentar entre áreas plantadas e áreas não plantadas devido à variação nos fatores espaciais, temporais e climáticos que afetam sua dinâmica de dispersão (CARRIERE et al., 2012; MAZZI; DORN, 2012).

Entre os fatores espaciais, as características ambientais da paisagem – como tipo de vegetação do entorno das lavouras – variam, dependendo da escala de análise observada, e afetam em maior ou menor grau a abundância da espécie (HARTERREITEN-SOUZA et al., 2014; LANGELLOTTO; DENNO, 2004). De forma especial, estas informações são cruciais para o entendimento dos padrões de dispersão e do comportamento do bicudo-do-algodoeiro, pois se sabe que sua abundância depende de fatores ambientais, como temperatura e umidade, com a maioria das infestações concentradas ao longo dos perímetros dos campos de algodão (RUMMEL; ADKISSON, 1970). Como a composição e conformação das áreas naturais remanescentes no entorno das áreas de cultivo no Centro-Oeste brasileiro podem ser bastante variáveis, desde áreas abertas de campo e cerrado ralo até formações florestais, formulamos a hipótese de que é possível que na paisagem agrícola haja um mosaico de tipos vegetacionais e de uso do solo que representem um gradiente nas condições microclimáticas

percebidas em maior ou menor grau pela espécie em questão. Assim, alguns ambientes poderiam ser mais ou menos explorados de acordo com a disponibilidade de recursos alimentares e de refúgio encontradas.

Neste estudo, buscamos avaliar a relação entre a abundância do bicudo-do-algodoeiro e estruturas ambientais, como a complexidade do *habitat*, a heterogeneidade do *habitat* e a cobertura do solo, em diferentes escalas espaciais. A determinação das estruturas ambientais que beneficiam a permanência e reprodução do bicudo-do-algodoeiro durante a entressafra é crucial para que seja possível o reconhecimento de padrões que possam ser usados para o estabelecimento e a otimização de estratégias de controle desta praga.

Material e Métodos

Dados biológicos

Os dados de abundância e distribuição de bicudo são produtos de atividade de monitoramento da praga gerados pelo Programa de Supressão do Bicudo-do-algodoeiro, que é parte do Plano Estratégico de Controle do Bicudo-do-algodoeiro no estado de Goiás desenvolvido pela FUNDAÇÃO GOIÁS. O monitoramento foi realizado por meio do uso de armadilhas com pastilha do feromônio *Grandlure*® distribuídas a cada 150 metros no entorno de zonas/talhões de plantio e a cerca de 5 metros da borda do plantio. Os dados analisados foram coletados semanalmente entre as safras de 2007/2008 a 2013/2014 em uma propriedade localizada nos municípios de Luziânia e Cristalina, Goiás. Essa empresa agrícola cultiva anualmente cerca de 10 mil hectares de algodoeiro e é representativa como área experimental, com participação aproximada de 18 a 20% da área total cultivada com algodoeiro no estado de Goiás, embora represente qualitativamente apenas parte do cenário, uma vez que outras regiões produtoras do estado tenham peculiaridades fitofisionômicas. O manejo da fazenda inclui rotação

anual entre os talhões plantados e em pousio, de modo que os dados considerados trazem uma importante representação da variabilidade espacial da área em estudo. Para as análises, foram selecionados, em cada safra, 10 pontos com mais alta abundância de bicudos e 10 pontos com mais baixa abundância, no somatório do período que se estende da semeadura até 30 dias após o plantio, totalizando 120 pontos, e que são considerados como propícios à entrada do bicudo na plantação do algodoeiro provenientes de possíveis locais de refúgio no entorno da fazenda (Figura 1). A seleção dos 20 pontos foi feita para cada safra, obedecendo a distância de pelo menos 500 metros entre os pontos de uma mesma safra. A análise está, portanto, restrita ao período inicial de plantio e crescimento vegetativo do algodoeiro e colonização pelos bicudos sobreviventes da entressafra.

