



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
CURSO DE AGRONOMIA

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Anthonomus grandis grandis* BOH.
(COLEOPTERA: CURCULIONIDAE), *Bracon* SPP. (HYMENOPTERA:
BRACONIDAE) E *Catolaccus grandis* (BURKS) (HYMENOPTERA:
PTEROMALIDAE) A PARTIR DA AMOSTRAGEM DE ESTRUTURAS
REPRODUTIVAS CAÍDAS NO SOLO**

ANA LUISA FELICIO COURY

BRASÍLIA, DF
SETEMBRO – 2022

ANA LUISA FELICIO COURY

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Anthonomus grandis grandis* BOH.
(COLEOPTERA: CURCULIONIDAE), *Bracon* SPP. (HYMENOPTERA:
BRACONIDAE) E *Catolaccus grandis* (BURKS) (HYMENOPTERA:
PTEROMALIDAE) A PARTIR DA AMOSTRAGEM DE ESTRUTURAS
REPRODUTIVAS CAÍDAS NO SOLO**

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e
Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como
parte das exigências do curso de Graduação em
Agronomia, para a obtenção do título de Engenheira
Agrônoma

Orientador(a): PROF^a. DR^a. CRISTINA SCHETINO
BASTOS

**BRASÍLIA, DF
SETEMBRO – 2022**

CC866d Coury, Ana Luisa Felicio
Distribuição espacial de *Anthonomus grandis grandis* Boh.
(Coleoptera: Curculionidae), *Bracon* spp. (Hymenoptera:
Braconidae) e *Catolaccus grandis* (Burks) (Hymenoptera:
Pteromalidae) a partir da amostragem de estruturas
reprodutivas caídas no solo. / Ana Luisa Felicio Coury;
orientador Cristina Schetino Bastos. -- Brasília, 2022.
34 p.

Monografia (Graduação - Agronomia) -- Universidade de
Brasília, 2022.

1. Bicudo-do-algodoeiro. 2. *Gossypium hirsutum*. 3.
Parasitoides. 4. Geostatística. 5. Manejo Integrado de
Pragas. I. Bastos, Cristina Schetino, orient. II. Título.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

COURY, A. L. F. **Distribuição espacial de *Anthonomus grandis grandis* Boh. (Coleoptera: Curculionidae), *Bracon* spp. (Hymenoptera: Braconidae) e *Catolaccus grandis* (Burks) (Hymenoptera: Pteromalidae) a partir da amostragem de estruturas reprodutivas caídas no solo.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2022, 34p. Monografia de Graduação.

Cessão de direitos

Nome do Autor: Ana Luisa Felicio Coury

Título: Distribuição espacial de *Anthonomus grandis grandis* Boh. (Coleoptera: Curculionidae), *Bracon* spp. (Hymenoptera: Braconidae) e *Catolaccus grandis* (Burks) (Hymenoptera: Pteromalidae) a partir da amostragem de estruturas reprodutivas caídas no solo.

Ano: 2022

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desse relatório e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação, e nenhuma parte desse relatório pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

ANA LUISA FELICIO COURY

Distribuição espacial de *Anthonomus grandis grandis* Boh. (Coleoptera: Curculionidae), *Bracon* spp. (Hymenoptera: Braconidae) e *Catolaccus grandis* (Burks) (Hymenoptera: Pteromalidae) a partir da amostragem de estruturas reprodutivas caídas no solo

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

APROVADO POR:

CRISTINA SCHEPINO BASTOS, DSc. Fitotecnia – Entomologia/ Universidade de Brasília/ ORIENTADORA/ E-mail: cschetino@unb.br

JORGE BRAZ TORRES, PhD. Entomologia/ Universidade de Brasília/AVALIADOR/ E-mail: jorge.torres@ufrpe.br

TAMÍRIS ALVES DE ARAÚJO, DSc. Entomologia/UFSCAR- Campus Lagoa do Sino/AVALIADORA EXTERNA/E-mail: tamirisaa@gmail.com

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas conquistas e por ser meu alicerce;

À minha família, por todo o amor e suporte;

Aos meus pais, Gláucia Cerqueira Felício e Gabriel Coury, pelo cuidado, amparo e incentivo;

À minha irmã, Gabriela Cerqueira Coury, pela amizade incondicional e por estar sempre ao meu lado;

À minha orientadora Profa. Dra., Cristina Schetino Bastos, que sempre foi muito atenciosa e paciente ao compartilhar seus conhecimentos e contribuiu com considerações importantes para o andamento deste trabalho;

À Universidade de Brasília, por me permitir viver anos de muito aprendizado e amadurecimento;

Às minhas amigas, que tornaram essa trajetória mais alegre;

Aos membros da banca pela disponibilidade e colaborações dadas ao trabalho;

A todos que de alguma forma contribuíram para a concretização desta etapa.

RESUMO

O bicudo-do-algodoeiro *Anthonomus grandis grandis* Boh. (Coleoptera: Curculionidae) é a principal praga que afeta o algodoeiro (*Gossypium hirsutum*), sendo o controle químico o mais utilizado pelos cotonicultores para o controle desta praga. Os inimigos naturais *Bracon* spp. e *Catolaccus grandis* (Burks) são os principais parasitoides de *A. grandis grandis*. Portanto, o objetivo deste trabalho foi determinar a distribuição espacial de *A. grandis grandis* e seus parasitoides para auxiliar no desenvolvimento de estratégias eficazes de manejo integrado de pragas. Para tal, foram amostradas duas lavouras, com 100 pontos de amostragem, cada qual correspondente a 1 metro quadrado, sendo as coordenadas estabelecidas e a marcação mantida durante todas as avaliações que foram realizadas em quatro diferentes datas. Durante as amostragens, foram coletadas todas as estruturas reprodutivas caídas no solo na entrelinha, e contabilizadas as estruturas com sinais de infestação (alimentadas, ovipositadas ou ambos) e sem sinais de infestação pelo *A. grandis grandis*. As estruturas foram mantidas por 21 dias para avaliação da emergência da praga e dos inimigos naturais. Os dados foram usados em análise de krigagem para determinação do padrão de distribuição espacial da praga, seus inimigos naturais e das estruturas reprodutivas atacadas. A distribuição espacial de *A. grandis grandis* e de seus parasitoides *Bracon* e *Catolaccus* a partir de estruturas reprodutivas coletadas no solo foi agregada, surgindo de pontos localizados na bordadura e no interior das lavouras, sendo esses pontos não sobrepostos. Todavia, a ocorrência dos parasitoides foi sobreposta com a de estruturas reprodutivas infestadas. Apesar da porcentagem de infestação de estruturas reprodutivas atacadas por *A. grandis grandis* ter variado nas lavouras, em todos os pontos das lavouras foram observadas infestações consideráveis e acima de 6 a 19%. As distâncias a serem adotadas entre pontos de amostragem, inferidas a partir dos valores de alcance, devem ser maiores que $\approx 4,5$ m, ≈ 135 m e ≈ 11 m para *A. grandis grandis*, *Bracon* e *Catolaccus*, e de ≈ 130 m, ≈ 240 m e ≈ 235 m para botões, maçãs e estruturas reprodutivas atacadas por *A. grandis grandis*. Estudos subsequentes com *A. grandis grandis* e seus parasitoides devem considerar o monitoramento das estruturas reprodutivas retidas na planta e das coletadas no solo para fins comparativos, desde o momento do seu surgimento até a abertura de capulhos. Esses estudos devem permitir validar os resultados aqui obtidos de maneira preliminar.

Palavras-chave: Bicudo-do-algodoeiro, *Gossypium hirsutum*, parasitoides, geoestatística, manejo integrado de pragas.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo geral.....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
3.1. O algodoeiro.....	3
3.2. O bicudo-do-algodoeiro.....	6
3.3. Controle biológico.....	9
3.4. Distribuição espacial.....	10
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
4.1. Área experimental e manejo.....	12
4.2. Coleta de dados.....	12
5. RESULTADOS.....	14
6. DISCUSSÃO.....	16
7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS.....	18
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26

1. INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva do algodão evidencia uma posição relevante no agronegócio brasileiro, visto que o Brasil está entre os principais produtores, exportadores e consumidores de fibra e subprodutos do algodoeiro (ALCANTARA, 2021). Além disso, apresenta expressiva importância social por empregar, direta e indiretamente, milhões de pessoas no país. (BELTRÃO e ARAÚJO, 2004).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), na safra brasileira 2020/2021, foram produzidos aproximadamente 2,3 milhões de toneladas de fibra de algodão em uma área de 1,6 milhão de hectares. A estimativa de produção de algodão em pluma para a safra 2021/2022 é de 2,8 milhões de toneladas (BRASIL, 2022).

No que se refere ao mercado global de algodão, os maiores produtores são Índia, China, Estados Unidos, Brasil e Paquistão, os quais foram responsáveis por 74% do total da fibra produzida na safra 2019/2020. Quanto aos maiores estados brasileiros produtores, destacam-se: Mato Grosso, Bahia, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul. (COELHO, 2021).

Entretanto, grandes problemas fitossanitários são enfrentados no cultivo do algodoeiro no Cerrado brasileiro (BELOT, 2015). As perdas provenientes do ataque de pragas fazem parte dos fatores limitantes à expansão da cotonicultura no país, sendo o bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis grandis* Boh (Coleoptera: Curculionidae), uma das pragas-chaves que apresenta grande potencial de inviabilizar o cultivo de algodão (BASTOS et al., 2005), caso o manejo de controle não seja realizado (ALMEIDA et al., 2008). Fato que devido ao grande poder destrutivo do *A. grandis grandis*, há a necessidade de tomada de medidas bem planejadas e adequadamente executadas, dado que, no Cerrado brasileiro, esta praga é responsável por 9% do gasto total de produção, sendo realizadas mais de 20 aplicações de inseticidas por safra (MIRANDA e RODRIGUES, 2016).

Tendo em vista a grande importância econômica e social da cotonicultura mundial e brasileira, faz-se necessário a incorporação dos princípios de sustentabilidade nos componentes desta cadeia produtiva. Assim, a redução no uso de inseticidas torna-se um desafio estratégico para a sustentabilidade da cotonicultura brasileira (SUJII e PIRES, 2015). Para isso, o Manejo Integrado de Pragas (MIP), como uma filosofia de controle ecologicamente orientada, confere sustentação econômica à cultura e utiliza como princípio fundamental o monitoramento de pragas e inimigos naturais (SANTOS, 2011).

O MIP visa garantir a sustentabilidade da cultura a partir da adoção de um conjunto de táticas que englobam o controle biológico, controle cultural, controle genético, controle comportamental e controle químico, para manter os níveis populacionais de pragas abaixo daqueles que causam danos econômicos (MIRANDA, 2010). A otimização das demais medidas de controle da praga, sejam elas de ação natural ou introduzida, podem reduzir as necessidades de intervenção via controle químico.

