

TRATAMENTO DE SEMENTES DE ALGODÃO CONTRA PRAGAS SUGADORAS INICIAIS E INTERAÇÃO COM INSETOS PREDADORES

por

KAROLAYNE LOPES CAMPOS

(Sob Orientação do Professor Jorge Braz Torres- UFRPE)

RESUMO

O tratamento de sementes com inseticidas, usualmente não seletivos, é uma prática recomendada visando a proteção e/ou redução do ataque de pragas iniciais na cultura. Esta prática é considerada seletiva, em teoria, por disponibilizar o inseticida nos tecidos das plantas, o qual pode ser adquirido pelas pragas e não pelos inimigos naturais. Contudo, insetos não alvos, como predadores e parasitoides zoofitófagos e polinizadores, podem se contaminar ao utilizarem os subprodutos como néctar, pólen e seiva das plantas, sendo importante a utilização de inseticidas seletivos. O objetivo com este trabalho foi testar o ciantraniliprole (uma diamida considerada seletiva) comparado ao tiametoxam (um neonicotinoide não seletivo), quanto ao controle de pragas iniciais do algodoeiro e a seletividade, empregando os inseticidas em tratamento de sementes (TS) e pulverização (PV). O resíduo dos inseticidas na planta foi quantificado aos 12, 22 e 32 dias após a emergência (DAE) para inferir sobre a sobrevivência dos predadores *Orius insidiosus* (Say) (zoofitófago) e *Eriopis connexa* (Germar) (mastigador), confinados sobre material vegetal de plantas tratadas com esses inseticidas. Os resíduos de ambos os inseticidas foram detectados nas plantas aos 12 DAE e 22 DAE, mas significativamente reduzido entre estes, não sendo detectados aos 32 DAE. Ciantraniliprole e tiametoxam ofereceram supressão de pulgões, embora o efeito foi mais prolongado com o tiametoxam. Nenhum deles foi eficaz contra alta infestação de tripses. A

densidade de mosca-branca foi variável entre os experimentos, com nível de controle observado em todos os tratamentos após o período esperado de proteção das plantas com TS. As maiores densidades de predadores foram observadas na testemunha, enquanto as menores foram observadas nos tratamentos tiametoxam TS e PV. O ciantraniliprole TS e PV foi compatível com ambos *O. insidiosus* e *E. connexa* (>92% de sobrevivência). O tiametoxam não foi tóxico para *E. connexa*, mas altamente tóxico para *O. insidiosus* via resíduo da PV comparado ao TS (1,2% vs 27,6% de sobrevivência). *Orius insidiosus* apresentou ainda menor sobrevivência com tiametoxam utilizado em PV comparado ao TS (51,4% vs 89,3%) aos 22 DAE. Independente dos inseticidas utilizados e da modalidade de uso, não houve diferença estatística na produtividade entre os tratamentos.

PALAVRAS CHAVE: Inseticidas sistêmicos, neonicotinoides, diamidas, seletividade ecológica, zoofitofagia.

COTTON SEED TREATMENT AGAINST EARLY-SEASON SUCKING INSECTS AND INTERACTION WITH PREDATORY INSECTS

by

KAROLAYNE LOPES CAMPOS

(Under the Direction of Professor Jorge Braz Torres - UFRPE)

ABSTRACT

The seed treatment with insecticides is usually made with non-selective products as a recommended tactic to protect and/or to reduce early-season insect infestation in cotton. In theory, this insecticide deployment is considered selective by making insecticide available in plant tissues, which is acquired by insect pests and not by natural enemies. However, non-target insects such as zoophytophagous natural enemies and pollinators can become contaminated when using plant products such as pollen, nectar and sap highlighting the importance of using selective insecticides. We assessed the cotton early-season sucking insect control and selectivity of cyantraniliprole (a selective diamide) and thiamethoxam (a non-selective neonicotinoid) through seed treatment (ST) and foliar application (FA). The insecticide residues on the plants were quantified at 12, 22, and 32 days after emergence (DAE) to assess the survival of the predators *Orius insidiosus* (Say) (zoophytophagous) and *Eriopis connexa* (Germar) (chewing) when confined on fresh plant surfaces treated either with insecticides used in FA or ST. Both insecticides had residues detected on plants but significantly reduced between 12 DAE and 22 DAE and, they were not detected at 32 DAE. Cyantraniliprole and thiamethoxam offered aphid suppression but with a more lasting effect with thiamethoxam. Both were not effective against high thrips infestation. Whitefly densities were variable across experiments, with economic threshold observed in all treatments after the expected

plant protection with ST, including the untreated controls. The abundance of predators was higher in the control treatment, while treatments with thiamethoxam either ST or FA showed lower predator abundance. Cyantraniliprole ST and FA were compatible with *O. insidiosus* and *E. connexa* (>92% survival). Thiamethoxam was not toxic to *E. connexa* but highly toxic to *O. insidiosus* through dried residues from FA to ST (1.2% vs. 27.6% survival). *Orius insidiosus* still showed lower survival when exposed to thiamethoxam in FA compared to ST (51.4% vs. 89.3%) at 22 DAE. Regardless of the insecticides used and mode of use, there was no statistical difference in raw cotton yield across treatments.

KEY WORDS: Systemic Insecticides, neonicotinoids, diamides, ecological selectivity, zoophytophagy.

TRATAMENTO DE SEMENTES DE ALGODÃO CONTRA PRAGAS SUGADORAS
INICIAIS E INTERAÇÃO COM INSETOS PREDADORES

por

KAROLAYNE LOPES CAMPOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestra em Entomologia.

RECIFE - PE

Fevereiro - 2022

TRATAMENTO DE SEMENTES DE ALGODÃO CONTRA PRAGAS SUGADORAS
INICIAIS E INTERAÇÃO COM INSETOS PREDADORES

por

KAROLAYNE LOPES CAMPOS

Comitê de Orientação:

Jorge Braz Torres - UFRPE

Cristina Schetino Bastos - UNB

TRATAMENTO DE SEMENTES DE ALGODÃO CONTRA PRAGAS SUGADORAS
INICIAIS E INTERAÇÃO COM INSETOS PREDADORES

por

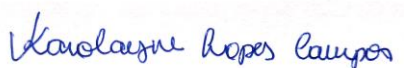
KAROLAYNE LOPES CAMPOS

Banca Examinadora:

Herbert Álvaro Abreu de Siqueira – UFRPE (Presidente)

Guilherme Gomes Rolim - IMAm

Jorge Braz Torres – UFRPE



Karolayne Lopes Campos
Mestre em Entomologia



Jorge Braz Torres - UFRPE
Orientador

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- C198t Campos, Karolayne Lopes
Tratamento de sementes de algodão contra pragas sugadoras iniciais e interação com insetos predadores / Karolayne
Lopes Campos. - 2022.
76 f. : il.
- Orientador: Jorge Braz Torres.
Coorientadora: Cristina Schetino Bastos.
Inclui referências e apêndice(s).
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Entomologia
Agrícola, Recife, 2022.
1. Inseticidas sistêmicos. 2. Neonicotinoides. 3. Diamidas. 4. Seletividade ecológica. 5. Zoofitofagia. I. Torres,
Jorge Braz, orient. II. Bastos, Cristina Schetino, coorient. III. Título

CDD 632.7

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade, força e entusiasmo em completar mais esta etapa e ter-me sustentado até aqui.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), e ao Programa de Pós-graduação em Entomologia (PPGE).

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa e auxílio financeiro para realização deste trabalho.

Aos meus pais Márcia e Manoel e minha irmã Emanuely, por todo apoio e parceria durante esse período.

As minhas amadas primas Juliane, Taylane, Tatiane por todo o suporte, mesmo que distante, amizade, apoio incondicional durante esse período atípico.

Ao meu orientador Jorge Braz Torres pela oportunidade, acolhimento, conselhos, conversas e condução do experimento principalmente em campo.

A minha coorientadora, Cristina Schetino Bastos, por todos os ensinamentos e oportunidades desde a iniciação científica.

Ao Senhor Hermógeno pela disponibilidade da área de estudo.

Aos amigos que fiz no Laboratório de Controle biológico, Anderson, Alessandra, Deividy, Ellen, Renilson, Roberta e Rogério pela amizade, suporte, cuidado, conselhos e momentos de alegria.

Aos meus grandes amigos da Entomologia, Deividy, Rogério, Glenda e Carla Helena, por terem sido minha rocha, minha família e pelo cuidado a mim dispensado durante todo esse período de convívio em Recife.

SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS	viii
CAPÍTULOS	
1 INTRODUÇÃO	1
RELEVÂNCIA DO ESTUDO.....	10
LITERATURA CITADA.....	13
2 TRATAMENTO DE SEMENTES DE ALGODÃO: PROTEÇÃO CONTRA PRAGAS INICIAIS E INTERAÇÃO COM INSETOS PREDADORES.....	21
RESUMO	22
ABSTRACT	23
INTRODUÇÃO	24
MATERIAL E MÉTODOS	28
RESULTADOS	35
DISCUSSÃO.....	42
AGRADECIMENTOS.....	49
LITERATURA CITADA.....	49
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
APÊNDICES	64

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

O Brasil tem participação significativa na produção mundial de algodão (*Gossypium hirsutum* L., Malvaceae). A produção em 2019/2020 foi de 4,3 milhões de toneladas de algodão em caroço, o que corresponde a quarta maior produção mundial, ficando atrás somente da China, Índia e Estados Unidos da América (FAO 2021)

O algodão é uma das principais culturas produzidas no Brasil, com a área plantada na safra 2020/2021 de 1,37 milhões de hectares, obtendo produtividade média de 4.224 Kg/ha e uma produção de 5,79 milhões de toneladas de algodão em caroço. Para a safra 2021/2022 há uma estimativa da área plantada em 1,54 milhões de hectares, com expectativa de produtividade média de 4.312 Kg/ha, com a produção total podendo chegar a 6,65 milhões de toneladas e a produção em pluma estimada em aproximadamente 2,70 milhões de toneladas (CONAB 2022).

A região do cerrado que compreende os estados Mato Grosso, Goiás, Mato Grosso do Sul, parte do estado da Bahia e Piauí apresenta as maiores produtividades nacionais, principalmente pelo uso intensivo de alta tecnologia, topografia e em virtude do clima que possui estações seca e chuvosa bem definidas, o que favorece o desenvolvimento da cultura e seu melhor aproveitamento. De acordo com os dados de produção do nordeste do Brasil, a maior fração do que é produzido na região se encontra nas áreas de cerrado, no caso o estado da Bahia na safra de 2020/2021, com cerca de 86,8% do total produzido pela região, seguido do estado do Maranhão (8,3%) e Piauí (3,1%). (CONAB 2022)

Apesar do Brasil apresentar as maiores produtividade de algodão, sem irrigação, há ainda possibilidade de aumento se não fosse o intenso ataque de pragas. O algodoeiro hospeda inúmeras

espécies de artrópodes que ocasionam danos diretos ou indiretos ao longo de todas as fases de desenvolvimento da planta (Bélot *et al.* 2016). Há registro de mais de 250 espécies de insetos e ácaros no agroecossistema do algodão no Brasil (Sujii *et al.* 2006, Rodrigues & Silvie 2016), contudo 58 espécies se destacam por atingir *status* de praga, exigindo medidas de controle (Silvie *et al.* 2013). As pragas com hábito alimentar sugador como a mosca-branca [*Bemisia tabaci* (Gen.)], o pulgão-do-algodoeiro [*Aphis gossypii* (Glover)], as cigarrinhas (*Empoasca* sp. e *Agallia* sp.) e picador-sugador como os tripses [*Thrips tabaci* (Lind.), *Caliothrips* sp. e *Frankliniella* sp.] ocorrem no período inicial do cultivo. No entanto, todas essas também podem ser encontradas durante todo o ciclo da cultura (Silvie *et al.* 2013, Barros *et al.* 2018)

A mosca-branca e o pulgão-do-algodoeiro causam redução do crescimento, amarelecimento e senescência precoce das folhas ao se alimentarem do algodoeiro sugando a seiva (Leigh *et al.* 1996). Além disso, o produto da excreção (*honeydew*) desses insetos é acumulado sobre as plantas produzindo a “mela”, favorecendo o desenvolvimento da “fumagina” ocasionada pelo fungo *Capnodium* sp. e reduzindo a fotossíntese. A produção de mela possui o agravante de manchar as fibras quando atinge os capulhos, após altas infestações em final de cultivos, resultando na fibra denominada de “algodão-doce”, que pode ocasionar sua recusa pela usina de beneficiamento (Hendrix *et al.* 2001, Frisvold *et al.* 2007). Esses insetos podem ainda transmitir viroses (ex. virose atípica, mosaico das nervuras, vermelhão) (Galbieri *et al.* 2017) e causam o encarquilhamento das folhas em altas infestações, no caso do pulgão.