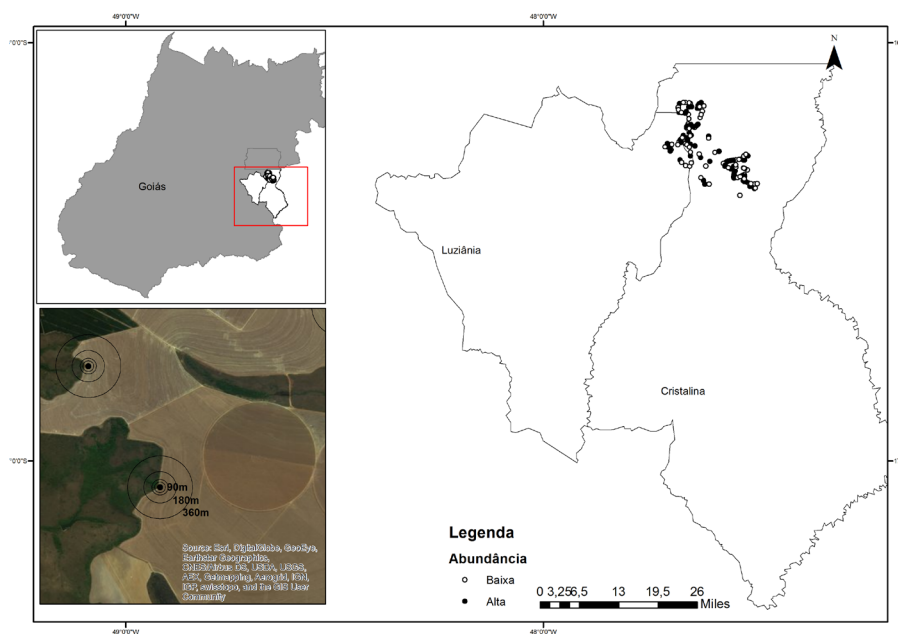


Figura 1. Pontos de armadilhamento de *Anthonomus grandis* localizados em uma propriedade produtora de algodão em Luziânia e Cristalina, GO.

Determinação dos componentes estruturais da paisagem

A complexidade do *habitat* é entendida como desenvolvimento do estrato vertical da vegetação em um determinado *habitat*, enquanto a heterogeneidade ambiental está relacionada à abundância relativa dos diferentes componentes da estrutura do *habitat* (MCCOY; BELL, 1991) e está associada à variação horizontal na fitofisionomia dentro do *habitat*. Já a classificação das imagens permite a mensuração dos componentes da paisagem de acordo com o tipo fitofisionômico e de uso do solo em diferentes escalas espaciais.

Os parâmetros utilizados para caracterização da paisagem foram obtidos a partir da análise de imagens de satélite e informações visuais da área, dos quais foram derivados o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), que é um índice de vegetação (ROUSE et al., 1973), e a classificação da cobertura do solo. Foram utilizadas imagens geradas a partir do satélite *Landsat* TM (30 m x 30 m de resolução), selecionadas dentro dos períodos de entressafra dos algodoeiros em estudo e de acordo com a quantidade de nuvens que poderiam gerar algum ruído nos dados. Para o registro, foi realizada a composição colorida baseada nas bandas TM5, TM4 e TM3 das imagens. A técnica utilizada foi a de reamostragem de convolução cúbica dos *pixels* de cada cena, baseada no mosaico *Landsat* georreferenciado *Geocover* da NASA.

Em torno de cada um dos 20 pontos amostrais selecionados para as diferentes safras, foram construídos múltiplos *buffers* em cinco diferentes escalas espaciais (30, 60, 90, 180 e 360 metros) e, então, obtidas a média e o desvio padrão do NDVI e a porcentagem de cobertura vegetal/uso do solo em cada um destes *buffers*. As informações sobre os valores de NDVI foram particionadas a fim de se obter dois descritores espaciais: a média (M), dando a tendência central do índice de vegetação, e o desvio padrão (SD), como uma medida de heterogeneidade do NDVI que são, respectivamente,

indicadores de cobertura vegetal (M) e a heterogeneidade da paisagem (SD) (CHUST et al., 2004). De forma complementar, a estrutura e heterogeneidade do ambiente foram também avaliadas por meio de análise de *grids* da paisagem espacialmente aninhadas em torno de cada local de amostragem. Para isso, foi feita a categorização da cobertura vegetal/uso do solo nas diferentes escalas espaciais por meio de uma classificação supervisionada das imagens. Incursões em campo foram realizadas para registro fotográfico de todos os diferentes pontos selecionados, de modo a auxiliar o processo de treinamento do classificador. Foram identificados oito tipos predominantes de estruturas: mata, vereda, cerrado, cultivo, reflorestamento, pasto, água (reservatório ou curso d'água) e solo exposto.