As populações de *A. grandis grandis*, no entanto, são naturalmente impactadas por uma grande diversidade de inimigos naturais, incluindo predadores e parasitoides (BASTOS e TORRES, 2005). Para que essa ação de controle natural possa ser potencializada, faz-se necessário conhecer a prevalência e época de ocorrência desses organismos, proporção de controle proporcionada, compatibilidade com outras medidas de controle, dentre outras informações. Vale destacar que, dentre os inimigos naturais, os parasitoides merecem especial atenção tendo em vista que, como o *A. grandis grandis* possui as fases de ovo, larva e pupa no interior das estruturas reprodutivas do algodoeiro, estas escapam da ação direta dos inseticidas aplicados na lavoura (RAMALHO et al., 2007) e, desta forma, os parasitoides dessas fases da praga têm maiores chances de proporcionar controles mais significativos da população. Dentre os parasitoides, merecem destaque *Catolaccus grandis* Burks (Hymenoptera: Pteromalidae) e *Bracon vulgaris* Ashmead (Hymenoptera: Braconidae) por serem as espécies predominantes em muitas áreas de cultivo no Brasil (RAMALHO et al., 2007).

Desta forma, no sentido de não limitar o manejo de *A. grandis grandis* ao uso indiscriminado e sistemático de inseticidas, que por sua vez culminam em despesas desnecessárias, na evolução da resistência das pragas aos produtos químicos (MIRANDA, 2010) e na redução da população de inimigos naturais, este trabalho objetivou gerar conhecimentos que poderão ser úteis para a maior precisão na tomada de decisão dos cotonicultores, uma vez que o entendimento relativo à dinâmica espaço-temporal das distribuições dos insetos possibilita a obtenção de informações importantes sobre estratégias de manejo de artrópodes em agroecossistemas (SHRESTHA et al., 2020).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Determinar a distribuição espacial de *Anthrenus grandis grandis* (Coleoptera: Curculionidae) e seus parasitoides, *Catolaccus grandis* (Hymenoptera: Pteromalidae) e *Bracon* spp. (Hymenoptera: Braconidae), em lavouras de algodão.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Avaliar a distribuição espacial do ataque e do adulto de *A. grandis grandis* provenientes de estruturas reprodutivas coletadas no solo.
- ✓ Avaliar a distribuição espacial dos adultos dos parasitoides *Catolaccus grandis* e *Bracon* spp. emergidos de estruturas reprodutivas coletadas no solo.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. O algodoeiro

Na antiguidade já se cultivava algodão, tendo-se encontrado fragmentos da fibra na Índia, bem como no norte do Peru, que datavam 4.000 e 2.500 a.C, respectivamente (CARVALHO, 1996). Acredita-se que no Velho Mundo o algodoeiro teve origem na Índia, expandindo-se depois para o Paquistão, Tailândia, China, Irão, Síria, Turquia e Grécia (CARVALHO, 1996). No Novo Mundo, entretanto, supõe-se que o algodoeiro seja originário da América Central, possivelmente das regiões que abrangem o México, Guatemala e Peru (CARVALHO, 1996).

O algodão é cultivado principalmente para obtenção da fibra, a qual apresenta grande importância econômica por se tratar de matéria-prima básica para a indústria têxtil (CORRÊA, 1989). Embora seja de interesse secundário, a semente é rica em óleo (18 a 25%), que após refinado é utilizado na alimentação humana (CORRÊA, 1989). Além disso, o bagaço proveniente da extração do óleo é aplicado na dieta animal, tendo em vista seu alto valor proteico. Desse modo, o aproveitamento do algodoeiro, por efeito dos avanços tecnológicos e científicos, é quase completo (CORRÊA, 1989).

O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum*) é caracterizado como uma planta perene, de hábito de crescimento indeterminado, de estrutura foliar planofilar e com dois tipos de ramos (vegetativos e reprodutivos) (LAMAS e FERREIRA, 2013). Os ramos vegetativos, ou monopodiais, se concentram na base da planta, de maneira vertical ou obliquamente, enquanto os reprodutivos, ou simpodiais, crescem no sentido horizontal, a partir do ramo principal ou dos vegetativos, e apresentam surgimento de estruturas reprodutivas zig-zag (SOUSA, 2010). Ademais, apresenta metabolismo fotossintético do tipo C₃, com elevada taxa de fotorrespiração, que pode ser superior a 40% da fotossíntese bruta, à medida que a luminosidade e temperatura aumentam (BELTRÃO, 2006).

O algodoeiro apresenta grande complexidade morfológica e fisiológica, além de eminente plasticidade fenotípica e mecanismos bioquímicos que lhe conferem certa resistência à seca e aos sais do solo - até a condutividade elétrica de 9,0 dS/m (BELTRÃO, 2006). Isso condiciona a capacidade do algodoeiro em produzir satisfatoriamente mesmo sob estresse ambiental, se o sistema de produção for manejado de modo adequado. (BELTRÃO, 2006). Conforme Beltrão et al. (2015), o zoneamento agroclimático e a definição de épocas de semeadura do algodoeiro são realizados com a finalidade de assegurar condições ambientais favoráveis para que as cultivares utilizadas exteriorizem seu potencial genético em termos de produtividade. Portanto, se considerados esses aspectos, a produtividade da cotonicultura pode aumentar em até 60% (BELTRÃO, 2015). Assim, por se tratar de uma cultura própria de clima tropical e subtropical, grande parte das regiões brasileiras oferece condições adequadas para o bom desenvolvimento da espécie (CORRÊA, 1989), principalmente em regiões do Cerrado, onde predomina clima tropical, caracterizado por duas estações, uma chuvosa concentrada no verão e um inverno seco.

No Brasil é predominante a produção de algodão não irrigado, o que acarreta na dependência de precipitação pluviométrica durante a safra, sobretudo no período de florescimento e enchimento das maçãs, para evitar o abortamento dos frutos ou o seu desenvolvimento insuficiente, (RAPHAEL e ECHER, 2022). Nesse caso, é fundamental a escolha de locais com clima bem definido que forneçam de 700 a 1.200 milímetros de chuvas com boa distribuição (TAKIZAWA, 2015). No período entre o plantio e o início da floração, a quantidade requerida de água pela cultura do algodão é pequena (cerca de 3 mm por dia); no entanto, a ocorrência de déficit hídrico entre 60 e 120 dias após a emergência aumenta o risco de queda das estruturas frutíferas. Neste período, a exigência de água pelas plantas pode chegar a 8 mm por dia (BELTRÃO et al., 2015).

Acerca dos impactos ambientais no crescimento do algodão, a exposição a temperaturas extremas e o estresse hídrico limitam muito a produtividade (SNIDER et al., 2022). Esses dois estresses abióticos atuam na inibição da expansão do dossel, bem como diminuem a taxa fotossintética (SNIDER et al., 2022). Como consequência, ocorre a redução do número de capulhos por planta, o que configura o principal fator de perda de produção (SNIDER et al., 2022). Por isso, apesar do algodoeiro estar adaptado a condições quentes e secas (PETTIGREW, 2008), o desenvolvimento reprodutivo é o mais sensível a tais variações climáticas (SNIDER et al., 2022). Conforme dados obtidos por Burke et al. (1988), a faixa de temperatura ideal para o algodão, com base na cinética enzimática, varia entre 23,5 e 32°C.

De acordo com Santana Carvalho et al. (2008), o Cerrado brasileiro é responsável por mais de 80% da produção nacional da fibra do algodão. Um sistema importante, mas não muito difundido no cultivo do algodoeiro, é o plantio direto (SPD) (LAMAS, 2008). Ferreira et al. (2015) esclarecem que o principal motivo de alguns agricultores brasileiros ainda cultivarem o algodoeiro pelo sistema de preparo convencional (SPC) é que após a colheita do algodão é prescrita a destruição dos restos culturais, diferentemente da soja e do milho.

O milheto, de acordo com Takizawa (2015), é a cultura mais usual para cobertura vegetal no desenvolvimento do algodão sobre palhada, e a semeadura desta gramínea deve ser planejada no mínimo 60 dias antes da semeadura do algodoeiro. Outra possibilidade utilizada é semear o algodoeiro imediatamente após a colheita da soja, desde que a cultivar de soja seja precoce (LAMAS e YAMAOKA, 2012).

O tempo médio de cada estágio fenológico, conforme Fuzatto (1999) é dividido da seguinte forma: da emergência da plântula aos primeiros botões florais (30-35 dias); do aparecimento do botão à abertura da flor (20-25 dias); de flor aberta ao fruto com tamanho máximo (25-30 dias); do fruto com tamanho máximo à deiscência (30 dias) (Raphael et al., 2022).

A época de semeadura é variável com a cultivar a ser plantada, com o tipo de solo e variável entre 1 de outubro a 20 de fevereiro para o Distrito Federal (BRASIL, 2022b). Quanto ao espaçamento, o mais adequado para o algodoeiro nas condições do Cerrado brasileiro varia entre 0,70 m a 1 m, com a densidade de 6 a 10 plantas por metro linear (LAMAS, 2008).

Aliada a essas práticas de manejo cultural pode-se destacar a utilização dos reguladores de crescimento, os quais são substâncias químicas sintéticas que inibem

principalmente a biossíntese do ácido giberélico e melhoram o equilíbrio entre o crescimento vegetativo e reprodutivo do algodoeiro (FERREIRA e LAMAS, 2006). A aplicação dessas substâncias, tais como o cloreto de mepiquat e cloreto de cloromequat (CHIAVEGATO, 2012), promove mais eficiência nas pulverizações e facilita a penetração de luz, bem como viabiliza o processo de colheita (ROSSI et al., 2020), tendo em vista que as plantas devem ter altura máxima de 1,30 m na época de colheita. (LAMAS, 2008).

Os desfolhantes e maturadores, assim como as substâncias que regulam o crescimento, são considerados reguladores de crescimento do ponto de vista fisiológico, uma vez que atuam diretamente sobre o balanço hormonal das plantas (LAMAS e FERREIRA, 2015). A desfolha química é uma estratégia importante e deve ser adotada quando o último fruto (maça) que compense ser colhido esteja maduro ou quando a última maçã que compense ser colhida esteja localizada quatro nós acima do último capulho aberto (PAZZETI, 2012). Os maturadores, mais corretamente denominados como promotores de abertura de capulhos, podem ser usados sozinhos ou misturados com os desfolhantes, e devem entrar em contato com o fruto para a garantia de sua efetividade (PAZZETI, 2012). De acordo com Ferreira e Lamas (2006), estes produtos colaboram no planejamento da colheita, reduzem a umidade das fibras e das sementes no campo e possibilitam a colheita de um produto mais limpo.

3.2. O bicudo-do-algodoeiro

O bicudo-do-algodoeiro possivelmente foi coletado pela primeira vez em Vera Cruz, no México, entre os anos de 1831 e 1835, em uma expedição comandada pelo entomologista francês Chevrolat; todavia, não há menção sobre o hospedeiro em que foi feita a coleta (DEGRANDE, 1991). Esse inseto foi descrito como *Anthonomus grandis grandis* por C. H. Boheman em 1843 (BASTOS et al., 2005). Entretanto, mais recentemente foi sugerida a denominação de *A. grandis grandis* (ALVARADO et al., 2017). Sua primeira detecção no Brasil ocorreu em fevereiro de 1983 na região de Campinas, Estado de São Paulo (BARBOSA et al., 1986), de onde rapidamente se disseminou pelas áreas de cultivo de algodão do país e tornou-se praga-chave em razão de seu elevado potencial destrutivo e alto custo de controle (BÉLOT et al., 2016).