Os tripses não são insetos sugadores verdadeiramente, pois se alimentam perfurando a superfície vegetal e se alimentando da seiva e do conteúdo celular extravasado (Cook *et al.* 2011, Chisholm & Lewis 1984). Os tripses podem ocorrer durante todo o ciclo da cultura, embora as injúrias sejam observadas, predominantemente, durante a fase inicial de desenvolvimento, quando as plantas são mais suscetíveis. Após a alimentação do tripses, o limbo foliar das primeiras folhas

definitivas apresenta algumas manchas prateadas discretas, que podem evoluir para necrose ao longo das nervuras. O limbo foliar pode dobrar para cima e as folhas atacadas ficam com aspecto coriáceo e quebradiço. Infestação de trips na fase inicial de desenvolvimento das plantas pode retardar o crescimento ou quebrar a dominância apical, resultando em superbrotamento ou causando a formação de forquilha (dois galhos crescendo lado a lado), o que leva à redução da produtividade e prejudica a colheita (Barros *et al.* 2018).

As pragas do algodoeiro são consideradas de ocorrência generalizada, sendo preocupação para o produtor independente da região de cultivo. Contudo, a depender das condições climáticas há variações na comunidade de pragas, em especial das pragas sugadoras como a mosca-branca, o pulgão, as cochonilhas, dentre outras, que são favorecidas por “veranicos” associados às altas temperaturas (Aslam *et al.* 2013, Oliveira *et al.* 2014, Bestete *et al.* 2016). Além dos fatores climáticos, adubações nitrogenadas e uso indiscriminado de inseticidas não seletivos favorecem as infestações de pragas, visto que são usualmente controladas por várias espécies de predadores e parasitoides, em especial, o pulgão.

De maneira predominante, o grupo de sugadores que inclui a mosca-branca, o pulgão e os trips tem se tornado problema frequente especialmente na fase inicial de crescimento do algodoeiro e usados como justificativa para o tratamento das sementes de algodão com inseticidas. Por outro lado, por se tratar de uma cultura com longo período de desenvolvimento, os danos nas folhas das plantas oriundas dessas pragas infestando as lavouras na fase inicial de desenvolvimento podem ser recuperadas, desde que manejadas de tal forma a manter as populações abaixo do nível de dano econômico (Barros *et al.* 2018).

O monitoramento constante da área e a adoção de medidas de manejo pré-plantio e de início de desenvolvimento são fundamentais para um bom estabelecimento da cultura. Assim, durante a fase inicial de estabelecimento da cultura, a partir do histórico de infestação da área, é preconizado

o tratamento de sementes visando restringir o crescimento populacional dessas pragas sugadoras (Stewart *et al.* 2013, Barros *et al.* 2018). O tratamento de sementes (*seed treatment*, *seed coating*, ou *seed dressing*) consiste na utilização de sementes impregnadas de produtos químicos ou biológicos antes do plantio, visando oferecer proteção ou minimizar os ataques de pragas às sementes e plantas jovens (Crop Life Foundation 2013). Diversos materiais e métodos de condução de tratamento de sementes têm sido usados visando melhorar a defesa da planta a fatores abióticos e bióticos favorecendo, assim, a formação inicial da lavoura.

O tratamento das sementes com inseticidas sistêmicos constitui-se em uma tática preventiva do controle químico direcionada principalmente ao controle das pragas subterrâneas que ocorrem durante a germinação, bem como às pragas de parte aérea, em especial àquelas que infestam as plantas na fase de plântula e estabelecimento das culturas. Desta forma, esse controle é principalmente preconizado como uma das táticas do MIP que evita a exposição direta de organismos não alvo a toxicidade dos produtos empregados no controle de organismos-praga (Hull & Beers 1985). Ao se alimentarem de plantas oriundas de sementes tratadas, os insetos pragas entram em contato com uma concentração do ingrediente ativo do inseticida nos tecidos e seiva da planta, que é eficaz para o seu controle. Por sua vez, ao translocarem dentro dos tecidos das plantas tratadas, esses produtos não causariam exposição direta dos inimigos naturais forrageando no dossel das plantas, o que é considerado uma forma de se obter a seletividade ecológica (Hull & Beers 1985, Torres & Bueno 2018).

Os ingredientes ativos voltados atualmente ao controle de pragas iniciais do algodoeiro e utilizados na modalidade de tratamento de sementes são neonicotinoides (tiametoxam, clotianidina, acetamiprido, imidacloprido), fenil pirazol (fipronil) e metilcarbamatos (tiodicarbe) (AGROFIT 2022). Estes inseticidas apresentam atividade sistêmica e possuem formulações para uso em tratamento de sementes de algodão como também para pulverizações foliares, sendo que o uso desta

última técnica produz resíduo na superfície das plantas e, portanto, podem não ser seletivo aos inimigos naturais (Torres *et al.* 2003a, Torres & Ruberson 2004, Czepak *et al.* 2004, Diamantino *et al.* 2014, Crosariol Neto *et al.* 2014, Barros *et al.* 2018, Machado *et al.* 2019).

Desde a década de 1950 diversos inseticidas foram registrados para utilização no tratamento de sementes de algodão, cujo alvo eram as pragas iniciais (Crop Life Foundation 2013). Recentemente outros inseticidas têm sido registrados e formulados para o tratamento de sementes. Entre eles os do grupo das diamidas, o clorantraniliprole e o ciantraniliprole, voltados ao controle principalmente de fases jovens de Lepidoptera e Coleoptera atacando a parte aérea via tratamento de sementes (Reisig & Goldsworthy 2018, Triboni *et al.* 2019, Zhang *et al.* 2019).

O ciantraniliprole é considerado a segunda diamida sintetizada e, que apesar de similaridades com o clorantraniliprole, possui maior espectro de ação no controle de pragas abrangendo insetos sugadores, como pulgões e mosca-branca (Foster *et al.* 2012, Gravalos *et al.* 2015, Barry *et al.* 2015, Wang *et al.* 2019, Pes *et al.* 2020). O ciantraniliprole é registrado para uso em pulverização no algodoeiro contra as infestações de mosca-branca e do pulgão-do-algodoeiro, dentre outras pragas (AGROFIT 2022). O aumento do espectro de atividade inseticida do ciantraniliprole se deve à maior solubilidade em água proporcionada pela adição do grupo ciano, tornando-se passível a aplicação sistêmica e ativa contra espécies sugadoras (Selby *et al.* 2017, Barry *et al.* 2015, Selby *et al.* 2013).

As diamidas, como um grupo recente de inseticidas, têm-se mostrado seletivas às pragas alvos e, comparativamente aos inseticidas tradicionalmente usados para tratamentos de sementes como os neonicotinoides e metilcarbamatos, possuem menor impacto sobre os inimigos naturais (Barros *et al.* 2018, Machado *et al.* 2019, Wang *et al.* 2019). Esta característica do grupo diamida é importante considerando que a cultura do algodão é uma das culturas que mais emprega inseticidas por área cultivada no Brasil (Oliveira *et al.* 2014, Pignati *et al.* 2017).

A ampla recomendação para o uso de inseticidas no MIP do algodoeiro pode ser explicada pela diversidade de insetos e ácaros que atacam simultaneamente e/ou devido a magnitude dos danos ocasionados, em ambos os casos ocasionando perdas econômicas significativas. Adicionalmente, a ocorrência de pragas é agravada pelo longo tempo de exposição da planta, tendo em vista que o ciclo de desenvolvimento do algodoeiro, da germinação à colheita, requer de 110 a 180 dias para ser completado (Antonini *et al.* 2011, Fuzatto 1999). Entre as safras 2013/2014 e 2018/2019, uma média de 22,6 (entre 18,7 e 26) pulverizações foram realizadas para o controle de pragas do algodoeiro no Oeste da Bahia (ABAPA 2019), região de cerrado com tradição no cultivo de algodão. Apenas para o manejo do bicudo-do-algodoeiro, foi estimado uma média de 19,6 aplicações inseticidas, em levantamento de controle químico desta praga realizado em 494.100 ha de algodão cultivados no cerrado de MT, GO, BA, PI e SP (Torres 2021). Desta maneira, os ingredientes ativos de amplo espectro tradicionalmente recomendados para o tratamento de sementes de algodão, visando o controle de pragas sugadoras iniciais do algodoeiro, principalmente neonicotinoides (4 de 6 produtos comerciais: 4 neonicotinoides, 1 fenilpirazol, 1 metilcarbamato), passam a ter a diamida (ciantraniliprole), como mais uma opção com produto mais compatível com os princípios do MIP para pragas iniciais sugadoras.

Inimigos naturais com hábito alimentar onívoro – zoofitófagos (Torres *et al.* 2010, Seagraves & Lundgren 2012, Gontijo *et al.* 2015, 2018) ou que exploram subprodutos das plantas como néctar e pólen (Wäckers *et al.* 2005, Torres & Boyd Jr 2009) além de se alimentarem de presas, quando são expostos a esses subprodutos contaminados com inseticidas sistêmicos, podem ser impactados negativamente (Stapel *et al.* 2000, Paine *et al.* 2011, Moscardini *et al.* 2014). Contudo, o uso de sementes tratadas com inseticidas mais recentes e seletivos para o controle de lagartas, como o clorraniliprole, tem se mostrado seguro para o terceiro nível trófico como predadores zoofitófagos (Gontijo *et al.* 2015). Este fato é de suma importância, considerando que predadores

que apresentam zoofitofagia são principalmente espécies de hemípteros, neurópteros e sirfídeos, que atuam como predadores de pragas sugadoras como pulgões, tripses e moscas-branca (Bastos & Torres 2006).

O ciantraniliprole surge como uma diamida que representa uma opção viável e compatível com a presença dos predadores de parte aérea, independente se esses possuem o hábito zoofitófago. O ciantraniliprole, além de ter formulação registrada para tratamento de sementes e controle de lagartas e outros insetos mastigadores (Fortenza® 600 FS), também possui formulação registrada para pulverização contra pulgões e mosca-branca (Benevia®). Da mesma forma, o neonicotinoide tiametoxam, possui formulação tanto para uso em pulverização foliar (Actara® 250 WG), quanto para o tratamento de sementes (Cruiser® 350 FS), tornando possível um comparativo entre tratamento de sementes e pulverização.

De acordo com Severino *et al.* (2019), existe uma crescente aceitação pelo setor produtivo brasileiro em relação ao uso de agentes de controle biológico nas lavouras de algodão. Mais importante ainda, é conservar a diversidade de inimigos naturais já presente no agroecossistema, visto a importância que o controle biológico natural representa para o MIP do algodoeiro (van den Bosch *et al.* 1982, Machado *et al.* 2019). Inimigos naturais na cultura do algodão são diversos, mas alguns grupos se destacam como aqueles predadores de hábito alimentar sugador tais como ninfas e adultos de percevejos, larvas de bicho-lixo, aranhas; e aqueles de hábito alimentar mastigador como larvas e adultos de joaninhas, larvas de sirfídeos, formigas, tesourinha, dentre outros, além de uma grande diversidade de parasitoides que proporcionam grande impacto no controle de pragas (Miranda 2010, Bastos & Torres 2006, Torres & Bueno 2018, Machado *et al.* 2019). Sendo assim, tornar o agroecossistema favorável ou de menor impacto para esses inimigos naturais, depende principalmente da seletividade, seja ecológica ou fisiológica, visto a grande dependência de inseticidas para o manejo de pragas do algodoeiro. Além disso, o tratamento de sementes como

veiculação de químicos para o controle de pragas iniciais do algodoeiro, possui vantagens adicionais para o MIP, ao reduzir a necessidade de pulverizações, diminuindo os gastos com o controle de pragas e a exposição de insetos benéficos, minimizando o impacto negativo ao ecossistema.

Na fase inicial da cultura do algodão, os inimigos naturais que colonizam o agroecossistema irão depender dos herbívoros prevalentes nas áreas para se estabelecerem, os quais podem ser alvos ou não dos inseticidas usados para o tratamento de sementes. Desta forma, a colonização inicial do agroecossistema pelos inimigos naturais dependerá do uso de um tratamento de sementes que seja menos impactante e afete menos o terceiro nível trófico. Esta compatibilidade gerará benefícios para o MIP, com a ação dos inimigos naturais sobre as demais pragas no agroecossistema ao longo do desenvolvimento da cultura.