As relações entre cada um dos componentes da paisagem em cada safra e a abundância do bicudo-do-algodoeiro foram verificadas por meio de Regressão Linear Simples, para cada uma das escalas analisadas. Para a construção dos mapas de abundância do bicudo, foram utilizadas as equações ajustadas para a relação entre abundância de bicudos e as variáveis ambientais que apresentaram $p < 0.05$ na escala com maior valor de r^2 .

Resultados e Discussão

Caracterização das propriedades

A heterogeneidade da paisagem mostrou-se positivamente relacionada à abundância de bicudos nas escalas de 180 e 360 metros em torno dos pontos de amostragem, não sendo encontradas relações entre a quantidade de cobertura vegetal (biomassa) e o número de bicudos (Figura 2).

Em ambientes de produção agrícola, as populações de insetos são fortemente afetadas pelo contexto da paisagem, especialmente para organismos com alta capacidade de dispersão e áreas que se configuram

como mosaicos ambientais (AVIRON et al., 2005; TSCHARNTKE et al., 2007; WEIBULL; OSTMAN; GRANQVIST, 2003).

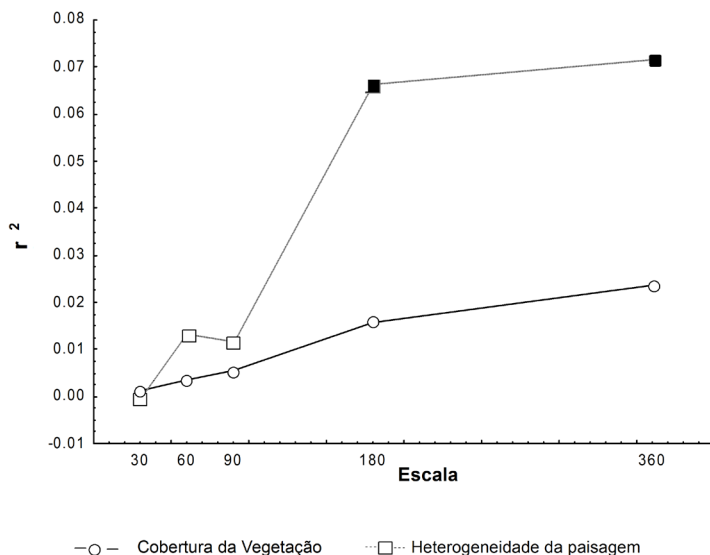


Figura 2. Coeficiente de determinação da regressão dos descritores da paisagem (r^2) para cada escala (*buffer*) de análise. O coeficiente (r^2) expressa a relação entre as variáveis independentes (cobertura vegetal e heterogeneidade da paisagem derivados do NDVI) e a variável resposta abundância do bicudo. Valores de r^2 significantes ($p < 0,05$) na análise de variância da regressão são indicados por símbolos sólidos (em preto), e valores não significantes por símbolos não preenchidos.

A paisagem encontrada nas áreas de produção do algodoeiro durante o início da safra é, sobretudo, composta por áreas de plantio abertas e manchas de vegetação natural remanescentes que são formadas por fragmentos com a maior heterogeneidade de estruturas (mata, vereda, cerrado, cultivo, reflorestamento, pasto, água). Como há rotação de culturas entre essas áreas, o ambiente de plantio na entressafra e início de safra é frequentemente desfavorável em comparação com as áreas de vegetação natural de cerrado, que são capazes de oferecer mais

recursos, como alimento (pólen e néctar de plantas alternativas), umidade e abrigo para os adultos do bicudo, enquanto seu alimento preferencial (algodoeiro) ainda não está disponível (PIRES et al., 2011). Além disso, é preciso considerar que a região em estudo se configura como importante área de produção agrícola do Centro-Oeste brasileiro, em que grande parte da vegetação natural foi suprimida, restando apenas fragmentos que formam as áreas de reserva legal e de preservação permanente das propriedades, que são frequentemente áreas de mata de galeria e veredas.