Pertencente à ordem Coleoptera e família Curculionidae, o bicudo-do-algodoeiro é um inseto de reprodução sexuada (SANTOS, 1999), e apresenta metamorfose completa,

que abrange as fases de ovo, larva, pupa e adulto. Cada fêmea deposita, em média, 150 ovos, sendo normalmente um ovo por botão floral (SANTOS, 2011). No entanto, as fêmeas recém-emergidas necessitam de se alimentar por três a cinco dias antes de realizar tal postura (DEGRANDE, 1991).

Os botões florais são as estruturas preferidas por *A. grandis grandis* para alimentação e oviposição (ALMEIDA et al., 2008), porém as flores e maçãs também são atacadas. O orifício gerado na estrutura reprodutiva após a postura da fêmea é recoberto por uma espécie de cera (SANTOS, 2011).

Os ovos medem aproximadamente 0,8 mm de comprimento por 0,5 mm de largura e são brilhantes (BASTOS et al., 2005). As larvas são ápodas e caracterizadas pelo seu formato curvo, coloração branco-leitosa, com cerca de 5 a 7 mm de comprimento (MIRANDA, 2010). Segundo Santos (1999), após três a cinco dias da oviposição a larva emerge e, depois de sete a onze dias, se torna em pupa e, posteriormente, em três a cinco dias, realiza a muda para adulto. As larvas, conforme Santos (2011), passam por três instares larvais.

O bicudo-do-godoeiro adulto é um besouro que mede entre 3 a 8 mm de comprimento, do qual 50% corresponde ao rostro (bico) em forma de tromba, e possui 2 a 3 mm de largura (SANTOS, 2011). A cor dos adultos varia de acordo com sua idade (BASTOS et al., 2005), uma vez que geralmente os recém-emergidos são marrom-avermelhados e os mais velhos, castanho-escuros (SANTOS, 2011). Esses indivíduos possuem antenas genículo-clavadas que se localizam na metade do rostro, e as peças bucais encontram-se no ápice deste (BÉLOT et al., 2016). O aparelho bucal do *A. grandis grandis* é mastigador, e suas mandíbulas são usadas para perfurar os botões florais e maçãs durante a alimentação e postura (GABRIEL, 2016). De acordo com Bastos et al. (2005), *A. grandis grandis* distingue-se dos demais curculionídeos por um par de espinhos posicionado no fêmur das pernas anteriores.

A espécie pode apresentar entre 5 a 6 gerações por safra (ALVAREZ, 1990), tendo em vista que o seu ciclo de vida de ovo a adulto dura aproximadamente 19 dias (SANTOS, 2011), com variações a depender das condições de temperatura (BASTOS et al., 2005). No entanto, conforme Bastos et al. (2005), a fecundidade (número de ovos/fêmea) é maior nas fêmeas de primeira geração, dado que as fêmeas acasaladas tardiamente são menos favorecidas pela redução do número de botões disponíveis para a oviposição.

Os adultos, com longevidade média de 40 dias (SANTOS, 2011), são mais frequentemente encontrados realizando suas atividades alimentares e reprodutivas nas horas mais quentes do dia, entre 9 horas da manhã e 5 horas da tarde (DEGRANDE 1991).

Ao fim da estação de crescimento do algodoeiro, os adultos se deslocam para abrigos naturais, onde se mantém ativos alimentando-se de hospedeiros alternativos (PIRES et al., 2017) e, assim, sobrevivem até a próxima época de plantio, de modo a iniciar uma nova infestação (BARBOSA et al., 1986).

A lavoura de algodão sob ataque do *A. grandis grandis* apresenta grande desenvolvimento vegetativo, com grande volume de folhas, mas sem produção (GABRIEL, 2016). Após a injúria, os botões florais ficam com o aspecto amarelado, as brácteas se abrem e os botões caem (MIRANDA e RODRIGUES, 2016). Quando o ataque se dá nas flores, estas ficam com a aparência de um balão aberto por efeito da abertura atípica das pétalas (MIRANDA e RODRIGUES, 2016). As maçãs atacadas, quando mais novas e pequenas, sofrem abscisão das plantas; em contrapartida, as maçãs mais velhas não caem mas se convertem em carimãs ou comprometem a qualidade da fibra (DEGRANDE, 1991).

A elaboração de um programa de manejo do *A. grandis grandis*, segundo Alvarez (1990), deve abarcar vários métodos e estratégias consoantes com a biologia, os hábitos e o comportamento do inseto em seu meio. Entretanto, tendo em vista que o *A. grandis grandis* é uma praga comum às coletividades produtoras, o sucesso dos planos de manejo também depende da participação comunitária dos produtores de algodão (SANTOS, 2011). Logo, deve-se evitar a ocorrência de lavouras de algodão de diferentes idades na mesma região para romper a coexistência entre a fonte alimentar e a praga (SILVA et al., 2004).

Almeida et al. (2008) define o controle cultural como a manipulação das diversas práticas de cultivo, com a intenção de tornar o agroecossistema desfavorável ao desenvolvimento das pragas e favorável ao desenvolvimento dos inimigos naturais. Dentre as táticas de manejo cultural pode-se mencionar: a escolha de cultivares mais precoces, cuja floração esteja concentrada em um menor intervalo de tempo de tal forma a impedir altos níveis populacionais do *A. grandis grandis*; a uniformidade da data de plantio e da colheita em uma mesma região, para facilitar o controle e reduzir a população de insetos de forma integrada (EMBRAPA, 1985); a destruição de soqueiras de algodão logo depois da colheita, fundamental para que não ocorra rebrota das plantas, que contribuiriam para a sobrevivência e reprodução do *A. grandis grandis* (GABRIEL,

2016); e a catação de estruturas reprodutivas caídas no solo, sobretudo nas faixas de plantio-isca e nas bordaduras (GABRIEL, 2016).

O controle químico só deve ser utilizado quando as pragas atingirem o nível de controle (NC) (ALMEIDA et al., 2008). As aplicações devem ser fundamentadas nas amostragens, que são vistorias de campo semanais realizadas dos 40 aos 100 dias (GABRIEL, 2016). Além disso, não é recomendado o uso de inseticidas piretroides até cerca de 70 dias após a semeadura do algodoeiro, isto é, até o aparecimento das primeiras maçãs firmes (ALMEIDA et al., 2008), posto que os piretroides são pouco seletivos, sucedendo a alta mortalidade dos inimigos naturais (SILVA et al., 2004). Gabriel (2016) explica que essa fauna benéfica, composta por parasitoides e predadores, se estabelece dos 40 aos 80 dias nas lavouras de algodão.

3.3. Controle biológico

Uma das táticas de manejo do *A. grandis grandis* é o controle biológico (RAMALHO e MALAQUIAS, 2015), que é definido como a relação entre dois ou mais organismos, em que um inimigo natural atua como predador, parasitoide ou patógeno de uma praga, a qual tem seu crescimento populacional reduzido (BASTOS e TORRES, 2005).

Segundo Ramalho e Malaquias (2015), existem dois tipos de controle biológico: o natural, que acontece sem a mediação humana e desempenha importante papel econômico, ecológico e social; e o aplicado, que se caracteriza pela introdução e manipulação de inimigos naturais e tem o objetivo de reduzir os danos causados pela praga a níveis tolerados.

De acordo com Santos (2015), no controle biológico natural, as populações dos inimigos naturais crescem com as densidades populacionais do *A. grandis grandis*, ou seja, quando as lavouras já foram infestadas pela praga. Isto explica a ação dos inimigos naturais ser efetiva na limitação do crescimento populacional da praga, mas não o suficiente para diminuí-lo a densidades abaixo do nível econômico (BASTOS e TORRES, 2005). O sucesso do controle biológico natural do *A. grandis grandis* depende das escolhas do cotonicultor por práticas agrícolas que beneficiem os inimigos naturais e desfavoreçam a praga; e pode ser potencializado com a utilização do controle biológico aplicado (RAMALHO e MALAQUIAS, 2015).

Naturalmente, ocorre uma grande variedade de inimigos naturais na cultura do algodoeiro (MIRANDA, 2010). No Brasil, existem 13 espécies de parasitoides que atacam o *A. grandis grandis*, sendo a maior parte desse parasitismo atribuída a *Catolaccus grandis* (Hymenoptera: Pteromalidae) e *Bracon vulgaris* ASHMEAD (Hymenoptera: Braconidae) (RAMALHO e WANDERLEY, 1996). As fêmeas de *C. grandis* preferem parasitar larvas de terceiro instar do *A. grandis grandis*, as quais se encontram em botões caídos ao solo; enquanto as fêmeas de *B. vulgaris* selecionam larvas de *A. grandis grandis* localizadas em maçãs atacadas que ainda estão aderidas às plantas (RAMALHO e MALAQUIAS, 2015).

O *C. grandis* é um ectoparasitoide específico, e sua ação é feita pela paralisação e/ou parasitismo. Na paralisação, a fêmea de *C. grandis* injeta toxinas no corpo do hospedeiro, levando-o a morte. O parasitismo, por sua vez, deve-se à atuação direta da larva no hospedeiro, de modo em que a fêmea penetra o alvo contido no botão floral através de seu ovipositor, injeta toxinas e realiza a postura sobre a larva do *A. grandis grandis*. Após a eclosão das larvas do parasitoide, estas se alimentam da parte externa do hospedeiro (RAMALHO e MALAQUIAS, 2015).

A ação de *B. vulgaris* é parecida com a de *C. grandis*, já que também se caracteriza como um ectoparasitoide de *A. grandis grandis*. Esse braconídeo localiza a maçã atacada por *A. grandis grandis*, atinge a larva com seu ovipositor, injeta toxinas que a paralisam, e oviposita sobre a larva do *A. grandis grandis* e/ou nas paredes internas da maçã (RAMALHO e MALAQUIAS, 2015). As larvas eclodem e se alimentam externamente através da inserção de suas mandíbulas na cutícula do hospedeiro. Ao final do quarto e último instar inicia-se a fase pré-pupal e as larvas param de se alimentar e produzem um casulo, onde permanecem durante a fase de pupa (WANDERLEY et al., 2007). A fase larval de *B. vulgaris* dura entre dois (a 35°C) a oito dias (a 18°C); a fase pupal varia de 6 (a 35°C) a 22 dias (a 18°C); e o período de desenvolvimento da forma imatura, de ovo a emergência de adultos, ocorre de 9 (a 35°C) a 33 dias (a 18°C) (RAMALHO e MALAQUIAS, 2015). O número médio de larvas parasitadas por fêmeas de *B. vulgaris* é de 72 larvas a 25°C e 31 larvas a 20°C (RAMALHO et al. 2011).

3.4. Distribuição espacial

Segundo Liebeholt et al. (1991), as densidades das populações de insetos são tipicamente heterogêneas. O crescimento populacional (reprodução e mortalidade) e a

dispersão são processos que influenciam nessa heterogeneidade espacial (SCIARRETTA e TREMATERRA, 2014). Além disso, a localização (distribuição da borda interna ou externa) e as práticas de manejo, como a forma de preparo do solo, intervêm na dinâmica espacial do inseto e impactam seu movimento e dispersão no campo (SCHOTZKO e QUISENBERRY, 1999). Logo, compreende-se que a variação espacial é provocada pela relação entre a dinâmica populacional e os fatores bióticos e abióticos (SCIARRETTA e TREMATERRA, 2014).