O debate acerca dos benefícios do tratamento de sementes para o MIP tem aumentado após a descoberta de inseticidas mais seletivos. O tratamento de sementes no MIP foi pautado como uma prática que visa obter seletividade ecológica para inseticidas não seletivos; porém, o impacto sobre os inimigos naturais vem sendo questionado nas áreas tratadas com inseticidas sistêmicos que apresentam redução na diversidade de inimigos naturais e, conseqüentemente, maiores infestações de determinadas espécies de pragas não alvo do tratamento de sementes (Ridgway *et al.* 1967, Rummel & Reeves 1971, Timmons *et al.* 1973, Hagerty *et al.* 2005, Seagreaves & Lundgren 2012, Suhail *et al.* 2012, Douglas & Tooker 2015, 2016).

Em estudos mais recentes, questiona-se inclusive a seletividade ecológica proporcionada pela utilização desses inseticidas via tratamento de sementes, uma vez que já foi constatado a ocorrência de efeitos subletais ou comportamentais, apesar da ausência da toxicidade aguda para o inimigo natural (Stapel *et al.* 2000, Paine *et al.* 2011, Moscardini *et al.* 2014, Oliveira *et al.* 2019). Além disso, o resíduo do inseticida na planta, no subproduto da planta e na presa contaminada, pode acarretar efeitos não letais voltados à ação do inimigo natural que interferem na sua capacidade de

identificar, atacar, consumir e digerir as presas. Uma diversidade de espécies de joaninhas, percevejos e ácaros predadores, bem como parasitoides utilizam de subprodutos das plantas (pólen, seiva e néctar) como complemento da dieta, podendo assim ser contaminados com inseticidas presente nestes itens (Torres *et al.* 2003a, Jervis & Kidd 1996, Pisa *et al.* 2015). Uma consequência será a ausência do controle biológico fornecido por essas espécies (Torres & Ruberson 2004, Torres *et al.* 2010, Camargo *et al.* 2017).

A viabilidade econômica do manejo via tratamento de sementes tem sido alvo de questionamentos já que a recomendação é uma medida preventiva de manejo (Furlan *et al.* 2021). Em alguns casos essa medida não é justificável, visto que a população da praga pode não atingir o nível de controle e, portanto, o tratamento de sementes não seria justificado, ocasionando perda econômica pelo custo da utilização em locais onde não há histórico de infestação. Além disso, dependendo da cultura, pode haver recuperação da planta aos danos sem ocasionar perdas na produtividade (Bredeson & Lundgren 2015, Mourtzinis *et al.* 2019). Portanto, avaliações na comunidade de inimigos naturais em campo de cultivo com sistema de uso contínuo desses tratamentos inseticidas são importantes a fim de se obter dados técnicos que possam indicar o real efeito do uso da tática química em campo (Oliveira *et al.* 2019). Diante do exposto, pesquisas sobre a verdadeira seletividade do tratamento de sementes para inimigos naturais e sua eficiência contra pragas iniciais devem ser realizadas, a fim de elucidar os questionamentos e direcionar um possível manejo para mitigar esses efeitos.

Relevância do Estudo

Dentre os fatores limitantes para a obtenção de altas produtividades de diversas culturas no Brasil estão as infestações iniciais de insetos tais como pulgões, moscas-branca e tripes, que retardam o desenvolvimento inicial das plantas. Os pulgões são representados por várias espécies e, entre as 14 espécies mais importantes no mundo (Blackman & Harrington 2007), podemos citar

sete espécies que ocorrem no Brasil, com destaque para *Aphis gossypii* (Glover). De similar importância, a mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Genn.) é comum no Brasil, com vários biótipos (CABI 2020). Os tripses possuem várias espécies com destaque para o algodoeiro [*Thrips tabaci* (Lind.), *Caliothrips* sp. e *Frankliniella* sp.] que de forma similar ao pulgão-do-algodoeiro e a mosca-branca também podem ser encontradas durante todo o ciclo da cultura (Barros *et al.* 2018).

O pulgão, *A. gossypii*, e a mosca-branca, *B. tabaci*, são espécies polífagas e cosmopolitas sendo pragas de algodão e de várias outras espécies cultivadas, incluindo mais de 200 espécies de plantas hospedeiras (<https://www.cabi.org/cpc>). Atuam como vetores de vários vírus de plantas cultivadas e com ampla distribuição no Brasil e no mundo. São insetos que se alimentam sugando a seiva elaborada em partes tenras da planta tais como folhas novas, ponteiros, botões florais e flores. Em condições subtropical e tropical predominantes no Brasil, o *A. gossypii* se reproduz por partenogênese vivípara, onde fêmeas produzem novas ninfas fêmeas, chegando a produzir até quatro ninfas por dia, e que podem atingir a fase adulta entre 5-6 dias a 25°C (Pessoa *et al.* 2004). Embora, seja incomum a reprodução por partenogênese, a mosca-branca, também, apresenta rápido crescimento populacional devido à alta fecundidade e ao rápido desenvolvimento produzindo grandes populações e perdas de produtividade em plantas infestadas (Horowitz 1986). Assim, o pulgão e a mosca-branca são pragas de várias culturas de importância para Pernambuco e para todo o Brasil.

Os tripses, em infestações iniciais, podem ocasionar morte de meristema apical das plântulas com subsequente superbrotamento, retorcimento de folhas para cima tornando-as coriáceas e partidas, retardando assim o crescimento da planta (Stewart *et al.* 2013). Portanto, também são alvos do tratamento de sementes. Regularmente, tem sido observado que em condições favoráveis de clima, suscetibilidade hospedeira e manejo inadequado, essas espécies geram grandes densidades rapidamente, ocasionando perdas significativas no desenvolvimento da planta. Em altas densidades

e sob alimentação contínua na planta, ocorre a produção da mela (excesso de seiva excretado pelo pulgão e mosca-branca) e, conseqüentemente, o desenvolvimento da fumagina provocada pelo fungo *Capnodium* sp., que usa a mela como substrato (Hendrix *et al.* 2001, Frisvold *et al.* 2007). Assim, o pulgão e a mosca-branca no algodoeiro ocasionam injúrias diretas pela sucção de seiva e injeção de toxinas associadas a alimentação e injúrias indiretas, devido à incidência de fumagina e transmissão de fitovirose (Galbieri *et al.* 2017).

Em algodoeiro, *A. gossypii*, *B. tabaci* e as espécies de tripses são consideradas pragas da cultura durante o estabelecimento (de plântula a ≈ 40 dias) (Araujo *et al.* 2011, Barros *et al.* 2018). Contudo, como a planta de algodão continua produzindo novas brotações até ao final da safra, essas pragas também têm ocasionado sérios problemas na fase de abertura de capulho (fase final da cultura), devido à excreção sobre a pluma deixando-a pegajosa (dano conhecido no campo como algodão doce), e a incidência de fumagina sobre a pluma, que reduz a sua qualidade (Torres *et al.* 2003b, Araujo *et al.* 2011, Barros *et al.* 2018), o que pode até mesmo impedir a sua industrialização (Hendrix *et al.* 2001, Frisvold *et al.* 2007).

A supressão das populações dessas pragas em algodoeiro é almejada mediante o tratamento de sementes, bem como com posteriores pulverizações da parte aérea e através da conservação de inimigos naturais. Como são pragas iniciais e demandam a adoção de medidas de controle curativas, que se dão através do emprego de inseticidas via tratamento de sementes ou pulverizações foliares, essas medidas podem afetar a dinâmica do agroecossistema, em especial, dos inimigos naturais de outras pragas-chaves e secundárias. As joaninhas predadoras, bichos-lixeiros, percevejos predadores, parasitoides e fungos entomopatogênicos são importantes agentes de controle biológico de pulgões, mosca-branca e tripses (Bastos & Torres 2006). Nesse aspecto, joaninhas são consideradas agentes-chaves de mortalidade natural de pulgões e percevejos predadores, como *Orius* spp., de mosca-branca e tripses (Obrycki & Kring 1998, Naranjo 2001, Oliveira *et al.* 2003, Völkl *et al.* 2007, Ali

et al. 2016). A conservação desses inimigos naturais na fase de estabelecimento na lavoura é ponto chave para o sucesso da supressão populacional dessas pragas e de outras durante toda a fenologia do algodoeiro.

Mudanças no sistema produtivo do algodoeiro tem favorecido cada vez mais as infestações com o pulgão-do-algodoeiro, mosca-branca, tripses e cochonilhas. Essas mudanças incluem: o plantio de segunda safra após a soja e o milho; o cultivo durante o verão com incidência de altas temperaturas, sob intensa produção de estruturas vegetativas e de ramos reprodutivos que apresentam inúmeras e contínuas possibilidades de habitat para infestações de pulgões, mosca-branca e tripses; aumento das adubações nitrogenadas, que favorecem o desenvolvimento e reprodução desse grupo de pragas e a ocorrência de estiagens (i.é, veranicos) durante o cultivo devido às variações climáticas. O aumento na expressividade das infestações com pulgões e mosca-branca vem ocorrendo não somente no algodoeiro, mas em várias culturas de importância agrônômica. Assim, para culturas multiplicadas por sementes como é o caso do algodoeiro, o tratamento de sementes tem sido uma tática preventiva de controle recomendada contra essas pragas iniciais. Como o ingrediente ativo tóxico circula nos tecidos das plantas, não se espera exposição direta do inimigo natural que esteja forrageando no dossel das plantas. Assim, o tratamento de semente tem sido considerado uma forma de obter compatibilidade entre o uso de inseticidas e a ocorrência de inimigos naturais, denominada de seletividade ecológica como proposto por Hull & Beers (1985) e por muitos autores subsequentemente. Contudo, os resultados reportados até o momento têm sido questionados em relação a viabilidade econômica e impacto para inimigos naturais.

Diante do exposto, a proposta desse trabalho será demonstrar a eficácia do tratamento de sementes com ciantraniliprole, uma molécula considerada seletiva, em comparação ao inseticida não seletivo tiametoxam, na proteção de plantas de algodão contra pragas sugadoras iniciais. Em

virtude das diferenças toxicológicas entre as moléculas, serão testadas as hipóteses de que: o ciantraniliprole protege a planta de algodão da infestação das pragas iniciais, com menor impacto sobre a ocorrência de inimigos naturais em comparação ao tiametoxam (i); o tratamento de sementes oferece seletividade ecológica comparado à pulverização foliar (ii), mesmo quando se adota um inseticida não seletivo; a seletividade ecológica é diferenciada entre o ciantraniliprole e o tiametoxam a depender do hábito alimentar do predador (iii). Portanto, os objetivos foram conduzir experimentos em campo, sob diferentes condições de cultivo, para avaliar o impacto de diferentes moléculas utilizada no controle químico e em diferentes modalidades de uso (tratamento de sementes e pulverização foliar) sobre a proteção das plantas de algodão e sobre a sobrevivência de predadores chave das pragas iniciais, bem como quantificar a quantidade de inseticida presente no tecido foliar das plantas tratadas de tal forma a explicar os resultados obtidos em relação à toxicidade às pragas e aos inimigos naturais avaliados.

Literatura Citada

- ABAPA (Associação Baiana dos Produtores de Algodão). 2019.** Relatório geral: algodão - safra 2017/18. (http://www.iba-br.com/uploads/biblioteca/146_pt_br.pdf). Acessado em 27.04.2020
- AGROFIT (Sistema de agrotóxicos fitossanitários). 2022.** (http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acessado em 20.01.2022
- Ali, A., N. Desneux, Y. Lu, B. Liu & K. Wu. 2016.** Characterization of the natural enemy community attacking cotton aphid in the Bt cotton ecosystem in Northern China. *Sci. Rep.* 6, e24273.
- Antonini, J.C.A., E.M. Silva, N.P. Griebelle & E.E Sano. 2011.** Spatio temporal modelling of the duration of the cotton cycle in the state of Goiás, Brazil. *Eng. Agríc.* 31: 652–662.
- Araujo, T.A., C.S. Bastos & J.B. Torres. 2011.** Capacidade de adaptação. *Rev. Cultivar* 146: 23–25.
- Aslam, T.J., S.N. Johnson & A.J. Karley. 2013.** Plant-mediated effects of drought on aphid population structure and parasitoid attack. *J. Appl. Entomol.* 137: 136–145.