A abundância de bicudos esteve diretamente relacionada à porcentagem de áreas de vereda, com exceção apenas da escala de 30 metros em torno do ponto amostral (Tabela 1). Também a porcentagem de áreas de mata localizadas a 180 e 360 metros em torno dos pontos amostrais estiveram relacionadas positivamente ao número de bicudos (Tabela 1). Estes resultados reforçam a inferência de Ribeiro et al. (2010) de que o bicudo busca refúgio na vegetação nativa do Cerrado na entressafra, refinando-o ao apontar em quais escalas e que tipos fitofisionômicos afetam a abundância dos bicudos. Estas fitofisionomias são importantes em um contexto de conservação ambiental porque, apesar de estarem nas proximidades de possíveis locais de refúgios para algumas espécies de pragas, são também verdadeiros oásis que mantêm uma grande diversidade de plantas e animais, incluindo polinizadores e inimigos naturais de pragas. As veredas são ainda importantes por guardarem diversas nascentes, alimentarem os estoques de água subterrânea, funcionarem como zonas tampões nos períodos de seca e chuva, estocando matéria orgânica em longo prazo, dentre outros atributos.

Este trabalho também corrobora os resultados apresentados por Pires et al. (2011), que ressalta que a sobrevivência do bicudo durante a entressafra depende não só da existência de alimentos alternativos, como também de água, que deve estar mais disponível nas proximidades das fitofisionomias de microclima mais ameno e com maior umidade. Assim, as áreas de plantio adjacentes a estas formações fitofisionômicas podem ser priorizadas no direcionamento das estratégias de manejo da

praga, para instalação de armadilhas do tipo tubo mata bicudo, uso de culturas armadilhas, implantação de bordaduras, assim como alvos de monitoramento mais intensivo para detecção da presença da praga. Qualquer uma dessas medidas de controle da praga deve, no entanto, considerar os possíveis impactos na fauna local.

Tabela 1. Relação entre a abundância de bicudo e fitofisionomia/uso do solo derivados da classificação supervisionada de imagens (* $P < 0.05$).

Fitofisionomia/Usos do solo	Escala	r ²	r	p
Água	30	-	-	-
	60	0,0007	-0,0261	0,7596
	90	0,0008	-0,0289	0,7343
	180	0,0035	-0,0594	0,4855
	360	0,0057	-0,0752	0,3772
cerrado	30	0,007	-0,0839	0,3244
	60	0,0068	-0,0822	0,3343
	90	0,0095	-0,0975	0,2518
	180	0,0156	-0,1248	0,1417
	360	0,0096	-0,0981	0,2488
Cultivo	30	0,0017	0,0408	0,632
	60	0	0,0006	0,9939
	90	0,0003	-0,0178	0,8343
	180	0,0068	-0,0825	0,3325
	360	0,0143	-0,1194	0,16
Mata	30	0,0001	0,0117	0,8906
	60	0,0023	0,048	0,5734
	90	0,0053	0,073	0,3911
	180	0,0447	0,2115	0,0121*
	360	0,0797	0,2823	0,0007*
Pasto	30	0,0012	-0,0351	0,6805
	60	0,0021	-0,0453	0,5947
	90	0,0025	-0,0505	0,5536
	180	0,0019	-0,0436	0,6092
	360	0,0001	0,0117	0,8911

Continuação da Tabela 1.

Fitofisionomia/Uso do solo	Escala	r2	r	p
Reflorestamento	30	0,0041	-0,0641	0,4519
	60	0,0047	-0,0689	0,4188
	90	0,0048	-0,0691	0,417
	180	0,0048	-0,0692	0,4165
	360	0,0049	-0,0702	0,4098
Solo	30	-	-	-
	60	0,0006	-0,0242	0,7762
	90	0,0006	-0,0242	0,7762
	180	0,0006	-0,0242	0,7762
	360	0,0006	-0,0242	0,7762
Vereda	30	0,0192	0,1385	0,1027
	60	0,0395	0,1988	0,0185 *
	90	0,051	0,2258	0,0073 *
	180	0,0657	0,2564	0,0022 *
	360	0,0706	0,2657	0,0015 *

Conclusões

Os resultados encontrados permitiram determinar que algumas estruturas ambientais em macroescala, como a presença de matas e veredas, são responsáveis por uma maior abundância de bicudos nos talhões de plantio próximos e podem orientar medidas de manejo em escala da propriedade. No entanto, a variabilidade das respostas encontradas, em diferentes escalas, sugere que outros fatores físicos do ambiente, como topografia, clima, histórico de infestação e controle de pragas em plantios próximos, entre outros, devem ser investigados para melhor manejo da praga com base nos padrões de dispersão espacial.