Nesse contexto, o conhecimento acerca do padrão de interação entre as pragas e o ambiente é fundamental para o planejamento de táticas de controle (SCHOTZKO e QUISENBERRY, 1999). Isto porque a informação espacial pode otimizar o manejo localizado de pragas dentro do campo (THOMSON e HOFFMANN, 2013), de modo a utilizar a análise e o mapeamento das distribuições de insetos para projetar aplicações de inseticidas mais direcionadas, contribuir para programas de manejo de resistência específicos do local, conservar os inimigos naturais, prever os danos e os padrões de distribuição (SHRESTHA et al., 2020). As estratégias de manejo atuais envolvem o uso de amostras espacialmente estratificadas para auxiliar na tomada de decisão em grandes áreas (LIEBEHOLD et al., 1991). Para esse propósito, a geoestatística é usualmente adotada como técnica confiável de investigação da distribuição espacial de pragas agrícolas, visto que integra a localização geográfica das amostras (MARTINS et al., 2018) e possibilita inferir sobre os padrões de distribuição espacial dos insetos, o que contribui para prever o movimento das pragas e fundamentar o manejo na identificação dos locais de ataque mais severos (ROSADO et al., 2015).

A krigagem é um método de interpolação geoestatístico cujo objetivo consiste em estimar valores para locais não amostrados a partir da ponderação dos pontos vizinhos mais próximos de modo não tendencioso (OLIVEIRA, 2015). Assim, destaca-se por superar muitas falhas dos métodos tradicionais de interpolação, visto que suas estimativas são imparciais e possuem variâncias mínimas (OLIVER, 1990). Portanto, baseado no preceito de que o Manejo Integrado de Pragas (MIP) preocupa-se em alterar minimamente o meio ambiente (FERNANDES et al., 2002), o entendimento sobre como a população de artrópodes se correlaciona no agroecossistema da cultura contribui para a efetividade do MIP, uma vez que a variação espacial da população das pragas e de seus agentes de controle influi na seleção e aplicação localizada dos insumos usados no manejo (BLUM et al., 2002). Todavia, embora as ferramentas de distribuição espaço-temporal

desempenhem relevante aplicação, os estudos que tratem da distribuição espacial de pragas e, especialmente de inimigos naturais, são escassos (SHRESTHA et al., 2020).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Área experimental e manejo

Os experimentos foram executados na Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília (UnB), localizada na Vargem Bonita, Brasília (DF), com altitude de 1.080 m e coordenadas 15°56'57,48" S e 47°56'06,4" O (Figura 1). O clima é tropical com precipitação média anual de 1.400 milímetros. As lavouras utilizadas para a condução do experimento, denominadas L1 e L2, apresentavam dimensões iguais a 3.910,00 m² e 6.285,60 m², respectivamente. A L1 era circundada por cultivo de hortaliças (couve, alface e repolho) e mandioca. E no entorno da L2 existiam cultivos de citros, cana-de-açúcar e milho.

Os tratos culturais adotados para o preparo do solo do algodoeiro das duas áreas foram aração e gradagem com grade niveladora, e utilizou-se o herbicida Roundup[®] (5L/ha) + Assist[®] (0,1 L/ha). A cultivar usada nas áreas experimentais foi a BRS 368, desenvolvida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e caracterizada por sua resistência ao herbicida glifosato. Na L1 e L2 as sementeiras foram realizadas nos dias 19 de janeiro e 26 de janeiro de 2022, respectivamente. O espaçamento entre linhas foi de 0,7 metros e a densidade de sementeira foi de seis plantas por metro linear. A adubação de plantio foi feita com a formulação NPK 4-30-16, na dosagem de 400 kg/ha, sendo metade aplicada no plantio e metade em cobertura. Não foi aplicado nenhum pesticida nas lavouras.

4.2. Coleta de dados

Os dados de precipitação, radiação global, velocidade e direção do vento, temperatura e umidade relativa do período entre janeiro e julho de 2022 foram obtidos pela estação climatológica automática da FAL, mediante o uso de um termohigrômetro modelo HMP155 (Vaisala), anemômetro modelo 051103 (R.M. Young), pluviômetro modelo TB4 (HyQuest) e piranômetro modelo SP Lite 2 (Kipp e Zonnen).

Em cada lavoura foram previamente demarcados 100 pontos distribuídos de forma equidistante, cada qual equivalente a 1 metro quadrado que abrangia duas linhas e em média 12 plantas. O número de plantas contidas em cada ponto de amostragem foi avaliado por ocasião da última data de amostragem. Cada ponto teve suas coordenadas x e y demarcadas a partir da medição (em m) a partir da origem (ponto inicial ou zero) por ocasião da implantação dos pontos que foram demarcados e identificados, sendo essa marcação mantida em todas as coletas (Figura 2). A amostragem foi feita a partir da coleta das estruturas reprodutivas caídas no solo das entrelinhas de cada ponto amostrado. As coletas da L1 ocorreram nas datas 17 de junho de 2022 e 1 de julho de 2022, e as coletas referentes à L2 foram realizadas em 24 de junho de 2022 e 8 de julho de 2022.

As estruturas coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos transparentes de 30 x 45 cm (L x C), identificadas quanto ao ponto de amostragem e data de coleta e avaliadas logo após a coleta. As avaliações contemplaram todos os botões florais, flores e maçãs com (contendo sinais de alimentação, oviposição, ou ambos) e sem ataque de *A. grandis grandis*, assim como as carimãs atacadas (maçãs ressecadas e não abertas com sinais de alimentação ou oviposição do inseto) e não atacadas. Ainda, o número de adultos de *A. grandis grandis* encontrados por ocasião da coleta, assim como o número de adultos do inseto emergidos de *Bracon* e *Catolaccus* foram quantificados, por 21 dias após a coleta. Para a avaliação da emergência, as estruturas reprodutivas coletadas foram mantidas nos recipientes de coleta, sob condição ambiental, até a emergência dos adultos, que foi contabilizada diariamente. Aos 21 dias após a coleta, realizou-se a última avaliação sendo, nessa ocasião, as estruturas reprodutivas descartadas.

4.3. Análise de dados

As variáveis utilizadas para as análises de distribuição espacial foram: número de adultos de *A. grandis grandis*, *Bracon* e *Catolaccus* e porcentagem de botões (B. AT.), maçãs (M. AT.) e estruturas reprodutivas (E. AT.) atacados. Inicialmente obteve a média de cada variável por planta, utilizando no cálculo o número de plantas contabilizado em cada ponto de amostragem. A porcentagem de estruturas reprodutivas atacadas foi obtida dividindo-se o número de botões, maçãs ou estruturas reprodutivas atacadas pelo total de estruturas coletadas seguida da multiplicação por 100. Foi estimado o erro e a média de cada variável por planta.

Na análise da distribuição espacial utilizou-se o programa GS+ 7.0. No primeiro momento, foi verificado se a dependência espacial era isotrópica em todas as direções (0°, 45°, 90° e 135°). Posteriormente, os modelos de semivariograma (linear, esférico, exponencial e gaussiano) foram ajustados ao que melhor adequava-se para cada variável em cada data de avaliação. Os modelos esférico, linear e gaussiano revelam agregação ou dependência espacial e o modelo linear indica distribuição aleatória (RIBEIRO et al., 2021). As modelagens escolhidas foram aquelas com os interceptos (β_0) próximos de zero, inclinações (β_1) próxima de um, menores somas residuais dos quadrados (SQR) (GALDINO, 2017). Em seguida, o programa forneceu indicadores designados como efeito pepita (C_0), patamar ($C_0 + C$) e alcance (A), cuja razão dos dois primeiros resultou no grau de dependência espacial (GDE). A dependência espacial é considerada forte quando $GDE \leq 0,25$, moderado quando $0,25 < GDE \leq 0,75$ e fraco se $GDE > 0,75$ (CAMBARDELLA et al., 1994).

Para a construção dos mapas, o método de interpolação por krigagem foi aplicado nos casos dos modelos esférico, exponencial e gaussiano, e o método de interpolação da ponderação de distância inversa para o modelo linear. Após a elaboração dos mapas, realizou-se a validação cruzada, para os modelos esférico, exponencial e gaussiano, em que um valor de dados é removido e o ponto é estimado através dos dados vizinhos com a finalidade de checar a precisão do modelo (LEUANGTHONG et al., 2004).

O programa SigmaPlot® 12.0 (SYSTAT, 2006) foi utilizado para a construção das curvas de sazonalidade que demonstram a média da variação nos elementos climáticos durante o período experimental, assim como para plotagem dos pontos de amostragem na área.

5. RESULTADOS

Em relação aos elementos climáticos, a maior média registrada para a velocidade do vento foi de 1,1 m/s e o maior volume de precipitação foi de 297,70 mm em fevereiro, que não coincidiu com os meses de coleta de dados, junho e julho (Figura 3). A maior temperatura média registrada durante o experimento foi de 21,20 °C e a menor temperatura foi de 16,82 °C, sendo que esta última coincidiu com o último mês de coleta de dados (Figura 1). A umidade relativa variou entre 85,60 e 65,97%. (Figura 3)

Com base nos dados foram gerados 24 modelos, todos isotrópicos, sendo que 12 modelos foram ajustados para a L1 e os outros 12 para a L2. Na L1, quatro modelos foram

lineares, três exponenciais, três esféricos e dois gaussianos (Tabela 1). Já na L2, sete modelos foram exponenciais, três esféricos e dois gaussianos (Tabela 2). Os semivariogramas exponencial, esférico e gaussiano indicam dependência espacial das variáveis, enquanto o modelo linear indica aleatoriedade na distribuição. Desse modo, considerando o grau de dependência espacial nos 24 modelos, 15 apresentaram forte dependência ($GDE < 0,25$), cinco apresentaram moderada dependência ($0,25 < GDE < 0,75$) e quatro apresentaram fraca dependência ($GDE > 0,75$).

Na L1, em 17 de junho de 2022, *A. grandis grandis* e Bracon apresentaram modelo linear com fraca dependência espacial (Tabela 1); a distribuição de *Catolaccus* se ajustou ao modelo esférico com forte dependência espacial (Tabela 1); a porcentagem de maçãs atacadas se ajustou ao modelo gaussiano com forte grau de dependência espacial e as porcentagens de botão e de estruturas reprodutivas atacadas por *A. grandis grandis* se ajustaram ao modelo exponencial com moderado grau de dependência espacial (Tabela 1). Nessa mesma lavoura na avaliação realizada em 1 de julho de 2022, *A. grandis grandis* e Bracon se ajustaram ao modelo esférico com forte dependência espacial (Tabela 1); *Catolaccus* se ajustou ao modelo exponencial com forte grau de dependência espacial (Tabela 1); a porcentagem de maçãs atacadas se ajustou ao modelo gaussiano com forte grau de dependência espacial e a porcentagem de botões e estruturas reprodutivas atacadas se ajustaram ao modelo linear com fraca dependência espacial (Tabela 1).