- Barros, E.M., G.G. Rolim & J.B. Torres. 2018.** Pragas iniciais do algodoeiro. Rev. Cultivar Grandes Culturas 234: 47–51.
- Barry, J.D., H.E. Portillo, I.B. Annan, R.A. Cameron, D.G. Clagg, R.F. Dietrich, L.J. Watson, R.M. Leighty, D.L. Ryan, J.A. McMillan, R.S. Swain & R.A. Kaczmarczyk. 2015.** Movement of cyantraniliprole in plants after foliar applications and its impact on the control of sucking and chewing insects. Pest Manag. Sci. 71: 395–403.
- Bastos, C.S. & J.B. Torres. 2006.** Controle biológico e o manejo integrado de pragas do algodoeiro. Campina Grande, Embrapa Algodão, 63p. (Circular Técnica 72)
- Bélot, J.L., E.M. Barros & J.E. Miranda. 2016.** Riscos e oportunidades: O bicudo-do-algodoeiro, p. 77-118. In AMPA (eds.), Desafios do cerrado. Cuiabá, Associação Mato-grossense dos Produtores de Algodão, 283p.
- Bestete, L.R., J.B. Torres, R.B.B. Silva & C.S.A. Silva-Torres. 2016.** Water stress and kaolin spray affect herbivorous insects' success on cotton. Arthrop. Pl. Int. 10: 445–453.
- Blackman, R.L. & V.L. Eastop. 2007.** Taxonomic issues, p. 1–30. In van Emden, H.F. & R. Harrington (eds.), Aphid as crop pests. Wallingford, CAB International, 717p.
- Bredeson, M.M. & J.G. Lundgren. 2015.** Thiamethoxam seed treatments have no impact on pest numbers or yield in cultivated sunflowers. J. Econ. Entomol. 108: 2665–2671.
- CABI. 2020.** Invasive Species Compendium: Bemisia tabaci (tobacco whitefly). (<https://www.cabi.org/isc/datasheet/8927>). Acessado em 27.04.2020
- Camargo, C., T.E. Hunt, L.J. Giesler & B.D. Siegfried. 2017.** Thiamethoxam toxicity and effects on consumption behavior in *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) on soybean. Environ. Entomol. 46: 693–699.
- Chisholm, I.F., & T. Lewis. 1984.** A new look at thrips (Thysanoptera) mouthparts, their action and effects of feeding on plant tissue. B. Entomol. Res. 74: 663–675.
- CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). 2022.** Acompanhamento de safra brasileira: grãos, safra 2021/2022, quarto levantamento, janeiro 2022. 98p. (<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>). Acessado em 20.01.2022
- Cook D., A. Herbert, D.S. Akin & J. Reed. 2011.** Biology, crop injury, and management of thrips (Thysanoptera: Thripidae) infesting cotton seedlings in the United States. J. Integr. Pest. Manag. 2(2):B1–B9.
- Crop Life Foundation. 2013.** The role of modern seed treatment in U.S. crop production: A review of benefits. 72p. (<http://www.croplifeamerica.org/sites/default/files/SeedTreatment.pdf>). Acessado em 27.04.2020.

- Crosariol Netto, J., P.E. Degrande & E.P. Melo. 2014.** Seletividade de inseticidas e acaricidas aos inimigos naturais na cultura do algodão. Cuiabá, Instituto Mato-grossense de Algodão-IMAmt 4p. (Circular Técnica 14)
- Czepak, C., P.M. Fernandes, K.C. Albernaz, O.D. Rodrigues, L.M. Silva, E.A. Silva, F.S. Takatsuka & J.D. Borges. 2005.** Seletividade de inseticidas ao complexo de inimigos naturais na cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.). *Pesqu. Agropec. Trop.* 35: 123–127.
- Diamnatino, E.P., M.A. Castellani, L.C. Forti, A.A. Moreira, A.R. São José, J.A. Macedo, F.S. Oliveira & B.S. Silva. 2014.** Seletividade de inseticidas a alguns dos inimigos naturais na cultura do algodão. *Arq. Inst. Biol.* 81: 150–158.
- Douglas, M.R. & J.F. Tooker. 2015.** Large-scale deployment of seed treatments has driven rapid increase in use of neonicotinoid insecticides and preemptive pest management in U.S. field crops. *Environ. Sci. Technol.* 49: 5088–5097.
- Douglas, M.R. & J.F. Tooker. 2016.** Meta-analysis reveals that seed-applied neonicotinoids and pyrethroids have similar negative effects on abundance of arthropod natural enemies. *PeerJ* 4: e2776.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2021.** Faostat. (<http://www.faostat.fao.org>). Acessado em 20.11.2021
- Foster, S.P., I. Denholm, J.L. Rison, H.E. Portillo, J. Margaritopoulos & R. Slater. 2012.** Susceptibility of standard clones and European field populations of the green peach aphid, *Myzus persicae*, and the cotton aphid, *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae), to the novel anthranilic diamide insecticide cyantraniliprole. *Pest Manag. Sci.* 68: 629–633.
- Frisvold, G.B., R.E. Tronstad, R.L. Nichols, M.D. Watson & E.F. Hequet. 2007.** Scope and economic effects of sticky cotton, p.5-30. In E. Hequet, T.J. Henneberry & R.L. Nichols, eds. 2007. Sticky cotton: causes, effects, and prevention. USDA-ARS. Technical Bulletin 1915, National Technical Information Service, Springfield, 210p.
- Furlan, L., A. Pozzebon, C. Duso, N. Simon-Delson, F. Sanchez-Bayo, P.A. Marchand, F. Codato, M.B. van Lexmond & J.-M. Bonmatin. 2021.** An update of the Worldwide Integrated Assessment (WIA) on systemic insecticides. Part 3: alternatives to systemic insecticides. *Environ. Sci. Poll. Res.* 28: 11798–11820.
- Fuzatto, M.G. 1999.** Melhoramento genético do algodoeiro, p. 15–34. In E. Cia, E.C. Freire & W.J. Santos (eds.), *Cultura do algodoeiro*. Piracicaba, Potáfos, 286p.
- Galbieri R., A.S. Boldt, L.B. Scoz, S.M. Rodrigues, D.O. Rabel, J.L. Belot, M. Vaslin, T.F. Silva, L. Kobayasti & L.G.Chitarra. 2017.** Cotton blue disease in central-west Brazil: Occurrence, vector (*Aphis gossypii*) control levels and cultivar reaction. *Trop. Pl. Pathol.* 42: 468–474.

- Gontijo, P.C., D.O. Abbade Neto, R.L. Oliveira, J.P. Michaud & G.A. Carvalho. 2018.** Non-target impacts of soybean insecticidal seed treatments on the life history and behavior of *Podisus nigrispinus*, a predator of fall armyworm. *Chemosphere* 191: 342–349.
- Gontijo, P.C., V.F. Moscardini, J.P. Michaud & G.A. Carvalho. 2015.** Non-target effects of two sunflower seed treatments on *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). *Pest Manag. Sci.* 71: 515–522.
- Gravalos, C., E. Fernández, A. Belando, I. Moreno, C. Ros & P. Bielza. 2015.** Cross-resistance and baseline susceptibility of Mediterranean strains of *Bemisia tabaci* to cyantraniliprole. *Pest Manag. Sci.* 71: 1030–1036.
- Hagerty, A.M., A.L. Kilpatrick, S.G. Turnipseed, M.J. Sullivan & W.C. Bridges. 2005.** Predaceous arthropods and lepidopteran pests on conventional, Bollgard, and Bollgard II cotton under untreated and disrupted conditions. *Environ. Entomol.* 34: 105–114.
- Hendrix, D.L., T.J. Henneberry, C.C. Chu & W.E. Coates. 2001.** Enzyme treatment of honeydew-contaminated cotton fiber. *Appl. Engineer. Agric.* 17: 571–576.
- Horowitz, A.R. 1986.** Population dynamics of *Bemisia tabaci* (Gennadius): with special emphasis on cotton fields. *Agric. Ecos. Environ.* 17: 37–47.
- Hull, L.A. & E.H. Beers. 1985.** Ecological selectivity: Modifying chemical control practices to preserve natural enemies, p. 103–122. In Hoy, M.A. & D.C. Herzog (eds.), *Biological control in agricultural IPM systems*. New York, Academic Press Inc, 589p.
- Jervis, M.A. & N.A.C. Kidd. 1996.** Phytophagy, p. 375–394. In Jervis M.A. & N.A.C. Kidd (eds.), *Insect natural enemies: practical approach to their study and evolution*. London, Chapman & Hall, 475p.
- Leigh, T.F., S.H. Roach & T.F. Watson. 1996.** Biology and ecology of important insect and mites pests of cotton, p.17-85. In E.G. King, J.R. Phillips & R.J. Coleman. *Cotton Insects and mites: characterization and management*. Memphis, TN: Cotton Foundation, 1008p.
- Machado, A.V.A., D.M. Potin, J.B. Torres & C.S.A. Silva-Torres. 2019.** Selective insecticides secure natural enemies action in cotton pest management. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 184, e109669.
- Miranda, J. E. 2010.** Manejo integrado de pragas do algodoeiro no cerrado brasileiros. Campina Grande, Embrapa Algodão, 37p. (Circular Técnica 131)
- Moscardini, V.F., P.C. Gontijo, J.P. Michaud & G.A. Carvalho. 2014.** Sublethal effects of chlorantraniliprole and thiamethoxam seed treatments when *Lysiphlebus testaceipes* feed on sunflower extrafloral nectar. *BioControl* 59: 503–511.
- Mourtzinis, S., C.H. Krupke, P.D. Esker, A. Varenhorst, N.J. Arneson, C.A. Bradley, A.M. Byrne, M.I. Chilvers, L.J. Giesler, A. Herbert, Y.R. Kandel, M.J. Kazula, C.J. Hunt, L.E.**

- Lindsey, S. Malone, D.S. Muller, S. Naeve, E. Nafziger, D.D. Reisig, W.J. Ross, D.R. Rossman, S. Taylor & S.P. Conley. 2019.** Neonicotinoid seed treatments of soybean provide negligible benefits to US farmers. *Sci. Rep.* 9: e11207.
- Naranjo, S.A. 2001.** Conservation and evaluation of natural enemies in IPM systems for *Bemisia tabaci*. *Crop Prot.* 20: 835–852.
- Obrycki, J.J. & T.J. Kring. 1998.** Predaceous Coccinellidae in biological control. *Annu. Rev. Entomol.* 43: 295–321.
- Oliveira, C.M., A.M. Auad, S.M. Mendes & M.R. Frizzas. 2014.** Crop losses and the economic impact of insect pests on Brazilian agriculture. *Crop Prot.* 56: 50–54.
- Oliveira, M.D., P.R.R. Barbosa, C.S.A. Silva-Torres, R.R. Silva, E.M. Barros & J.B. Torres. 2014.** Reproductive performance of striped mealybug *Ferrisia virgata* Cockerell (Hemiptera: Pseudococcidae) on water-stressed cotton plants subjected to nitrogen fertilization. *Arthrop. Pl. Int.* 8: 461–468.
- Oliveira, M.R.V., E. Amancio, R.A. Laumann & L.O. Gomes. 2003.** Natural enemies of *Bemisia tabaci* (Gennadius) B biotype and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) in Brasília, Brazil. *Neotrop. Entomol.* 32: 151–154.
- Oliveira, R.L., P.C. Gontijo, R.R. Sâmia & G.A. Carvalho. 2019.** Long-term effects of chlorantraniliprole reduced risk insecticide applied as seed treatment on lady beetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). *Chemosphere* 219: 678–683.
- Paine, T.D., C.C. Hanlon & F.J. Byrne. 2011.** Potential risks of systemic imidacloprid to parasitoid natural enemies of a cerambycid attacking *Eucalyptus*. *Biol. Control* 56: 175–178.
- Pes, M.P., A.A. Melo, R.S. Stacke, R. Zanella, C.R. Perini, F.M.A. Silva & J.V.C. Guedes. 2020.** Translocation of chlorantraniliprole and cyantraniliprole applied to corn as seed treatment and foliar spraying to control *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Plos ONE* 15: e0229151.
- Pessoa, L.G.A., B. Souza, C.F. Carvalho & M.G. Silva. 2004.** Aspectos da biologia de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) em quatro cultivares de algodoeiro, em laboratório. *Ciênc. Agrotec.* 28: 1235–1239.
- Pignati, W.A., F.A.N.S. Lima, S.S. Lara, M.L.M. Correa, J.R. Barbosa, L.H.C. Leão & M.G. Pignati. 2017.** Spatial distribution of pesticide use in Brazil: a strategy for health surveillance. *Ciênc. Saúde Col.* 22: 3281–3293.
- Pisa, L.W., V. Amaral-Rogers, L.P. Belzunces, J.M. Bonmatin, C.A. Downs, D. Goulson, D.P. Kreutzweiser, C. Krupke, M. Liess, M. McField, C.A. Morrissey, D.A. Noome, J. Settele, N. Simon-Delso, J.D. Stark, J.P. Van der Sluijs, H. Van Dyck & M. Wiemers. 2015.** Effects of neonicotinoids and fipronil on non-target invertebrates. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 22: 68–102.