Agradecimentos

À CAPES pelo suporte financeiro por meio de bolsa PNPd. Ao grupo SLC Agrícola/Fundação Goiás pelo apoio e pela cessão dos dados. Ao FIALGO e à Embrapa pelo suporte logístico e apoio financeiro.

Referências Bibliográficas

ABRAPA – Associação Brasileira dos Produtores de Algodão.

Estatísticas. Disponível em: <http://www.abrapa.com.br/estatisticas/Paginas/Algodao-no-Brasil.aspx>. Acesso em: 18 out. 2014.

AVIRON, S.; BUREL, F.; BAUDRY, J.; SCHERMANN, N. Carabid assemblages in agricultural landscapes: impacts of habitat features, landscape context at different spatial scales and farming intensity. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 108, n. 3, p. 205-217, jun. 2005.

BIANCHI, F. J. J. A.; BOOIJ, C. J. H.; TSCHARNTKE, T. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. **Proceedings. Biological sciences / The Royal Society**, v. 273, n. 1595, p. 1715-1727, 2006.

BUSOLI, A. C.; SOARES, J. J.; LARA, F. M. O. **O bicudo do algodoeiro e seu manejo**. Jaboticabal: FUNEP, 1994.

CAMPANHOLA, C.; GABRIEL, D.; MARTIN, D. F.; CALCAGNOLO, G. Levantamento de adultos do bicudo *Anthonomus grandis* (Boh., 1843) (Coleoptera, Curculionidae) utilizando-se armadilhas com feromônio, em alguns municípios do estado de São Paulo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 17, p. 136-156, 1988.

CARRIÈRE, Y.; GOODELL, P. B.; ELLERS-KIRK, C.; LAROCQUE, G.; DUTILLEUL, P.; NARANJO, S. E.; ELLSWORTH, P. C. Effects of local and landscape factors on population dynamics of a cotton pest. **PLoS ONE**, v. 7, n. 6, p. 1-8, 2012.

CHUST, G.; PRETUS, J. L.; DUCROT, D.; VENTURA, D. Scale dependency of insect assemblages in response to landscape pattern. **Landscape Ecology**, v. 19, n. 1, p. 41-57, 2004.

GABRIEL, D. Levantamento da população do bicudo do algodoeiro *Anthonomus grandis* Boheman, 1843 (Coleoptera: Curculionidae) na entressafra utilizando-se armadilhas com feromônio. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 50, n. 247-261, 1984.

GUERRA, A. A.; GARCIA, R. D.; TAMAYO, J. A. Physiological activity of the boll weevil during the fall and winter in subtropical areas of the Rio Grande Valley of Texas. **Journal of Economic Entomology**, v. 75, n. 1, p. 11-15, 1982.

HARTERREITEN-SOUZA, E. S.; TOGNI, P. H. B.; PIRES, C. S. S.; SUJII, E. R. The role of integrating agroforestry and vegetable planting in structuring communities of herbivorous insects and their natural enemies in the Neotropical region. **Agroforestry Systems**, v. 88, n. 2, p. 205-219, 2014.

LANGELLOTTA, G. A.; DENNO, R. F. Responses of invertebrate natural enemies to complex-structured habitats: a meta-analytical synthesis. **Oecologia**, v. 139, n. 1, p. 1-10, 2004.

MAZZI, D.; DORN, S. Movement of insect pests in agricultural landscapes. **Annals of Applied Biology**, v. 160, n. 2, p. 97-113, 2012.

MCCOY, E. D.; BELL, S. S. Habitat structure: the evolution and diversification of a complex topic. **Population and Community Biology Series**, v. 8, p. 3-27, 1991.

MCCOY, E. D.; BELL, S. S. Habitat structure: the evolution and diversification of a complex topic. In: **Habitat structure**. Springer Netherlands, 1991. p. 3-27.