Na L2, em 24 de junho de 2022, a densidade de *A. grandis grandis* e de Bracon, e a porcentagem de botões e maçãs atacadas por *A. grandis grandis* se ajustaram ao modelo exponencial com forte, moderado, moderado e forte grau de dependência espacial, respectivamente (Tabela 2); *Catolaccus* se ajustou ao modelo gaussiano com forte dependência espacial (Tabela 2) e a porcentagem de estruturas reprodutivas atacadas por *A. grandis grandis* se ajustou ao modelo esférico com moderada dependência espacial (Tabela 2). Nessa mesma lavoura na avaliação realizada em 8 de julho de 2022, *A. grandis grandis*, Bracon e *Catolaccus* se ajustaram ao modelo exponencial com forte grau de dependência espacial (Tabela 2); a porcentagem de botões e maçãs atacados por *A. grandis grandis* se ajustou ao modelo esférico com forte grau de dependência espacial (Tabela 2) e porcentagem de estruturas reprodutivas atacadas por *A. grandis grandis* se ajustou ao modelo gaussiano com forte dependência espacial (Tabela 2). Os alcances para a L1 variaram entre 1,26 a 231,03 m (Tabela 1) e os alcances para a L2 variaram entre 2,91 a 163,14 m (Tabela 2).

Foram gerados 24 mapas de distribuição espacial de *A. grandis grandis*, *Bracon* e *Catolaccus* e estruturas atacadas das lavouras 1 e 2 (Figura 4). Na primeira data de avaliação da L1, a distribuição de adultos de *A. grandis grandis* que emergiram das estruturas reprodutivas coletadas no solo ocorreu tanto de pontos localizados na bordadura, quanto no interior do talhão (Figura 4), o mesmo ocorrendo com seus parasitoides *Catolaccus* e *Bracon*, no que pese a ocorrência deste último parasitoide no interior da lavoura ter se dado em locais próximos à bordadura (Figura 4) e a colonização de *Catolaccus* ter iniciado no interior da lavoura e posteriormente ter sido verificada também na bordadura da lavoura (Tabela 4). Em relação à porcentagem de botões, maçãs e estruturas reprodutivas atacadas, apesar da porcentagem de infestação ser variável em diferentes locais da lavoura, todos os locais amostrados atingiram elevada infestação (6-19%) já na primeira data de avaliação (Figura 4). Na segunda data de avaliação da L1, tanto a porcentagem de botões quanto a de estruturas reprodutivas infestadas por *A. grandis grandis* atingiram altos valores e equivalentes a 20 a 39% e 40 a 69%, respectivamente, de maneira irrestrita (Figura 4).

No caso da L2, o padrão espacial de distribuição de *A. grandis grandis* e de *Catolaccus* acompanhou o que foi observado para a L1 (Figura 4), sendo que o parasitoide *Bracon* não emergiu das estruturas coletadas nessa lavoura (Figura 4). Na primeira data de avaliação da L2, a maior porcentagem de botões, maçãs e estruturas reprodutivas infestadas por *A. grandis grandis* foi observada na borda inferior da lavoura (Figura 4). Na segunda data de avaliação da L2, a infestação se disseminou na área, atingindo elevados níveis de maneira indistinta em diferentes locais da lavoura (Figura 4).

6. DISCUSSÃO

Não há indício de que os elementos climáticos prevalentes durante o período experimental tenham interferido diretamente na flutuação populacional de *A. grandis grandis* e seus parasitoides, tendo em vista que estavam dentro da faixa que permite o desenvolvimento destas espécies (MORALES-RAMOS e CATE, 1993; SPURGEON e RAULSTON, 1998; RAMALHO e MALAQUIAS, 2015).

A colonização e dispersão dos insetos na lavoura determinam o padrão de distribuição espacial desses indivíduos (ROSADO et al., 2015). No caso de insetos fitófagos esse padrão pode, dentre outras coisas, ser determinado ou alterado pela

presença do recurso alimentar, na fase ou nas fases preferidas para infestação. Nesse sentido, o *A. grandis grandis* prefere infestar botões em relação às maçãs e os botões de tamanho maiores (5,5 a 8,0 mm de diâmetro), são preferidos em relação aos médios (3 a 5,5 mm de diâmetro) e pequenos (1 a 2 mm diâmetro), assim como as maçãs jovens são preferidas em relação às maçãs firmes (SHOWLER, 2004; SHOWLER, 2005). Esses resultados foram corroborados pela maior proporção de botões infestados quando comparados às maçãs visualizada nos mapas, independentemente da lavoura e da data de amostragem consideradas. Desta forma, provavelmente o padrão de distribuição espacial, estabelecido com base na emergência da praga das estruturas infestadas e coletadas no solo, apresenta uma relação direta com a estrutura previamente atacada, assim como com seu tamanho, tendo em vista que essa estrutura tem que poder suprir todas as necessidades do inseto durante todo o seu desenvolvimento larval, já que ele passa toda esta fase no interior da estrutura reprodutiva atacada.

No caso dos parasitoides, *Bracon* e *Catolaccus* era previsto sua ocorrência onde houvesse a prevalência do hospedeiro, *A. grandis grandis*, já que os inimigos naturais tendem a seguir os padrões de seus alvos. Neste caso, a sobreposição esperada de ocorrência seria com as estruturas reprodutivas infestadas, já que se espera menor emergência da praga onde haja prevalência dos parasitoides. A partir das imagens representadas nos mapas foi observado que ambos os parasitoides apresentavam sobreposição de ocorrência com os locais de prevalência de estruturas infestadas. Entretanto, os padrões de distribuição de *Bracon* e *Catolaccus* foram distintos entre si, visto que não é observado sobreposição de manchas desses indivíduos nos mapas. Enquanto *Bracon* tende a se distribuir pelas bordaduras, *Catolaccus* inicia sua colonização no centro da lavoura. Isso sugere que esses parasitoides possam atuar sem competição interespecífica tendo em vista que apesar de explorarem o mesmo hospedeiro, eles atuam de certa forma de maneira isolada já que preferem atacar o hospedeiro em diferentes estágios de desenvolvimento (RAMALHO et al., 2007). *Catolaccus* prefere parasitar o hospedeiro quando as estruturas reprodutivas tenham caído no solo (MORALES-RAMOS e CATE, 1992) e *Bracon* prefere atacar o hospedeiro enquanto as estruturas reprodutivas ainda estejam retidas nas plantas (RAMALHO e WANDERLEY, 1996).

A distribuição espacial de *A. grandis grandis*, *Bracon* e *Catolaccus* não foi influenciada por barreira física, gradiente altitudinal ou direção do vento, uma vez que todos os semivariogramas foram isotrópicos (LIMA et al., 2018).

Os alcances para *A. grandis grandis*, Bracon e Catolaccus variaram entre 3,0 a 4,4 m, 6,0 a 133 m e 4,2 a 10,20 m. Desta forma, a independência das amostras será assegurada em distâncias maiores que o alcance médio desses variogramas (SHRESTHA et al., 2020) que no caso do *A. grandis grandis* devem ser adotadas distâncias maiores que $\approx 4,5$ m e para os parasitoides Bracon e Catolaccus distâncias maiores que ≈ 135 m e 11 m, respectivamente. Em relação à porcentagem de estruturas reprodutivas atacadas os alcances a serem adotados devem ser de ≈ 130 m, ≈ 240 m e ≈ 235 m para botões, maçãs e estruturas reprodutivas atacadas.

A maior parte dos modelos gerados apresentou forte grau de dependência espacial, assegurando a validade das premissas para realização da análise por geoestatística (PEREIRA et al., 2018). As informações geradas podem ser usadas da perspectiva de aprimoramento do manejo da praga, assim como da conservação dos inimigos naturais, a partir de aplicações localizadas ou uso de produtos que sejam seletivos aos inimigos naturais (SHRESTHA et al., 2020). Por fim, estudos subsequentes com o *A. grandis grandis* e seus parasitoides devem considerar o monitoramento das estruturas reprodutivas retidas na planta e das coletadas no solo para fins comparativos, desde o momento do seu surgimento, até a abertura de capulhos. Esses estudos devem permitir validar os resultados aqui obtidos de maneira preliminar.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

A distribuição espacial de *A. grandis grandis* e de seus parasitoides Bracon e Catolaccus a partir de estruturas reprodutivas coletadas no solo foi agregada surgindo de pontos localizados na bordadura e no interior das lavouras, sendo esses pontos não sobrepostos. Todavia, a ocorrência dos parasitoides foi sobreposta com a de estruturas reprodutivas infestadas. Apesar da porcentagem de infestação de estruturas reprodutivas atacadas por *A. grandis grandis* ter variado nas lavouras, em todos os pontos da lavouras foram observadas infestações variando acima de 6 a 19% nas datas de avaliação. As distâncias a serem adotadas entre pontos de amostragem, inferidas a partir dos valores de alcance, devem ser maiores que $\approx 4,5$ m, ≈ 135 m e ≈ 11 m para *A. grandis grandis*, Bracon e Catolaccus e de ≈ 130 m, ≈ 240 m e ≈ 235 m para botões, maçãs e estruturas reprodutivas atacadas por *A. grandis grandis*.



Figura 1. Foto aérea mostrando a localização das áreas amostradas.