- Reisig, D. & E. Goldsworthy. 2018.** Efficacy of a new insecticidal seed treatment, cyantraniliprole for annual white grub, 2016. *Arthrop. Manag. Tests* 43: tsx137.
- Ridgway, R.L., P.D. Lingren, C.B. Cowan & J.W. Davis. 1967.** Populations of arthropod predators and *Heliothis* spp. after applications of systemic insecticides to cotton. *J. Econ. Entomol.* 60: 1012–1016.
- Rodrigues, S.M.M. & P.J. Silvie. 2016.** Índices faunísticos de artrópodes-praga e inimigos naturais nos sistemas de plantio convencional e adensado do algodoeiro. Campina Grande, Embrapa Algodão, 22p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 98)
- Rummel, D.R. & R.E. Reeves. 1971.** Response of bollworm and predaceous arthropod populations to aldicarb treatments in cotton. *J. Econ. Entomol.* 64: 907–911.
- Stewart, S.D., D.S. Akin, J. Reed, J. Bacheler, A. Catchot, D. Cook, J. Gore, J. Greene, A. Herbert, R.E. Jackson, D.L. Kerns, B.R. Leonard, G.M. Lorenz, S. Micinski, D. Reisig, P. Roberts, G. Studebaker, K. Tindall & Michael Toews. 2013.** Survey of thrips species infesting cotton across the Southern U.S. Cotton Belt. *J. Cotton Sci.* 17: 263–269.
- Seagraves, M.P. & J.G. Lundgren. 2012.** Effects of neonicotinoid seed treatments on soybean aphid and its natural enemies. *J. Pest Sci.* 85: 125–132.
- Selby, T.P., G.P. Lahm, T.M. Stevenson, K.A. Hughes, D. Cordova, I.B. Annan, J.D. Barry, E.A. Benner, M.J. Curry & E.F. Pahutski. 2013.** Discovery of cyantraniliprole, a potent and selective anthranilic diamide ryanodine receptor activator with cross-spectrum insecticidal activity. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 23: 6341–6345.
- Selby, T.P., G.P. Lahm, T.M. Stevenson. 2017.** A retrospective look at anthranilic diamide insecticides: discovery and lead optimization to chlorantraniliprole and cyantraniliprole. *Pest Manag Sci.* 73: 658–665.
- Severino, L.S., S.M.M. Rodrigues, L.G. Chitarra, J. Lima Filho, E. Contini, M. Mota, R. Marra & A. Araújo. 2019.** Série desafios do agronegócio brasileiro. Produto: Algodão - parte 01 caracterização e desafios Tecnológicos. Embrapa, 29 p.
- Silvie, P.J., D. Thomazoni, M.F. Soria, P.E. Saran & J.L. Bélot. 2013.** Pragas e seus danos em algodoeiro. Primavera do Leste, Instituto Mato-grossense do Algodão, 184p.
- Stapel, J.O., A.M. Cortesero & W.J. Lewis. 2000.** Disruptive sublethal effects of insecticides on biological control: altered foraging ability and life span of a parasitoid after feeding on extrafloral nectar of cotton treated with systemic insecticides. *Biol. Control* 17:243–249.
- Suhail, A., T. Shafait & M. Arshad. 2012.** Seed treatment effects on wheat aphids and their coccinellid predators: Impact of Seed treatment on wheat aphids and coccinellid. LAP Lambert Academic Publ, 120p.

- Sujji, E.R., G.L. Lövei, M. Sétamou, P. Silvie, M.G. Fernandes, G.S.J. Dubois, & R.P. Almeida. 2006.** Non-target and biodiversity impacts on non-target herbivorous pests, p. 133-154. In Hilbeck, A., D.A. Andow & E.M.G. Fontes (eds.), Environmental risk assessment of genetically modified organisms: methodologies for assessing Bt cotton in Brazil. CABI Publishing, Wallingford, 272p.
- Timmons, F.D., T.S. Brook & F.A. Harris. 1973.** Effects of aldicarb applied side-dress to cotton on some arthropods in the Monroe County, Mississippi, boll weevil diapause-control area in 1969. J. Econ. Entomol. 66: 151–153.
- Torres, J.B. & A.F. Bueno. 2018.** Conservation biological control using selective insecticides—a valuable tool for IPM. Biol. Control 126: 53–64.
- Torres, J.B. & D.W. Boyd Jr. 2009.** Zoophytophagy in predatory Hemiptera. Braz. Arch. Biol. Technol. 52: 1199–1208.
- Torres, J.B. & J.R. Ruberson. 2004.** Toxicity of thiamethoxam and imidacloprid to *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) nymphs associated to aphid and whitefly control in cotton. Neotrop. Entomol. 33: 99–106.
- Torres, J.B. 2021.** Boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) control: assessment of insecticide dependence and risk of control failure. Recife, PE, Universidade Federal Rural de Pernambuco (Tese de Titular), 103p.
- Torres, J.B., C.S.A. Silva-Torres & R. Barros. 2003a.** Relative effects of the insecticide thiamethoxam on the predator *Podisus nigrispinus* and the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* in nectaried and nectariless cotton. Pest Manag. Sci. 59: 315–323.
- Torres, J.B., C.S.A. Silva-Torres & J.V. Oliveira. 2003b.** Toxicity of pymetrozine and thiamethoxam to *Aphelinus gossypii* and *Delphastus pusillus*. Pesqu. Agropec. Bras. 38: 459–466.
- Torres, J.B., E.M. Barros, R.R. Coelho & R.M.M. Pimentel. 2010.** Zoophytophagous pentatomids feeding on plants and implications for biological control. Arthrop. Pl. Inter. 4: 219–227.
- Triboni, Y.B., L.D. Bem Junior, C.G. Raetano & M.M. Negrisoni. 2019.** Effect of seed treatment with insecticides on the control of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in soybean. Arq. Inst. Biol. 86: e0332018.
- van den Bosch, R., P.S. Messenger & A.P. Gutierrez. 1982.** An introduction to biological control. New York, Plenum Press, 247p.
- Völkl, W., M. Mackauer, J.K. Pell & J. Brodeur. 2007.** Predators, parasitoids and pathogens, p. 187–233. In van Emden, H.F. & R. Harrington (eds.), Aphids as crop pests. Wallingford, CAB International, 717p.

- Wäckers, F.L., P.C.J. Van Rijn & J. Bruin. 2005.** Plant-provided food for carnivorous insects: a protective mutualism and its applications. Cambridge, Cambridge University Press, 370p.
- Wang, Z., P. Dai, X. Yang, C.C. Ruan, A. Biondi, N. Desneux & L.S. Zang. 2019.** Selectivity of novel and traditional insecticides used for management of whiteflies on the parasitoid *Encarsia formosa*. Pest Manag. Sci. 75: 2716-2724.
- Zhang, Z., C.J. Xu, J. Ding, Y. Zhao, J. Lin, F. Liu & W. Mu. 2019.** Cyantraniliprole seed treatment efficiency against *Agrotis ipsilon* (Lepidoptera: Noctuidae) and residue concentrations in corn plants and soil. Pest Manag. Sci. 75: 1464–1472.

CAPÍTULO 2

TRATAMENTO DE SEMENTES DE ALGODÃO: PROTEÇÃO CONTRA PRAGAS INICIAIS E INTERAÇÃO COM INSETOS PREDADORES¹

KAROLAYNE L. CAMPOS²

²Departamento de Agronomia - Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Rua Dom Manoel de Medeiros, 52171-900, Recife, PE, Brasil.

¹Campos, K.L. Tratamento de sementes de algodão: proteção contra pragas sugadoras iniciais e interação com insetos predadores. Artigo a ser submetido.

RESUMO - O tratamento de sementes (TS) com inseticidas visa prevenir infestações de pragas iniciais no algodoeiro. Esta prática é considerada seletiva, em teoria, por disponibilizar o inseticida nos tecidos das plantas, o qual pode ser ingerido pelas pragas e não pelos inimigos naturais. Neste trabalho, o ciantraniliprole foi comparado ao tiametoxam, quanto ao controle de pragas iniciais do algodoeiro e a seletividade, em duas diferentes modalidades de uso: tratamento de sementes (TS) e pulverização foliar (PV). O resíduo dos inseticidas foi quantificado nas plantas aos 12, 22 e 32 dias após a emergência (DAE), para inferir sobre a sobrevivência dos predadores *Orius insidiosus* (Say) (zoofitófago) e *Eriopis connexa* (Germar) (mastigador), confinados sobre material vegetal de plantas tratadas com esses inseticidas. Ambos os inseticidas tiveram resíduos detectados nas plantas, mas reduzindo significativamente entre 12 e 22 DAE, não sendo mais detectados aos 32 DAE. Os inseticidas ofereceram supressão do pulgão com efeito mais prolongado do tiametoxam. Nenhum dos inseticidas testados foram eficazes contra alta infestação de tripes. A densidade de mosca-branca foi variável entre os experimentos, atingindo nível de controle em todos os tratamentos após o período de proteção esperado nas plantas submetidas ao TS. O ciantraniliprole usado em TS e PV foi compatível com ambos os predadores (>92% de sobrevivência). O tiametoxam não foi tóxico para *E. connexa*, mas altamente tóxico para *O. insidiosus* via resíduo da PV comparado ao TS (1,2% vs 27,6% de sobrevivência). Aos 22 DAE, *O. insidiosus* apresentou menor sobrevivência nas plantas tratadas com tiametoxam em PV em comparação ao TS (51,4% vs 89,3%). Independente dos inseticidas utilizados e modalidade de uso, não houve diferença estatística na produtividade, entre os tratamentos.

PALAVRAS-CHAVE: Inseticidas sistêmico, neonicotinoide, diamida, seletividade ecológica, zoofitofagia

COTTON SEED TREATMENT WITH INSECTICIDES: PROTECTION AGAINST EARLY INSECT PESTS AND INTERACTION WITH PREDATORY INSECTS

ABSTRACT – Seed treatment (ST) with insecticides is a preventive tactic against early insect infestation in the crop. In theory, this tactic is considered selective by making insecticide available in the plant tissue to be acquired by sucking insect pests and not by the natural enemies. Thus, we compared the systemic insecticides cyantraniliprole and thiamethoxam through foliage application (FA) or seed treatment (ST) in restraining cotton sucking insect infestations and interaction with predatory insects. The insecticide residues on the plants were quantified at 12, 22, and 32 days after emergence (DAE) to assess the survival of the predators *Orius insidiosus* (Say) (zoophytophagous) and *Eriopis connexa* (Germar) (chewing) when confined on fresh plant materials treated with either insecticides and FA or ST. Both insecticides had residues detected on plants but significantly reduced between 12 and 22 DAE and, they were not detected at 32 DAE. Both insecticides offered aphid suppression but with a more prolonged effect from thiamethoxam ST, and both were not effective against the high thrips infestation. Whitefly densities were variable between experiments, with an economic threshold observed in all treatments after the expected plant protection period with ST. Cyantraniliprole ST and FA were compatible with both predators (>92% survival). Thiamethoxam was not toxic to *E. connexa* but highly toxic to *O. insidiosus* being more harmful through FA than ST (1.2% vs. 27.6% survival). At 22 DAE, *O. insidiosus* still showed lower survival with thiamethoxam FA than ST (51.4% vs. 89.3%). Regardless of the insecticides used and mode of use, there was no statistical difference in raw cotton yield across treatments.

KEY WORDS: Systemic insecticides, neonicotinoid, diamide, ecological selectivity, zoophytophagy

Introdução

As infestações de insetos pragas iniciais das partes aéreas das lavouras como pulgões, moscas-brancas, tripses, e outros podem retardar o desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, a produtividade. Em algodoeiro, o pulgão, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae), a mosca-branca, *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) e diferentes espécies de tripses [*Thrips tabaci* (Lind.), *Caliothrips* sp. e *Frankliniella* spp.] são consideradas pragas da parte aérea durante o estabelecimento da cultura, que vai da fase de plântula até aproximadamente 40 dias (Silvie *et al.* 2013, Barros *et al.* 2018). O impacto dessas pragas sobre o desenvolvimento das plantas advém da alimentação em partes tenras em desenvolvimento como folhas novas e ponteiros, além de transmissão de fitoviroses para plantas suscetíveis. A infestação pode resultar em plantas com folhas e ponteiros encarquilhados, morte do meristema apical das plântulas, com subsequente brotamento e abortamento de botões florais e flores. Além disso, tanto o pulgão quanto a mosca-branca excretam o excesso de seiva sugada da planta produzindo a mela (*honeydew*) sobre as estruturas da planta, favorecendo o desenvolvimento de fumagina.