MIRANDA, J. E.; RODRIGUES, S. M. M. História do bicudo no Brasil. In: BELOT, J. L. (Ed). **O bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis* Boh., 1843) nos cerrados brasileiros: biologia e medidas de controle**, Cuiabá, MT: Instituto Mato-Grossense do Algodão, 2015. p. 11-45.

NEVES, R. C. S.; SHOWLER, A. T.; PINTO, E. S.; BASTOS, C. S.; TORRES, J. B. Reducing boll weevil populations by clipping terminal buds and removing abscised fruiting bodies. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 146, n. 2, p. 276-285, 2013.

PAULA, D. P.; CLAUDINO, D.; TIMBÓ, R. V.; MIRANDA, J. E.; BEMQUERER, M. P.; RIBEIRO, A. C. J.; SUJII, E. R.; FONTES, E. M. G.; PIRES, C. S. S. Reproductive dormancy in boll-weevil from populations of the Midwest of Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 106, n. 1, p. 86-96. 2013.

PIRES, C. S. S.; MATA, R. A. da; PIMENTA, M.; CHAGAS, G. A.; PAULA, D. P.; SUJII, E. R.; FONTES, E. M. G. **Padrão de emergência de adultos do bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis*, ao longo da safra e entressafra na região Centro-Oeste**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2011. 28 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 332).

RIBEIRO, P. A.; DINIZ, I. C.; SUJII, E. R.; PIRES, C. S. S.; FONTES, E. M. G. **Estimativa da população de *Anthonomus grandis* na safra e entressafra do algodoeiro no cerrado de Brasília**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. 22 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 150) (publicação não disponível).

RIBEIRO, P. de A.; SUJII, E. R.; DINIZ, I. R.; MEDEIROS, M. A. de;

SALGADO LABOURIAU, M. L.; CASTELO BRANCO, M.; PIRES, C. S. S.; FONTES, E. M. G. Alternative food sources and overwintering feeding behaviour of the boll weevil, *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) under the tropical conditions of Central Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 1, p. 28-34, 2010.

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: EARTH RESOURCES TECHNOLOGY SATELLITE-1 SYMPOSIUM, 3., Washington, D.C., 1973. **Proceedings**. Washington, D.C.: NASA. Goddard Space Flight Center, 1973. v. 1, p. 309-317. (NASA SP-351).

RUMMEL, D. R.; WHITE, J. R.; PRUITT, R. A wild feeding host of the boll weevil in West Texas. **Southwestern Entomologist**, v. 3, n. 3, p. 171-175, 1978.

RUMMEL, D. R.; ADKISSON, P. L. Distribution of boll weevil-infested cotton fields in relation to overwintering habitats in the High and Rolling Plains of Texas. **Journal of Economic Entomology**, v. 63, n. 6, p. 1906-1909, 1970.

RUSCH, A.; VALANTIN-MORISON, M.; ROGER-ESTRADE, J.; SARTHOU, J. P. Local and landscape determinants of pollen beetle abundance in overwintering habitats. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 14, n. 1, p. 37-47, 2012.

SORENSEN, C. E.; HOUSE, J. Winter habitat microclimate and winter cold tolerance of boll weevils in Missouri: a preliminary report. In: BELTWIDE COTTON CONFERENCE. **Anais...** Memphis, TN: National Cotton Council, 1995.

TSCHARNTKE, T.; BOMMARCO, R.; CLOUGH, Y.; CRIST, T. O.; KLEIJN, D.; RAND, T. A.; TYLIANAKIS, J. M.; NOUHUYS, S. VAN; VIDAL, S. Conservation biological control and enemy diversity on a landscape scale. **Biological Control**, v. 43, n. 3, p. 294-309, 2007.

WEIBULL, A. C.; OSTMAN, O.; GRANQVIST, A. Species richness in agroecosystems: the effect of landscape, habitat and farm management. **Biodiversity and Conservation**, v. 12, p. 1335-1355, 2003.

ZALLER, J. G.; MOSER, D.; DRAPELA, T.; SCHMÖGER, C.; FRANK, T. Insect pests in winter oilseed rape affected by field and landscape characteristics. **Basic and Applied Ecology**, v. 9, n. 6, p. 682-690, 2008.



***Recursos Genéticos e
Biotecnologia***

MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**