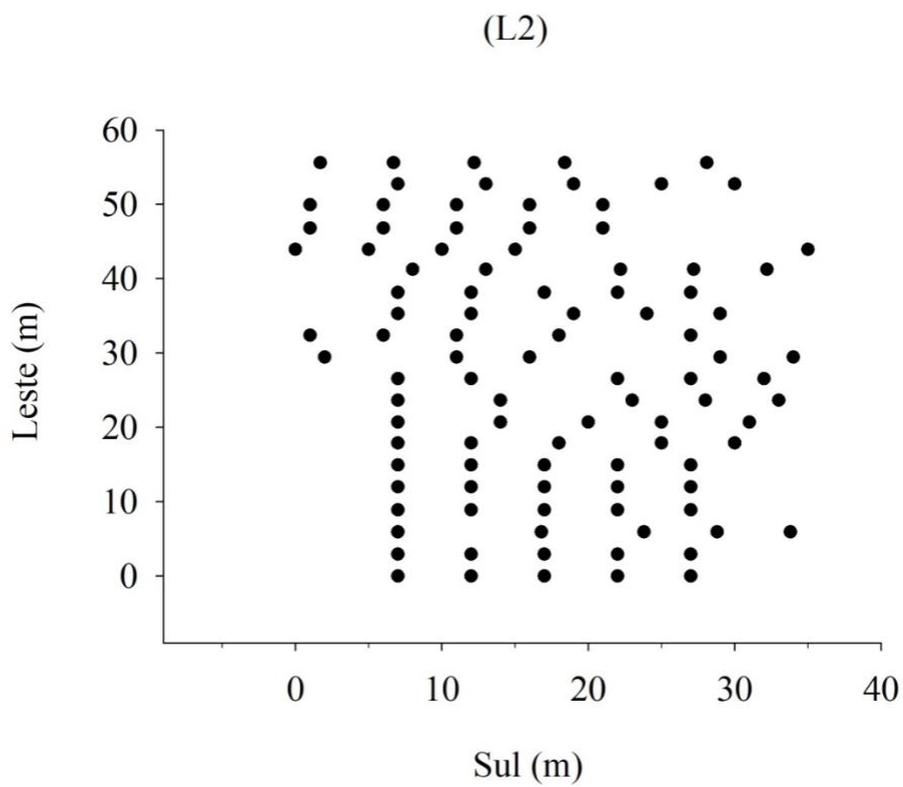
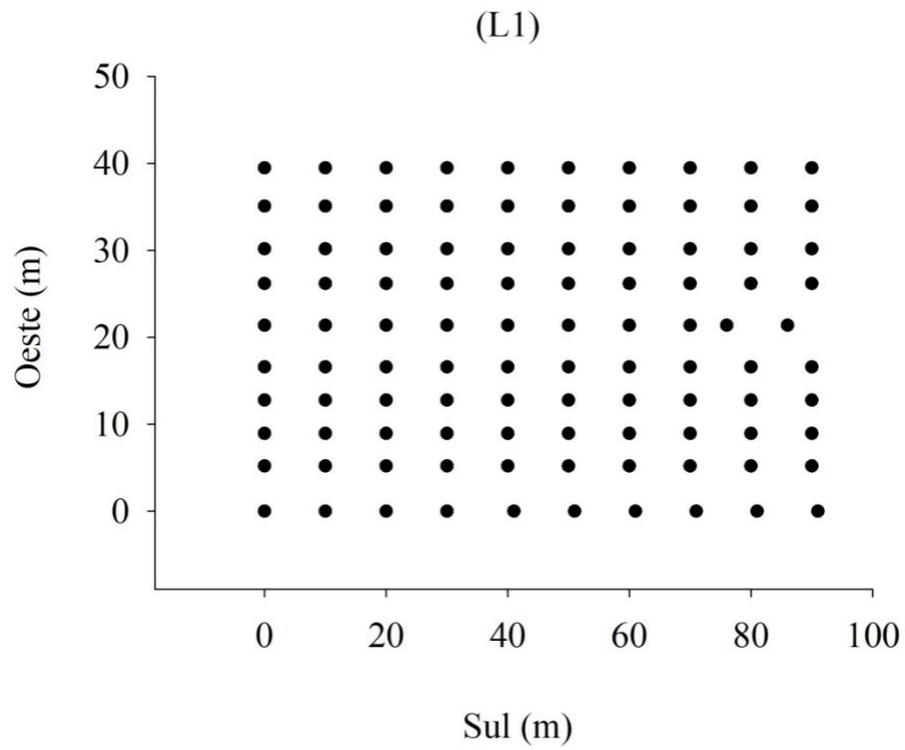


Figura 2. Pontos de amostragem de *A. grandis grandis* em duas diferentes lavouras lavoura 1 (L1) e lavoura 2 (L2).

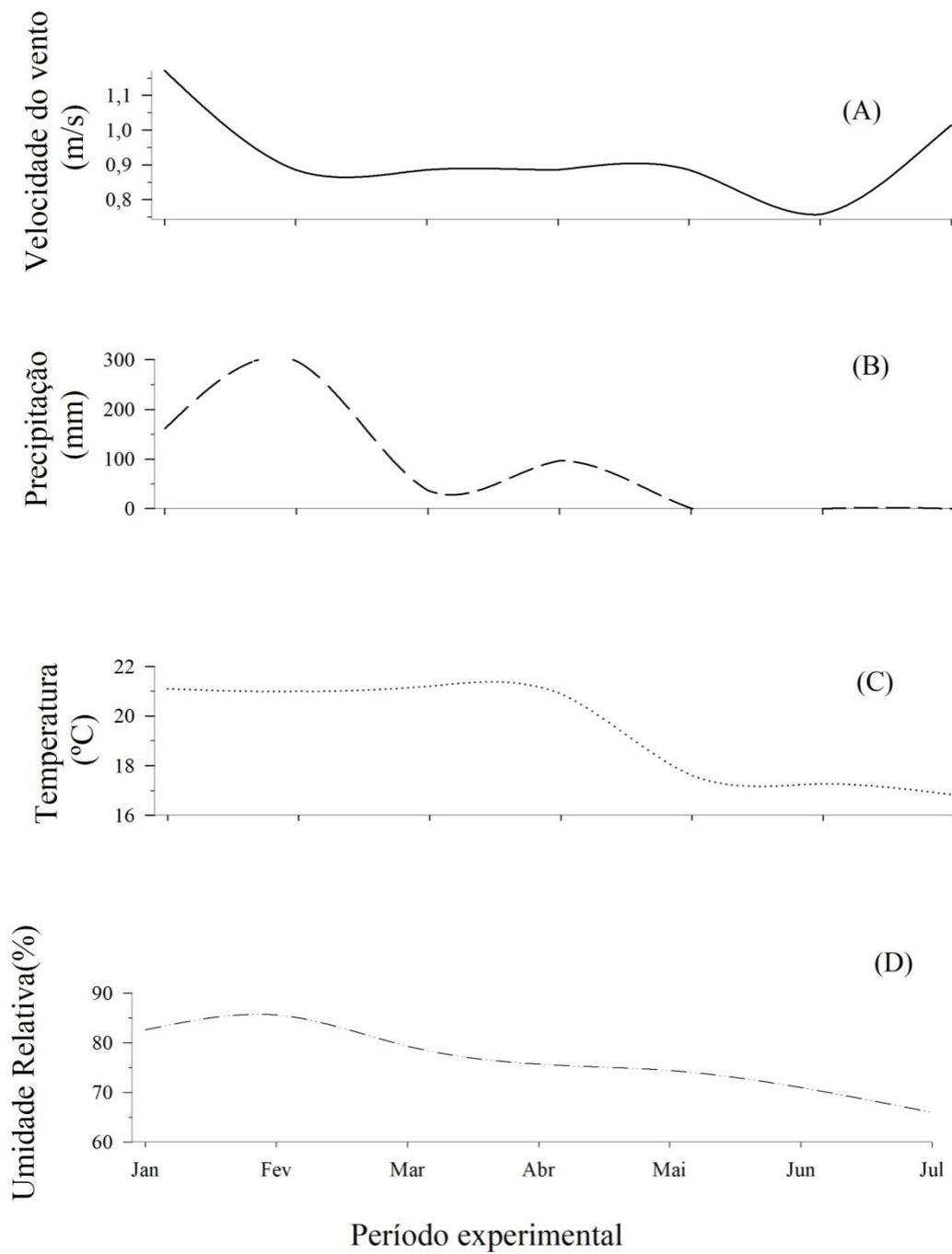


Figura 3. Elementos climáticos prevalentes durante o período experimental, Brasília-DF, 2022.

Tabela 1. Parâmetros e modelos teóricos ajustados aos padrões de distribuição espacial de *A. grandis grandis*, Bracon e Catolaccus da L1.

Data	Variáveis	Características dos Modelos							Validação Cruzada		
		Modelo	C ₀	C ₀ +C	A	SQR	R ²	GDE	β ₀	β ₁	R ²
17 jun.22	<i>A. grandis grandis</i>	Linear	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Catolaccus	Esférico	0,0003	0,0022	7,46	1,83 x 10 ⁻⁶	0,081	13,9	0,000	0,566	0,067
	Bracon	Linear	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B. AT.	Exponencial	120,7000	241,5	51,93	5161	0,556	49,98	5,770	0,740	0,127
	M. AT.	Gaussiano	16,3000	174,7	1,26	8170	0,000	9,33	4,790	0,604	0,025
	E. AT.	Exponencial	251,4000	535,1	231,03	3602	0,833	46,98	9,020	0,774	0,091
01 jul. 22	<i>A. grandis grandis</i>	Esférico	0,0040	0,0498	4,37	2,898 x 10 ⁻⁴	0,000	8,03	0,390	-0,294	0,004
	Catolaccus	Exponencial	0,0002	0,0018	10,17	6,453 x 10 ⁻⁷	0,155	12,71	0,010	0,296	0,016
	Bracon	Esférico	0,0000	0,0018	6,26	1,991 x 10 ⁻⁶	0,024	0,05	0,020	-0,105	0,001
	B. AT.	Linear	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	M. AT.	Gaussiano	17,1000	126,3	1,32	2154	0,000	13,54	33,870	-1,202	0,048
	E. AT.	Linear	-	-	-	-	-	-	-	-	-

β₀: Interceptação da curva; β₁: Inclinação da curva; SQR: Soma de quadrado dos resíduos; C₀ = efeito pepita; C₀+C = efeito patamar; A: Alcance; GDE = grau de dependência espacial; R² = Coeficiente de Determinação; B.AT= Botões atacados (%); M.AT= Maças atacadas (%); E.AT= Estruturas reprodutivas atacadas (%).

Tabela 2. Parâmetros e modelos teóricos ajustados aos padrões de distribuição espacial de *A. grandis grandis*, Bracon e Catolaccus da L2.

Data	Variáveis	Características dos Modelos						Validação Cruzada			
		Modelo	C ₀	C ₀ +C	A	SQR	R ²	GDE	β ₀	β ₁	R ²
24 jun.22	<i>A. grandis grandis</i>	Exponencial	0,0047	0,0394	4,20	2,126 x 10 ⁻⁴	0,043	11,93	0,270	-0,099	0,001
	Catolaccus	Gaussiano	0,0003	0,0018	4,19	3,329 x 10 ⁻⁷	0,170	14,29	0,010	0,449	0,018
	Bracon	Exponencial	0,0001	0,0002	133,50	1,211 x 10 ⁻⁸	0,250	45,57	0,000	0,327	0,009
	B. AT.	Exponencial	190,6000	381,3000	163,14	3583,000	0,633	49,99	6,040	0,778	0,130
	M. AT.	Exponencial	6,5000	162,1000	3,51	6232,000	0,008	4,01	5,790	0,621	0,061
	E. AT.	Esférico	357,0000	714,5000	47,54	14582,000	0,855	49,97	9,240	0,804	0,179
08 jul. 22	<i>A. grandis grandis</i>	Exponencial	0,0007	0,0591	2,91	6,843 x 10 ⁻⁴	0,002	1,18	0,030	0,893	0,193
	Catolaccus	Exponencial	0,0002	0,0036	7,02	1,600 x 10 ⁻⁶	0,274	6,69	0,010	0,874	0,128
	Bracon	Exponencial	0,0000	0,0001	7,29	5,589 x 10 ⁻⁹	0,120	15,28	0,000	0,147	0,003
	B. AT.	Esférico	4,0000	364,0000	3,91	9096,000	0,034	1,10	26,990	0,326	0,014
	M. AT.	Esférico	2,1000	238,2000	3,90	9617,000	0,013	0,88	1,770	0,867	0,049
	E. AT.	Gaussiano	49,0000	440,2000	3,41	10063,000	0,076	11,13	27,670	0,500	0,031

β₀: Interceptação da curva; β₁: Inclinação da curva; SQR: Soma de quadrado dos resíduos; C₀ = efeito pepita; C₀+C = efeito patamar; A: Alcance; GDE = grau de dependência espacial; R² = Coeficiente de Determinação; B.AT= Botões atacados (%); M.AT= Maças atacadas (%); E.AT= Estruturas reprodutivas atacadas (%).