As populações dessas espécies de pragas aumentam rapidamente sob condições favoráveis de clima, suscetibilidade do algodoeiro e manejo inadequado, ocasionando perdas significativas ao desenvolvimento das plantas. Adicionalmente, como a planta de algodão continua a produzir novas brotações até a fase final de desenvolvimento, essas pragas podem ocasionar problemas também na fase de abertura de capulho, em função da incidência de mela e fumagina na pluma, reduzindo a sua qualidade (Torres *et al.* 2003b, Araujo *et al.* 2011, Barros *et al.* 2018), o que pode até impedir a sua industrialização (Hendrix *et al.* 2001, Frisvold *et al.* 2007). A recomendação mais usual para o manejo dessas pragas no algodoeiro tem sido o controle químico. Nesse sentido, existem 196, 127 e 56 formulações comerciais de inseticidas registrados para o uso em pulverizações ou tratamento de sementes contra o pulgão-do-algodoeiro, tripses e a mosca-branca, respectivamente (AGROFIT

2022), embora a maioria é de não seletivos e pertencente ao grupo químico dos neonicotinoides, organofosforados, carbamatos e fenilpirazol.

O tratamento de sementes contra essas pragas iniciais das lavouras vem sendo questionado em relação ao retorno econômico proporcionado bem como em virtude dos impactos relatados sobre artrópodes benéficos (Mullin *et al.* 2005, Seagreaves & Lundgren 2012, Suhail *et al.* 2012, Douglas & Tooker 2015, 2016, Dubey *et al.* 2020). No algodoeiro são encontradas diversas espécies de artrópodes predadores que auxiliam no controle de pragas (Machado *et al.* 2019, Bordini *et al.* 2021). Sobre as pragas iniciais do algodoeiro, podemos citar a ação de larvas e adultos de joaninhas predadoras, larvas de crisopídeos, larvas de sirfídeos, ninfas e adultos de percevejos predadores, dentre outros (Bastos & Torres 2006, Naranjo 2001, Oliveira *et al.* 2003, Ali *et al.* 2016). A conservação desses predadores naturais na fase de estabelecimento na lavoura é uma estratégia importante para a supressão populacional dessas e de outras pragas, durante toda a fenologia do cultivo. Assim, quando o controle preventivo se justifica, a utilização de inseticidas seletivos no tratamento de sementes pode resultar em benefícios para o manejo integrado de pragas (MIP) do algodoeiro (Surulivelu *et al.* 1998, Taylor *et al.* 2001, Nottingham *et al.* 2017)

O tratamento de sementes com inseticidas em culturas multiplicadas por sementes como o algodoeiro tem sido uma tática preventiva de controle recomendada contra pragas iniciais (Cook *et al.* 2011, Zang *et al.* 2011, Stewart *et al.* 2013, Zhang *et al.* 2016, Barros *et al.* 2018). O tratamento de sementes veicula o ingrediente ativo tóxico dentro dos tecidos da planta e, desta forma, não se espera exposição direta do inimigo natural a esses componentes. Portanto, o tratamento de sementes tem sido considerado uma forma de separar espacialmente inseticidas não seletivos de inimigos naturais, denominada de seletividade ecológica (Hull & Beers 1985), sendo por essa razão amplamente disseminado entre os técnicos e produtores. Além disso, o tratamento de sementes é recomendado em virtude da facilidade de utilização, baixa concentração do ingrediente ativo

aplicado, proteção prolongada quando comparado a uma pulverização foliar algo que, consequentemente, propicia melhor estabelecimento da cultura, protegendo as sementes e plântulas das infestações iniciais de pragas.

A viabilidade de uso de tratamento de sementes tem sido questionada apesar desses benefícios, principalmente devido ao componente econômico e ao impacto causado para inimigos naturais, tanto para os que habitam o solo (Mullin *et al.* 2005, Douglas & Tooker 2016, Dubey *et al.* 2020), como para os que forrageiam na parte aérea das plantas (Torres *et al.* 2010, Seagreaves & Lundgren 2012, Suhail *et al.* 2012, Douglas & Tooker 2015, 2016). Adicionalmente, por ser uma prática de controle preventiva, portanto sem o conhecimento prévio das densidades populacionais das espécies praga, diverge dos princípios do manejo integrado de pragas (Furlan *et al.* 2021). Um dos princípios do MIP é a aplicação de controle químico somente quando a densidade populacional da praga causa uma quantidade de injúria que resulta em perda de produção que justifica o controle, i.e., de forma complementar após a ação dos demais fatores naturais de controle de pragas (Stern *et al.* 1959). Destaca-se ainda que a quantidade de injúria ocasionada pode não resultar em perda de produção, sendo as plantas capazes de recuperar ou compensar determinado nível de injúria (Pedigo *et al.* 1986). Desta maneira, uma baixa ocorrência de pragas, usualmente abaixo do nível de controle, é desejada para manter as populações de inimigos naturais na lavoura (Hunt *et al.* 2009).

Portanto, ao contrário do que é preconizado pelo MIP, o tratamento de sementes pode ser aplicado sem necessidade e ocasionar impacto para organismos não alvo tais como inimigos naturais e polinizadores, em virtude da sua exposição aos resíduos presentes em subprodutos das plantas (seiva, pólen e néctar) dos quais eles se alimentam. Apesar de haver a alocação do inseticida em um espaço diferente do explorado pelos organismos não alvo, insetos predadores podem se intoxicar pela alimentação de presas contaminadas (Esquivel *et al.* 2020) ou pelo hábito alimentar

zoofitófago (Torres & Ruberson 2004, Torres *et al.* 2010), no qual complementam sua dieta com subprodutos das plantas e adquirem umidade por meio da seiva.

Novos inseticidas, com características mais compatíveis com o MIP, oferecem oportunidade para substituir inseticidas mais tóxicos e de amplo espectro (Satphaty *et al.* 2020). Entre eles, podemos citar as diamidas, como o ciantraniliprole destinado ao tratamento de sementes. Devido a uma modificação na estrutura química do ciantraniliprole este apresenta maior solubilidade, o que permite absorção e mobilidade na planta com atividade contra espécies sugadoras, como a mosca-branca e o pulgão (Selby *et al.* 2013, Barry *et al.* 2015, Selby *et al.* 2017). Além disso, o ciantraniliprole tem sido considerado de baixo impacto para insetos benéficos e ácaros predadores (Mandal 2012, Singh *et al.* 2016).

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi avaliar comparativamente o ciantraniliprole e o tiametoxam utilizados via tratamento de sementes e pulverização foliar na proteção de plantas de algodão contra pragas sugadoras. Em virtude das diferenças toxicológicas propusemos as hipóteses de que o ciantraniliprole protege a planta de algodão de infestação das pragas iniciais, com menor impacto sobre a ocorrência de inimigos naturais comparado ao tiametoxam (i); o tratamento de sementes oferece seletividade ecológica comparado a pulverização foliar, mesmo quando adotando um inseticida não seletivo (ii); mas que a seletividade ecológica é diferenciada entre ciantraniliprole e tiametoxam a depender do hábito alimentar do predador (iii). Experimentos foram conduzidos em campo, empregando tratamento de sementes sob diferentes condições de cultivo, para avaliar o controle de pragas iniciais do algodoeiro, quantificar o resíduo de inseticida na planta e avaliar o impacto de plantas oriundas do tratamento de sementes sobre a sobrevivência de predadores chave das pragas iniciais. A joaninha predadora, *Eriopis connexa* (Germar), de hábito alimentar mastigador e o percevejo predador, *Orius insidiosus* (Say), de hábito alimentar sugador e zoofitófago foram empregados como modelos.

Material e Métodos

Infestação de Pragas Iniciais de Parte Aérea do Algodoeiro e Abundância de Artrópodes Predadores (Exp. #1 Campo). O controle das pragas iniciais do algodoeiro e o impacto sobre a ocorrência de inimigos naturais com o tratamento de sementes foi estudado, em campo, com experimento estabelecido adjacente a uma área comercial de algodão localizada na comunidade do Algodão do Manso, Frei Miguelinho, PE (07° 55'09,3" S e 35° 51'45,6" O). Durante o período de cultivo foi registrada precipitação de 341 mm, temperatura média de 23,6° C (máxima de 37,7°C e mínima de 13,3°C) e umidade relativa média de 76,7%, (máxima de 99,9% e mínima de 24,5%).

O plantio foi realizado manualmente no dia 17 de abril de 2020 com 9 a 10 sementes/metro de sulco. A variedade de algodão foi IMA2106GL (Glytol®/Liberty Link®, IMAmt, Campo Verde, MT), não Bt mas resistente ao glifosato e glufosinato de amônia. Durante o plantio foi realizado adubação de fundação com ≈30g/m linear do fertilizante químico 4-14-8 (NPK) (Fertine®, Recife, PE, Brasil). Aos 23 e 60 dias após o plantio foi feita adubação de cobertura com sulfato de amônia [(NH₄)₂ SO₄ - 21% N e 22% S, Fertine®, Recife, PE], aplicado a lanço próximo à base das plantas, na dosagem de ≈40g/m linear, e duas aplicações foliares do fertilizante Niphokam® 10:08:08% de NPK mais Ca, Mg, Bo, Cu, Mn e Zn, na dosagem de 1 L/ha (Quimifol®, Fênix-Agro Pecu Industrial, Tietê, SP, Brasil). O controle de plantas daninhas foi realizado com herbicida glifosato (Roudup®, Monsanto do Brasil S.A., São Paulo, SP, Brasil.) via pulverização na dosagem de 1,5L/ha, em 14 de maio e 11 de junho de 2020.

O experimento foi conduzido no delineamento de blocos ao acaso com seis tratamentos e quatro blocos/repetições cada. Cada bloco com os seis tratamentos: tiametoxam tratamento de sementes (T.TS), tiametoxam pulverização foliar (T.PV), ciantraniliprole tratamento de sementes (C.TS), ciantraniliprole pulverização foliar (C.PV), pimetrozina pulverização foliar (P.PV) como

controle positivo para pulverização, e tratamento testemunha (T.T), sem inseticida como controle negativo (Tabela 1S). Cada repetição foi composta de 10 linhas de 8 m de comprimento, no espaçamento 80 cm entre linhas.

Os inseticidas utilizados foram tiametoxam em pulverização foliar (Actara® 250 WG, Syngenta Proteção de Cultivos Ltda, São Paulo, SP, Brasil) e tiametoxam tratamento de sementes (Cruiser® 350 FS, Syngenta Proteção de Cultivos Ltda); ciantraniliprole via pulverização foliar (Benevia® 100, FMC Química do Brasil Ltda, Campinas, SP, Brasil) e ciantraniliprole via tratamento de sementes (Fortenza® 600 FS, Syngenta Proteção de Cultivos Ltda, São Paulo, SP, Brasil). Um tratamento padrão com pulverização foi conduzido empregando o inseticida pimetrozina (Chess® 500 WG, Syngenta Proteção de Cultivos Ltda, São Paulo, SP, Brasil) (Tabela 1S). As pulverizações foram feitas com pulverizador costal manual (Modelo Jacto 20L, Pompéia, São Paulo, Brazil), bico tipo cone vazio JD12 e volume de calda variando de 80 a 140L/ha, dependendo da idade das plantas.

As avaliações foram realizadas nas duas linhas centrais observando 10 plantas ao acaso por repetição. As avaliações iniciaram aos 10 dias após a emergência (DAE), e foram realizadas em intervalos semanais totalizando 16 avaliações, até o fim do desenvolvimento da cultura, aos 144 DAE. A avaliação da infestação por mosca-branca consistiu na quantificação de adultos nas três folhas expandida do topo, e de ninfas presentes em 1 pol² (2,54 cm²) através de uma visada com lupa de bolso, na face inferior da 5ª folha expandida do ramo monopodial (Naranjo *et al.* 1996). A avaliação de infestação do pulgão consistiu na determinação da presença ou ausência de insetos nas três folhas do topo e ponteiro das plantas que, posteriormente, permitiu calcular a porcentagem de plantas infestadas, bem como a intensidade de infestação obtida pelo tamanho da população (0 = sem pulgão; 1 = poucos pulgões; 2 = grupos de indivíduos; 3 = alta população e; 4 = encarquilhamento e fumagina). Para tripses foram avaliadas as três folhas do topo das plantas e foi

determinada a presença ou ausência. Simultaneamente, os inimigos naturais presentes representados por insetos e aranhas foram anotados.