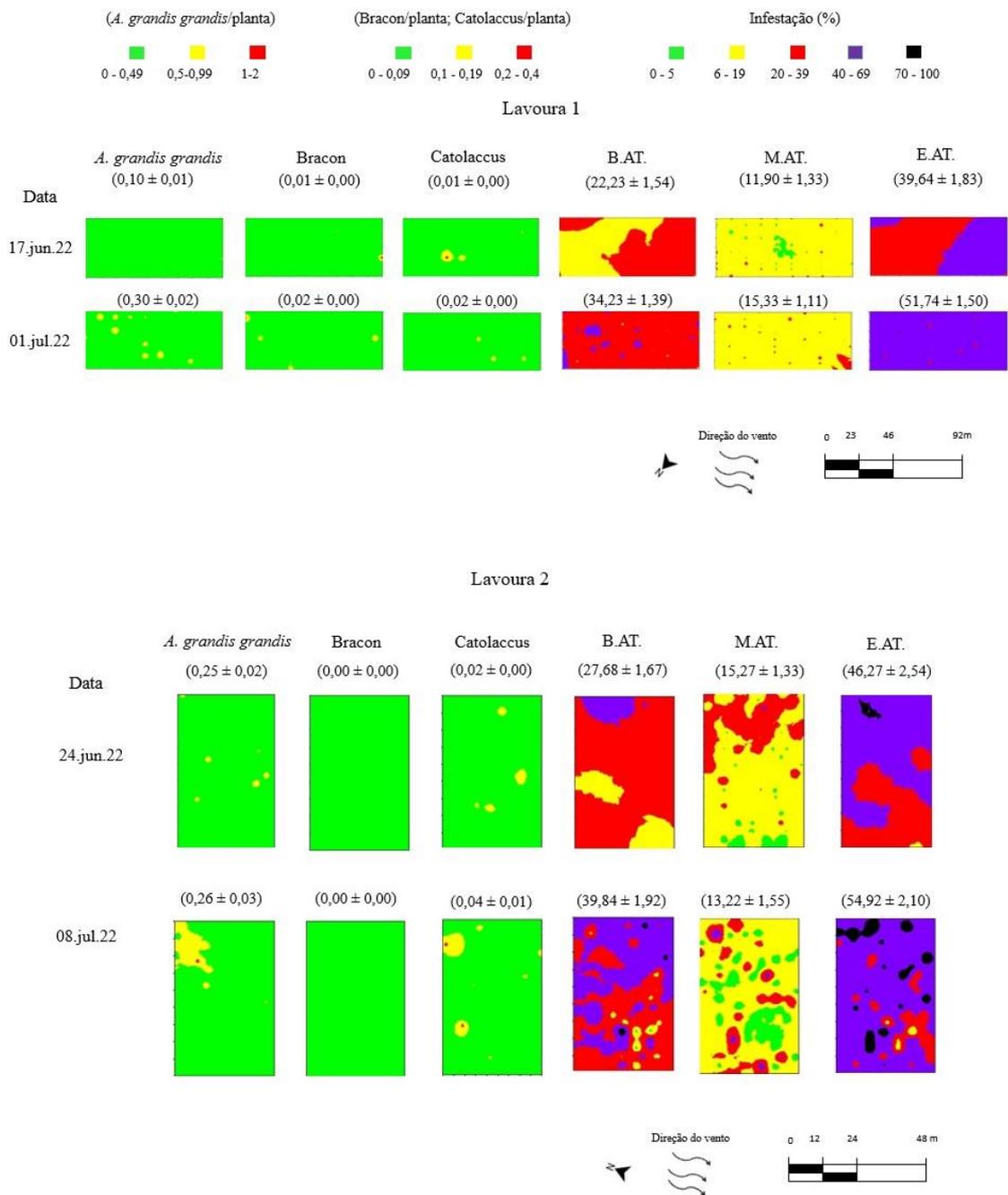


Figura 4. Mapas da distribuição espacial da densidade de *A. grandis grandis*, Bracon, Catolaccus e da porcentagem de estruturas reprodutivas atacadas por *A. grandis grandis* coletadas no solo em duas diferentes lavouras. B.AT. – porcentagem de botões atacados; M.AT. – porcentagem de maçãs atacadas; E.AT. – porcentagem de estruturas reprodutivas atacadas.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCANTARA, I.R.D.; VEDANA, R.; VIEIRA FILHO, J.E.R. Produtividade do algodão no Brasil: uma análise da mudança estrutural. 2021. 29p.

ALGODÃO, EMBRAPA. Cultura do algodoeiro em áreas infestadas pelo bicudo (*Anthonomus grandis*, Boheman). Campina Grande: Embrapa Algodão, 1985. 17p.

ALMEIDA, R.P.; SILVA, C.A.D.; RAMALHO, F.S. Manejo integrado de pragas do algodoeiro no Brasil. In: BELTRÃO, N.E.M.; AZEVEDO, D.M.P. O agronegócio do algodão no Brasil. 2. ed. v. 2. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p.1035-1098.

ALVARADO, A.; JONES, R.W.; PEDRAZA-LARA, C.; VILLANUEVA, O.A.; PFEILER, E. Reassessment of the phylogeography and intraspecific relationships of western and eastern populations of the boll weevil, *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera:Curculionidae), in North America. Biological Journal of the Linnean Society, v. 20, p. 1-17, 2017.

ALVAREZ, G.A. Bases técnicas para el cultivo del algodono en Colombia. Bogotá: Guadalupe, 1990. 43p.

BARBOSA, S.; SOBRINHO, R.B.; CAMPANHOLA, C. O bicudo do algodoeiro no Brasil: ocorrência, distribuição geográfica e medidas de erradicação propostas. In: BARBOSA, S., LUKEFAHR, M.J.; SOBRINHO, R.B. O bicudo do algodoeiro. 1986. p. 7-29.

BASTOS, C.S.; PEREIRA, M.J.B.; TAKIZAWA, E.K.; OHL, G.; AQUINO, V.R. Bicudo do algodoeiro: identificação, biologia, amostragem e táticas de controle. Campina Grande: Embrapa Algodão (Circular Técnica 79), 2005. 31p.

BASTOS, C.S.; TORRES, J.B. Controle biológico e o manejo de pragas do algodoeiro. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 63p. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 72.).

BÉLOT, J-L. O bicudo-do-algodoeiro, praga chave da cotonicultura Mato-grossense. In: BELOT, J-L. O bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis* BOH., 1843) nos cerrados brasileiros: biologia e medidas de controle. Instituto Mato-grossense do algodão (IMAmt), p. 61-78, 2015.

BÉLOT, J-L.; BARROS, E.M.; MIRANDA, J.E. Riscos e oportunidades: o bicudo-do-algodoeiro. In: SILVA NETO, S.B.; PEREIRA, A.F., MORELLO, C.L.; SUASSUNA, N.D.; PICCOLI, G.V.; DANCIN, E.; LOPES, M.A. Desafios do Cerrado: Como sustentar a expansão da produção com produtividade e competitividade. 2016. p. 77-118.

BELTRÃO, N.E.M.; SILVA, C.A.D.; BASTOS, C.S.; SUINAGA, F.A.; ARRIEL, N.H.C., RAMALHO, F.D.S. Algodão agroecológico: opção de agronegócio para o semiárido do Brasil. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. 66p.

BELTRÃO, N.E.M. Fisiologia da produção do algodoeiro. Embrapa Algodão: Campina Grande, 2006. 8p.

BELTRÃO, N.E.M.; ARAÚJO, A.E. Algodão: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 265p.

BELTRÃO, N.E.M.; FIDELES FILHO, J.; SILVA DO VALE, L.; FREIRE, E.C. Zoneamento agroclimático do algodoeiro no cerrado brasileiro. In: FREIRE, E.C. (Eds.). Algodão no cerrado do Brasil. 3. ed. Brasília: ABRAPA, 2015. p. 39-63.

BLOM, P.E.; FLEISCHER, S.J.; SMILOWITZ, Z. Spatial and temporal dynamics of Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) in fields with perimeter and spatially targeted insecticides. *Environmental Entomology*, v. 31, n. 1, p. 149-159, 2002.

BRASIL, Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Série histórica das safras. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>. Acesso em: 20 de junho de 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Zoneamento Agrícola de risco climático (ZARC). Disponível:

<https://indicadores.agricultura.gov.br/zarc/index.htm>. Acesso em: 09 de setembro de 2022b.

BURKE, J.J.; MAHAN, J.R.; HATFIELD, J.L. Crop-specific thermal kinetic windows in relation to wheat and cotton biomass production. *Agronomy Journal*, v. 80, n. 4, p. 553-556, 1988.

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*, v. 58, n. 5, p. 1501-1511, 1994.

CARVALHO, M.C.S.; FERREIRA, G.B.; CARVALHO, O.S.; SILVA, O.R.R.F.; MEDEIROS, J.C. Nutrição, calagem e adubação. In: BELTRÃO, N.E.M.; AZEVEDO, D.M.P. *O agronegócio do algodão no Brasil*. 2. ed. v. 2. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 677-789.

CARVALHO, P.P. *Manual do algodoeiro*. Lisboa: Instituto de Investigação Científica Tropical, 1996. 282p.

CHIAVEGATO, E.J.; MELO, F.L.A.; CARVALHO, H.D.R. Uso de reguladores de crescimento. In: BELOT, J.-L. (Ed.). *Manual de boas práticas de manejo do algodoeiro*. Cuiabá: IMAmt, 2012. p. 162-166.

COÊLHO, J.D. *Algodão: produção e mercado*. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 6, n.166, 2021. (Caderno Setorial).

CORREA, J.R.V. *Algodoeiro: informações básicas para seu cultivo*. Belém: EMBRAPA-UEPAE, 1989. 29p. (Documentos, 11).

CUNHA, H.R.; FREIRE, E.C. Sustentabilidade da cotonicultura. In: FREIRE, E.C. (Ed.). *Algodão no cerrado do Brasil*. 2. ed. Brasília, DF: ABRAPA, 2011. p. 163-182.

DEGRANDE, P.E. Aspectos biológicos do bicudo. In: DEGRANDE, P.E. (Ed.). *Bicudo do Algodoeiro: Manejo Integrado*. 1991. p. 11-27.

FERNANDES, M.G.; BUSOLI, A.; BARBOSA, J. Amostragem sequencial de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae) em algodoeiro. *Current Agricultural Science and Technology*, v. 9, n. 4, 2003.

FERREIRA, A.C.B.; CARVALHO, M.C.S.; BORIN, A.L.D.C. Manejo de solos aptos à cotonicultura no Cerrado. In: FREIRE, E. C. (Ed.). *Algodão no cerrado do Brasil*. 3. ed. Brasília, DF: ABRAPA, 2015. p. 65-89.

FERREIRA, A.C.B.; LAMAS, F.M. Uso de reguladores de crescimento, desfolhantes, dessecantes e maturadores na cultura do algodoeiro. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 8p. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 95.)

FUZATTO, M.G. Melhoramento genético do algodoeiro. In: CIA, E; FREIRE, E.C.; SANTOS, W.J. *Cultura do Algodoeiro*. 1999. p.15-34.

GABRIEL, D. O bicudo do algodoeiro. Documento Técnico, v.25, p.1-20, 2016.

GALDINO, T.V.S.; FERREIRA, D.D.O.; SANTANA JÚNIOR, P.A.; ARCANJO, L.D.P., QUEIROZ, E.A.; SARMENTO, R.A.; PICANÇO, M.C. The role of the beetle *Hypocryphalus mangiferae* (Coleoptera: Curculionidae) in the spatiotemporal dynamics of mango wilt. *Journal of Economic Entomology*, v. 110, n. 3, p. 865-874, 2017.

LAMAS, F.M. Manejo cultural do algodoeiro nas condições do Cerrado. In.: BELTRÃO, N.E.M.; AZEVEDO, D.M.P. *O agronegócio do algodão no Brasil*. 2. ed. v. 2, p. 621-648. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

LAMAS, F.M.; FERREIRA, A.C.B. Arranjo espacial do algodoeiro como fator para otimizar a produtividade de fibra. 2013. 23p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 120).

LAMAS, F.M.; YAMAOKA, R.S. Implantação da cultura. In: BELOT, J.-L. (Ed.). *Manual de boas práticas de manejo do algodoeiro*. Cuiabá: IMAmt, 2021. p. 78-83.

LEUANGTHONG, O.; MCLENNAN, J.A.; DEUTSCH, C.V. Minimum acceptance criteria for geostatistical realizations. *Natural Resources Research*, v. 13, n. 3, p. 131-141, 2004.

LIEBHOLD, A.M.; ZHANG, X.U.; HOHN, M.E.; ELKINTON, J.S.; TICEHURST, M.; BENZON, G.L.; CAMPBELL, R.W. Geostatistical analysis of gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) egg mass populations. *Environmental Entomology*, v. 20, n. 5, p. 1407-1417, 1991.

LIMA, C.H.; SARMENTO, R.A.; GALDINO, T.V.; PEREIRA, P.S.; SILVA, J.; SOUZA, D.J.; SANTOS, G.R.; COSTA, T.L.; PICANÇO, M.C. Spatiotemporal dynamics of whitefly *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in commercial watermelon crops. *Journal of economic entomology*, v. 111, n. 4, p. 1895-1903, 2018.

MARTINS, J.C.; PICANÇO, M.C.; SILVA, R.S.; GONRING, A.H.; GALDINO, T.V.; GUEDES, R.N. Assessing the spatial distribution of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) eggs in open-field tomato cultivation through geostatistical analysis. *Pest management science*, v. 74, n. 1, p. 30-36, 2018.

MIRANDA, J.E. Manejo integrado de pragas do algodoeiro no cerrado brasileiros. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. 37p. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 131).

MIRANDA, J.E.; RODRIGUES, S.M.M. Manejo do bicudo-do-algodoeiro em áreas de agricultura intensiva. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2016. 19p. (Embrapa Algodão. Circular técnica, 140).

MORALES-RAMOS, J.A.; CATE, J.R. Rate of increase and adult longevity of *Catolaccus grandis* (Burks) (Hymenoptera: Pteromalidae) in the laboratory at four temperatures. *Environmental Entomology*, v. 21, p. 620-627, 1992.

MORALES-RAMOS, J.A.; CATE, J.R. Temperature-dependent developmental rates of *Catolaccus grandis* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Environmental Entomology*, v. 22, p. 226-233, 1993.

OLIVEIRA, R.P.; GREGO, C.R.; BRANDÃO, Z.N. Geoestatística aplicada na agricultura de precisão utilizando o Vesper. 2015.

OLIVER, M.A.; WEBSTER, R. Kriging: a method of interpolation for geographical information systems. *International Journal of Geographical Information System*, v. 4, n. 3, p. 313-332, 1990.

PAZZETI, G.; FERNANDO, J. Manejo de desfolha. In: BELOT, J.-L. (Ed.). *Manual de boas práticas de manejo do algodoeiro*. Cuiabá: IMAmt, 2021. p. 174-179.

PEREIRA, R. M.; GALDINO, T. V. S.; RODRIGUES-SILVA, N.; SILVA, R. S.; SOUZA, T. C.; PIKANÇO, M. C. Spatial distribution of beetle attack and its association with mango sudden decline: an investigation using geostatistical tools. *Journal of Pest Science*, v. 75, p. 1346-1353, 2018.

PETTIGREW, W. The effect of higher temperatures on cotton lint yield production and fiber quality. *Crop science*, v. 48, n. 1, p. 278-285, 2008.

PIRES, C.S.S.; PIMENTA, M.; MATA, R.A. da; SOUZA, L.M. de; PAULA, D.P.; SUJII, E.R.; FONTES, E.M.G. Survival pattern of the boll weevil during cotton fallow in Midwestern Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 52, p. 149-160, 2017.

RAMALHO, F.S., MALAQUIAS, J.B. 2015. O controle biológico do bicudo-do-algodoeiro. In: BELOT, J.-L. (Ed.) *O bicudo do algodoeiro (Anthonomus grandis Boh., 1843) nos cerrados brasileiros: biologia e medidas de controle*. Cuiabá: Instituto Matogrossense do Algodão, p. 151-171.

RAMALHO, F.S.; SILVA, A.M.C; ZANUNCIO, J.C.; SERRÃO, J.E. Competition between *Catolaccus grandis* (Hymenoptera: Pteromalidae) and *Bracon vulgaris* (Hymenoptera: Braconidae), parasitoids of the boll weevil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 50, p. 371-378, 2007.

RAMALHO, F.S.; WANDERLEY, P.A. Ecology and management of the boll weevil in South American cotton. *American Entomologist*, v. 42, n. 1, p. 41-47, 1996.

RAMALHO, F.S.; WANDERLEY, P.A.; MALAQUIAS, J.B.; FERNANDES, F.S.; NASCIMENTO, A.R.; ZANUNCIO, J.C. Effect of temperature on the reproduction of *Bracon vulgaris* Ashmead (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of the cotton boll weevil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 83, p. 1021-1030, 2011.

RAPHAEL, J.A.P.; ECHER, F.R. Clima e fenologia do algodoeiro em diferentes regiões produtoras do Brasil. In: ECHER, F.R.; ROSOLEM, C.A. *Fisiologia aplicada ao manejo do algodoeiro* Instituto Mato-Grossense do Algodão: Cuiabá (MT), 2022. p. 55-83.

RIBEIRO, A.V.; RAMOS, R.S.; ARAÚJO, T.A.; SOARES, J.R.; PAES, J.D.S.; ARAÚJO, V.C.; BASTOS, C.S.; KOCH, R.L.; PIKANÇO, M.C. Spatial distribution and colonization pattern of *Bemisia tabaci* in tropical tomato crops. *Pest Management Science*, v. 77, n. 4, p. 2087-2096, 2021.

ROSADO, J.F.; PIKANÇO, M.C.; SARMENTO, R.A.; PEREIRA, R.M.; PEDRONETO, M.; GALDINO, T.V.S.; SARAIVA, A.S.; ERASMO, E.A.L. Geostatistics as a tool to study mite dispersion in physic nut plantations. *Bulletin of Entomological Research*, v. 105, n. 4, p. 381-389, 2015.

ROSSI, A.C.M.; DE SOUZA, E.R.C.; DA SILVA, M.G. Reguladores de crescimento na cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.). *Research, Society and Development*, v. 9, n. 9, p. e821997951-e821997951, 2020.

SANTOS, W.J. Manejo das pragas do algodão com destaque para o cerrado brasileiro. In: FREIRE, E. C. (Ed.). *Algodão no cerrado do Brasil*. 2. ed. Brasília, DF: ABRAPA, 2011. p. 495-566.

SANTOS, W.J. Monitoramento e controle das pragas do algodoeiro. In: CIA, E.; FREIRE, E.C.; SANTOS, W.J. *Cultura do Algodoeiro*. 1999. p. 133-179.

SCHOTZKO, D.J.; QUISENBERRY, S.S. Pea leaf weevil (Coleoptera: Curculionidae) spatial distribution in peas. *Environmental Entomology*, v. 28, n. 3, p. 477-484, 1999.

SCIARRETTA, A.; TREMATERRA, P.. Geostatistical tools for the study of insect spatial distribution: practical implications in the integrated management of orchard and vineyard pests. *Plant Protection Science*, v. 50, n. 2, p. 97-110, 2014.

SHOWLER, A. T. Influence of cotton fruit stages as food sources on boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) fecundity and oviposition. *Journal of Economic Entomology*, v. 97, p. 1330- 1334, 2004.

SHOWLER, A. T. Relationships of different cotton square sizes to boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) feeding and oviposition in field conditions. *Journal of Economic Entomology*, v. 98, p. 572 -579, 2005.

SHRESTHA, G.; RIJAL, J. P.; REDDY, G. V. Characterization of the spatial distribution of alfalfa weevil, *Hypera postica*, and its natural enemies, using geospatial models. *Pest Management Science*, v. 77, p. 906–918, 2020.

SILVA, C.A.D.; SOARES, J.J.; ARAUJO, L.H.A.; BELTRÃO N.E.M. Pragas do Algodoeiro. In: BELTRÃO, N.E.M.; ARAÚJO, A.E. Algodão: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 265p.

SILVA, W.J.S. Medidas estratégicas de controle do bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis* Boh., 1843). Cuiabá: Instituto Matogrossense do Algodão, p. 76-91, 2015.

SNIDER, J.; VIRK, G.; PARKASH, V.; KAUR, N. Efeitos de altas temperaturas e da seca na fisiologia, produtividade e qualidade das fibras do algodão. In: ECHER, F. R.; ROSOLEM, C. A. Fisiologia aplicada ao manejo do algodoeiro Instituto Mato-Grossense do Algodão: Cuiabá (MT), 2022. p. 16-53.

SORIA, M.F.; DEGRANDE, P.E. Manejo integrado de pragas em algodoeiro. In: BELOT, J.-L. (Ed.). Manual de boas práticas de manejo do algodoeiro. Cuiabá: IMAmt, 2012. p. 126-149.

SOUSA, L.B. de. O algodoeiro: alguns aspectos importantes da cultura. Revista Verde, v.15, p. 19-26, 2010.

SPURGEON, D. W.; RAULSTON, J. R. Boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) reproductive development as a function of temperature. Environmental Entomology, v. 27, p. 675-681, 1998.

SUJII, E.R.; PIRES, C.S. Plantas hospedeiras do bicudo-do-algodoeiro. In: BELOT, J.-L. (Ed.) O bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis* BOH., 1843) nos cerrados brasileiros: biologia e medidas de controle. Instituto Mato-Grossense do Algodão, Cuiabá, 2015. p. 61-78.

SYSTAT SOFTWARE. SigmaPlot for Windows. Version 12.0. Germany: Systat software, 2006.

TAKIZAWA, E. K. Manejo da cultura do algodão no cerrado. In: FREIRE, E. C. (Ed.). Algodão no cerrado do Brasil. 3. ed. Brasília, DF: ABRAPA, 2015. p. 203-239

THOMSON, L.J.; HOFFMANN, A.A. Spatial scale of benefits from adjacent woody vegetation on natural enemies within vineyards. Biological control, v. 64, n. 1, p. 57-65, 2013.

WANDERLEY, P. A.; RAMALHO, F.S.; ZANUNCIO. J.C.; LEITE, G.L.D. Thermal requirements and development of *Bracon vulgaris*, a parasitoid of the cotton boll weevil. *rPhytoparasitica*, v. 35, n. 4, p. 336-345, 2007.