A decisão de pulverização para o pulgão foi igual ou superior a 30% de plantas infestadas por pulgões baseado nos dados de amostragem; ≥ 2 moscas-branca adultas por planta (médias de 3 folhas superiores) ou ≥ 2 ninfas-pupas/visada de lupa (Naranjo *et al.* 1996). Não houve ocorrência de trips. Com a identificação da incidência das demais pragas comuns do algodoeiro ao longo do cultivo, pulverizações inseticidas foram adotadas (Tabela 1S). Seis pulverizações de inseticidas foram realizadas no total durante o desenvolvimento da cultura, sendo que quatro dessas ocorreram nas primeiras semanas de avaliação (aos 10, 16, 23 e 30 DAE), devido a infestação do pulgão. A pulverização de todas as repetições do tratamento foi realizada quando ao menos uma repetição do tratamento apresentou infestação equivalente ao nível de controle adotado.

A colheita manual de todos os capulhos em 1m linear de plantas na linha central de cada repetição foi realizada aos 149 DAE (final do ciclo da cultura), anotando-se o número de plantas por metro linear. O material foi levado ao Laboratório de Controle Biológico da UFRPE, onde foi realizada a pesagem do algodão em rama (caroço + fibra) e obtido as médias de produção por planta para comparação da produção entre tratamentos.

Infestação de Pragas Iniciais de Parte Aérea do Algodoeiro e Abundância de Artrópodes Predadores - Baixa e Alta Precipitação (Exp. #2). Os mesmos tratamentos do Exp. #1 foram repetidos empregando microparcels (descrição a seguir) sob maior pressão de pragas, variação das condições de precipitação e determinação do resíduo inseticida nas plantas cultivadas com tratamento de sementes. O experimento foi conduzido em duas épocas: período de baixa precipitação, entre setembro de 2020 a janeiro de 2021, e de alta precipitação, entre janeiro e abril de 2021, na área de Fitossanidade, do Departamento de Agronomia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, PE. O experimento foi conduzido de forma similar ao Exp. #1

referente as avaliações e aos seis tratamentos adotados: Tiametoxam (T.TS e T.PV), ciantraniliprole (C.TS e C.PV), pimetrozina (P.PV) e testemunha (T.T.) como controles positivo e negativo, respectivamente. Cada tratamento foi conduzido com seis e quatro repetições nos períodos de baixa (BP) e alta precipitação (AP), respectivamente. As repetições foram representadas por microparcels que consistiram de cilindros de cimento de 100 × 60 cm (diâmetro × altura) preenchidos com solo até 10 cm da borda superior (Neves *et al.* 2013). Em cada microparcela foram cultivadas 6-8 plantas equidistantes.

O plantio foi realizado manualmente nos dias 5 de setembro de 2020 (BP) e 11 de janeiro de 2021 (AP), com sementes da mesma variedade utilizada no Exp. #1, IMA2106GL. As adubações de semeadura e cobertura foram semelhantes às realizadas no Exp. #1, e sempre que necessário foi realizada irrigação na base das plantas. O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente. Durante o período de baixa precipitação, o acumulado de chuva foi de 204,6 mm, temperatura média de 29,3°C (máx. de 36,9°C, e mín. de 21,6°C) e umidade relativa média do ar de 69,8% (máx. de 88,4%, e mín. de 41,10%). No período de alta precipitação, o acumulado de chuva foi de 834,5 mm, com temperatura média de 26,7°C (máx. de 33°C, e mín. de 21,2°C) e umidade relativa média do ar de 77,8% (máx. de 97%, e mín. de 40,0%).

As pragas iniciais do algodoeiro, objeto do estudo, e inimigos naturais foram quantificados seguindo os mesmos procedimentos do Exp. #1, sendo avaliadas duas plantas ao acaso por microparcela, em cada semana de avaliação, com a média da repetição representada pela média das duas plantas. As avaliações iniciaram aos 7 DAE e encerraram aos 94 e 98 DAE para os períodos BP e AP, respectivamente, totalizando 14 avaliações. As demais pragas, comuns à cultura ao longo do cultivo, foram também quantificadas e adotadas medidas de controle quando necessário, visando obter a produção de algodão.

No período de BP foram exigidas cinco aplicações de inseticidas. Entretanto, somente uma aplicação foi realizada na fase inicial do desenvolvimento da cultura aos 12 DAE, para o controle de pulgão. No período de AP foram exigidas 12 aplicações de inseticidas, com três aplicações na fase inicial da cultura aos 7, 21 e 35 DAE, para o controle de trips e pulgões, enquanto as nove aplicações restantes foram direcionadas ao controle de mosca-branca ou do bicudo-do-algodoeiro (Tabela 2S).

A produção foi medida com duas colheitas de capulhos para o cultivo conduzido durante o período de BP, em 21 de dezembro de 2020 (101 DAE) e, em 11 de janeiro de 2021 (123 DAE). Para o período de AP foi realizada apenas uma colheita no dia 3 de maio de 2021 (105 DAE), sendo a segunda colheita perdida devido a precipitação (380,8 mm) nos dias que sucederam a primeira colheita. Quando possível, todos os capulhos foram colhidos, pesados em laboratório e obtidas as médias de produção por planta.

Quantificação de Ingrediente Ativo na Planta. A quantificação de ingrediente ativo dos inseticidas empregados no tratamento de sementes (TS) foi feita em amostras compostas de folhas expandidas do topo da planta, pecíolos e ponteiros. As amostras foram coletadas de 8 a 10 plantas ao acaso nas microparcels aos 12, 22 e 32 DAE para compor uma quantidade mínima de 300 gramas de material vegetal. O material coletado foi acondicionado em saco plástico tipo ZipLocker® de 2L de capacidade, imediatamente acondicionado em gelo e posteriormente em freezer a -20°C, até completar as três datas de coletas para análise. A quantificação dos ingredientes ativos tiametoxam e ciantraniliprole (mg de i.a./Kg de material vegetal) foi feita pelo Laboratório de Análise de Resíduos de Agrotóxicos e de Contaminantes-LABTOX (ITEP, Recife-PE), empregando a cromatografia líquida (HPLC) acoplada a detectores de massas em série (LC-MS/MS), cujo limite mínimo para detecção foi de 0,01 mg/Kg, sendo cada amostra submetida a quantificação em triplicata para gerar o resultado médio final.

Interação Tratamento de Sementes e Predadores do Dossel das Plantas com Diferentes Hábitos Alimentares (Exp. #3). Duas espécies de predadores foram empregadas para testar a hipótese de que a seletividade ecológica mediante tratamento de sementes (separação espacial do ingrediente ativo do inimigo natural) não é generalizada, e depende do hábito alimentar do predador bem como do inseticida utilizado (neonicotinoide × diamida). Assim, foram usadas a joaninha predadora, *Eriopis connexa* (Germar), espécie de hábito alimentar mastigador e o percevejo predador, *Orius insidiosus* (Say), espécie de hábito alimentar sugador zoofitófago. Ambos os predadores são inimigos naturais de pragas iniciais do algodoeiro como pulgão, mosca-branca, trips e outras, as quais são alvos de controle com o tratamento de sementes. A espécie *E. connexa* foi oriunda da criação mantida no Laboratório de Controle Biológico da UFRPE e usada na fase adulta com 5 a 10 dias de idade. O percevejo predador, *O. insidiosus*, foi adquirido da empresa PROMIP (PROMIP Manejo Integrado de Pragas, Campinas, SP) e usado também na fase adulta com 3 a 5 dias de idade.

O experimento foi conduzido com cada espécie de predador e idade de plantas após a emergência, separadamente, empregando plantas cultivadas no período de baixa precipitação. Os predadores foram confinados sobre o material vegetal consistindo em pecíolo e folha de algodão expandida, coletada do topo da planta. A presa ofertada para ambos os predadores consistiu em ovos de *Ephestia kuehniella* (Zeller), conseqüentemente, sem resíduo dos inseticidas. Foram utilizadas folhas de plantas cultivadas e tratadas com os tratamentos descritos anteriormente via tratamento de sementes e pulverização foliar e as testemunhas negativa, folhas de plantas sem pulverização, e positiva consistindo de folhas de plantas pulverizadas com a pimetrozina. O tratamento de sementes foi realizado no momento do plantio como método preventivo de infestação de pragas sugadoras iniciais do algodoeiro (Exp. #2), enquanto nos tratamentos representados pela

pulverização foliar, as plantas foram pulverizadas ≈ 2 h antes da primeira data de avaliação (i.e., 12 DAE).

O confinamento do predador com o material vegetal foi realizado em placas de Petri (80×15 mm de diâmetro $\times$ altura) forradas com papel filtro de mesmo diâmetro levemente umedecido. Sobre o papel filtro foi adicionado a folha coletada aos 12, 22 e 32 DAE para *O. insidiosus*, e 12 e 22 DAE para *E. connexa*. Não houve mortalidade significativa de *E. connexa* no confinamento realizado aos 22 DAE, sendo que essa não foi observada aos 32 DAE.

O percevejo predador foi liberado na densidade de 4 a 5 predadores adultos por placa, sendo empregado de 6 a 9 placas como repetições, dependendo da disponibilidade do predador. Para *E. connexa*, foram utilizadas seis repetições por tratamento contendo cinco insetos em cada. Após 48 h de confinamento dos predadores com o material vegetal, a mortalidade foi anotada e transformada em porcentagem de sobrevivência, visto ser o interesse para a conservação do inimigo natural.

Análises. Os dados referentes aos Exps. #1, #2 e #3, conduzidos em campo, em microparcelas sob condições e baixa e alta precipitação, quanto à infestação de pulgão, adultos e ninfas de mosca-branca e tripses, bem como para a abundância de artrópodes predadores, para cada data de avaliação, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) empregando o procedimento de medidas repetidas no tempo (datas de avaliação), através do Proc GLM do SAS (SAS Institute 2002). Para evitar ampla dispersão dos dados nas análises, foram consideradas somente datas de avaliação de pragas e predadores com ao menos a constatação de um indivíduo em um dos tratamentos para que a data de avaliação fosse considerada, conseqüentemente, aumentando a confiabilidade do ajuste dos resultados para as análises. A abundância sazonal de artrópodes predadores e a produção (convertida em g de algodão/planta) foram submetidos à ANOVA. Os resultados de porcentagem de infestação de pulgão-do-algodoeiro foram transformados em $\arcseno(\sqrt{x/100})$, enquanto as demais médias de pragas, abundância de predadores e produção foram transformadas

em raiz quadrada($x+0,5$), a fim de atender as premissas da ANOVA. Todas as médias foram separadas, quando necessário, pelo teste de Tukey HSD ($\alpha = 0,008$ devido a correção para manutenção do erro; $0,05/n$ de médias em comparação).

Os resultados de porcentagem de sobrevivência dos predadores no Exp. #3 foram transformados em arcoseno(raiz quadrada($x/100$)), para atender à premissa de normalidade requerida pela ANOVA. Em seguida, esses resultados foram submetidos à ANOVA e separação de médias pelo teste de Tukey HSD ($\alpha=0,008$), quando necessário.

Resultados

Infestação de Pragas Iniciais de Parte Aérea do Algodoeiro e Abundância de Artrópodes Predadores (Exp. #1 Campo). Entre as espécies de pragas de ocorrência comum na fase inicial de desenvolvimento do algodoeiro, infestações da mosca-branca e do pulgão-do-algodoeiro foram observadas (Fig. 1). A densidade de adultos de mosca-branca variou em função do tempo ($F_{15, 225} = 45,81$; $P < 0,0001$), bem como da interação tratamento e tempo ($F_{75, 225} = 1,54$; $P = 0,0083$). A infestação de adultos de mosca-branca ocorreu durante todo o experimento (Fig. 1), mas não atingiu o nível de controle. Por outro lado, a densidade de ninfas de mosca-branca variou em função do tempo (Wilks' Lambda = 0,0125; $F_{Num=9, Den=7} = 61,15$; $P < 0,0001$) e houve interação entre tratamento e tempo (Wilks' Lambda = 0,0028; $F_{Num=45, Den=34,4} = 2,08$; $P = 0,0138$). A infestação de ninfas atingiu nível de controle aos 51 DAE (7ª data de avaliação) no tratamento ciantraniliprole TS, o que se repetiu aos 72 DAE (Fig. 1). Densidade de ninfas atingindo o nível de controle foi observada também aos 79 DAE nos tratamentos ciantraniliprole TS, tiametoxam TS e PV, e na testemunha (Fig. 1). Independentemente do nível de controle, houve diferença na densidade de ninfas entre os tratamentos aos 59 DAE ($F_{5, 15} = 5,69$; $P = 0,0039$) com maior densidade média no tratamento

tiametoxam TS ($0,80 \pm 0,14$), menor densidade média de ninfas no tratamento com pimetrozina PV ($0,17 \pm 0,04$) e valores intermediários nos demais tratamentos (Fig. 1).

A infestação do pulgão-do-algodoeiro variou em função do tempo (Wilks' Lambda = 0,0765; $F_{\text{Num}=6, \text{Den}=10} = 20,10$; $P < 0,0001$), da interação tratamento e tempo (Wilks' Lambda=0,00528; $F_{\text{Num}=30, \text{Den}=42} = 3,19$; $P < 0,0001$), resultando em diferença significativa entre os tratamentos ($F_{5, 15} = 5,44$; $P = 0,0047$). A infestação do pulgão concentrou-se na fase inicial até 51 DAE (7ª data de avaliação) (Fig. 1). A testemunha, sem inseticida, apresentou as maiores porcentagens de infestação aos 16, 30 e 37 DAE variando de 30 a 67,5% de plantas infestadas. Além da testemunha, os tratamentos ciantraniliprole PV aos 30 DAE ($70,0 \pm 10,8\%$) e pimetrozina PV aos 37 DAE ($22,5 \pm 6,29\%$) exibiram infestação do pulgão superior aos demais tratamentos. No geral, a porcentagem de infestação de pulgão ficou acima do nível de controle na testemunha as 10 DAE, bem como nos demais tratamentos destinados a aplicação inseticida por pulverização. Nas avaliações subsequentes, o nível de controle foi constatado aos 16 DAE na testemunha; aos 16 DAE no tratamento correspondente ao ciantraniliprole via TS exigindo pulverização; aos 23 DAE nas plantas tratadas com ciantraniliprole via TS e PV e na testemunha; aos 30 DAE nas plantas tratadas com o ciantraniliprole via PV, tiametoxam via TS e na testemunha. Durante todo o período de infestação do pulgão, a intensidade da infestação média foi inferior a 2,5 mediante as avaliações que variam entre as classes de infestação 0 (sem pulgão) a 4 (encarquilhamento e fumagina).

Dentre os artrópodes predadores observados foram detectadas larvas de mosca sirfídeo, ovos, larvas, pupas e adultos de coccinelídeos e crisopídeos, percevejos predadores, formigas e aranhas. A abundância média desses predadores (insetos + aranhas) variou em função do tempo (Wilks' Lambda = 0,00008; $F_{\text{Num}=15, \text{Den}=1} = 747,91$; $P = 0,0287$), da interação tratamento e tempo (Wilks' Lambda = 0,0000; $F_{\text{Num}=75, \text{Den}=9} = 3,57$; $P = 0,0218$) (Fig. 2A), bem como do tratamento ($F_{5, 15} = 6,56$; $P = 0,002$). Além disso, a média sazonal de predadores por planta diferiu entre os tratamentos (Fig. 2B). Maior

abundância de predadores foi observada na testemunha ($1,12 \pm 0,17$ por planta) aos 30 DAE (4ª avaliação), enquanto as menores abundâncias (≈ 5 vezes menor) ocorreram nos tratamentos com tiametoxam (TS e PV) e ciantraniliprole TS. Aos 86 DAE (12ª semana de avaliação) houve maior abundância no tratamento com ciantraniliprole PV e menor abundância (≈ 20 vezes) no tratamento com tiametoxam TS (Fig. 2A). A sazonalidade de predadores foi numericamente variável entre os tratamentos, porém, só foi detectada diferença estatística entre a testemunha e o tratamento tiametoxam TS (Fig. 2B).

Infestação de Pragas Iniciais de Parte Aérea do Algodoeiro e Abundância de Artrópodes Predadores - Baixa e Alta Precipitação (Exp. #2).

Baixa precipitação. A densidade de adultos de mosca-branca variou em função do tempo (Wilks' Lambda = 0,0528; $F_{Num=13, Den=17} = 23,43$; $P < 0,0001$), porém não da interação tratamento e tempo (Wilks' Lambda = 0,0849; $F_{Num=65, Den=84,2} = 0,89$; $P = 0,6896$) e em função dos tratamentos ($F_{5, 29} = 1,33$; $P = 0,2802$). Contudo, a densidade de adultos atingiu o nível de controle aos 31 DAE (5ª data de avaliação) nos tratamentos com ciantraniliprole TS e PV, tiametoxam TS e pimetrozina PV. O nível de controle para adultos também foi atingido aos 45 DAE na testemunha, tiametoxam TS e PV, ciantraniliprole TS e PV (Fig. 3A).

A infestação de ninfas de mosca-branca variou em função do tempo (Wilks' Lambda=0,07163; $F_{Num=8, Den=22} = 35,64$; $P < 0,0001$), da interação tratamento e tempo (Wilks' Lambda=0,02456; $F_{Num=40, Den=98,7} = 3,31$; $P < 0,0001$), bem como entre os tratamentos ($F_{5,29} = 30,09$; $P < 0,0001$). Essas diferenças foram oriundas da variação na densidade de ninfas em diferentes datas em função dos tratamentos. A densidade de ninfas atingiu nível de controle aos 31, 45, 52 e 59 DAE (5ª, 7ª, 8ª e 9ª datas de avaliação) na testemunha e nos tratamentos tiametoxam TS e PV. Maior densidade média de ninfas ($2,8 \pm 0,92$) foi respectivamente observada no tratamento tiametoxam TS

aos 31 DAE, tiametoxam PV ($5,7 \pm 1,22$) aos 45 DAE e tiametoxam PV aos 52 e 59 DAE ($2,8 \pm 0,60$ e $2,98 \pm 0,76$ (Fig. 3B).

A infestação do pulgão variou em função do tempo (Wilks' Lambda=0,125619; $F_{\text{Num}=7, \text{Den}=23} = 22,87$; $P < 0,0001$), da interação tratamento e tempo (Wilks' Lambda=0,13757; $F_{\text{Num}=35, \text{Den}=99,18} = 1,71$; $P = 0,0209$) e entre tratamentos ($F_{5, 29} = 14,77$; $P < 0,0001$). Similar à infestação de ninfas de mosca-branca, a infestação das plantas com pulgão foi diferente entre datas e entre tratamentos. Na primeira avaliação (7 DAE), antes da aplicação dos tratamentos via pulverização, o pulgão já apresentou infestação acima do nível de controle nos tratamentos testemunha, ciantraniliprole TS, além das parcelas correspondentes aos tratamentos com pulverização (pimetrozina PV, ciantraniliprole PV e tiametoxam PV). Por outro lado, o tratamento com tiametoxam TS impediu qualquer infestação do pulgão (0%).

A infestação causada pelo pulgão esteve presente desde o início das avaliações (7 DAE) até os 52 DAE (8ª data de avaliação) e apresentou densidades equivalentes ao nível de controle aos 7 e 12 DAE (1ª e 2ª datas de avaliação) na testemunha e nos tratamentos com pimetrozina PV, ciantraniliprole (TS e PV) e tiametoxam PV. Além disso, a infestação com o pulgão atingiu o nível de controle aos 19 DAE (3ª data de avaliação) na testemunha e no tratamento com ciantraniliprole TS; aos 25 DAE (4ª data de avaliação) na testemunha e pimetrozina PV; aos 31 DAE (5ª data de avaliação) na testemunha e ciantraniliprole TS; e aos 38 e 45 DAE (6ª e 7ª datas de avaliação) na testemunha (Fig. 3C). Todavia, a intensidade de infestação média de pulgão com base no tamanho da colônia na planta não ultrapassou o valor 2 (podendo variar de 0 a 4) ao longo das avaliações em todos os tratamentos (Fig. 3D).

A abundância média de artrópodes predadores (insetos + aranhas) no dossel das plantas variou em função do tempo (Wilks' Lambda=0,10652; $F_{\text{Num}=13, \text{Den}=17} = 10,97$; $P < 0,0001$), da interação tratamento e tempo (Wilks' Lambda=0,01137; $F_{\text{Num}=65, \text{Den}=84,2} = 2,05$; $P = 0,0010$) e dos tratamentos

($F_{5, 29} = 10,25$; $P < 0,0001$). A maior média de predadores foi observada aos 25 DAE (4ª avaliação) no tratamento ciantraniliprole PV e aos 31 e 38 DAE (5ª e 6ª avaliações) na testemunha (Fig. 4A).

A abundância sazonal média de predadores foi significativamente superior na testemunha e inferior nos tratamentos pimetrozina PV, ciantraniliprole TS, tiametoxam TS e PV (Fig. 4B). Entre os tratamentos inseticidas, ciantraniliprole PV foi o que ocasionou a menor redução de predadores em relação a testemunha, não diferindo estatisticamente desta, similar ao que foi obtido nos resultados em campo (Exp. #1).

Alta precipitação. A densidade de adultos de mosca-branca por amostra variou em função do tempo (Wilks' $\Lambda = 0,04621$; $F_{Num=10, Den=6} = 12,38$; $P = 0,003$), mas não da interação tratamento e tempo (Wilks' $\Lambda = 0,00974$; $F_{Num=50, Den=30,72} = 1,08$; $P = 0,4150$). Também, não foi detectado efeito dos tratamentos na densidade de adultos de mosca-branca ($F_{5,15} = 2,04$; $P = 0,1309$).

Durante a fase inicial do desenvolvimento das plantas, o nível de controle de mosca-branca não foi atingido em nenhum dos tratamentos. Posteriormente, quando o efeito de tratamentos de sementes já não mais existia devido ao tempo e das aplicações contra o bicudo-do-algodoeiro, ocorreu diferença entre tratamentos aos 84 DAE. Nesta ocasião, as densidades de adultos de mosca-branca acima do nível de controle foram contabilizadas nos tratamentos com ciantraniliprole PV e pimetrozina PV (Fig. 3). Similarmente, aos 91 DAE, densidades acima do NC foram observadas no tratamento ciantraniliprole PV.

A densidade de ninfas de mosca-branca variou em função do tempo (Wilks' $\Lambda = 0,38775$; $F_{Num=4, Den=12} = 4,74$; $P = 0,0159$), mas não em função dos tratamentos e das datas de avaliação (Wilks' $\Lambda = 0,34138$; $F_{Num=20, Den=40,7} = 0,78$; $P = 0,7207$). Da mesma forma, não houve variação na infestação de ninfas em função dos tratamentos ($F_{5, 15} = 1,27$; $P = 0,3285$). O nível de controle para ninfas somente foi atingido aos 91 DAE no tratamento ciantraniliprole PV (Fig. 5B).

A infestação do pulgão-do-algodoeiro não variou em função do tempo (Wilks' Lambda=0,03076; $F_{Num=13, Den=3} = 7,27$; $P = 0,0642$), mas da interação tratamento e tempo ($F_{65,195} = 1,41$; $P = 0,0270$). A infestação com o pulgão também variou em função dos tratamentos ($F_{5, 15} = 100,78$; $P < 0,0001$). A porcentagem de infestação do pulgão atingiu o nível de controle aos 14 DAE (2ª data de avaliação) na testemunha, o que se manteve até o fim das avaliações, aos 98 DAE. O nível de controle para o pulgão foi observado nos tratamentos ciantraniliprole PV e pimetozina PV, aos 21 e 63 DAE (3ª e 9ª datas de avaliação) e ciantraniliprole TS e PV aos 35 DAE. (Fig. 5C). Ao longo do desenvolvimento da cultura somente a testemunha apresentou uma intensidade de infestação do pulgão com base no tamanho da colônia acima de 1 (podendo variar de 0 a 4).

Neste período de cultivo, ocorreu infestação generalizada por tripes, *Frankliniella* spp., que variou em função do tempo (Wilks' Lambda=0,02043; $F_{Num=5, Den=11} = 105,43$; $P < 0,001$), mas não em função da interação tratamento e tempo (Wilks' Lambda=0,15883; $F_{Num=25, Den=42,3} = 1,09$; $P = 0,3968$) e em função dos tratamentos ($F_{5,15} = 1,82$; $P = 0,1696$). Isto porque a porcentagem de infestação ficou acima do nível de controle aos 7 DAE (1ª data de avaliação), em todos os tratamentos, e aos 14 DAE (2ª data de avaliação) nos tratamentos ciantraniliprole TS, tiametoxam TS e PV. Da mesma forma, a infestação por tripes acima do nível de controle foi observada nos tratamentos com tiametoxam TS aos 21 DAE (3ª data de avaliação), com pimetozina PV aos 28 DAE (4ª data de avaliação), e na testemunha aos 49 DAE (7ª data de avaliação) (Fig. 5D).

A constatação de predadores no dossel das plantas somente ocorreu a partir da terceira avaliação (21 DAE) (Fig. 4D). Assim, a abundância média de artrópodes predadores (insetos + aranhas) no dossel das plantas da 3ª a 14ª avaliação variou em função do tempo (Wilks' Lambda=0,016; $F_{Num=11, Den=5} = 27,35$; $P = 0,0009$), da interação tratamento e tempo (Wilks' Lambda=0,0003; $F_{Num=55, Den=26,7} = 2,32$; $P = 0,0099$) e entre os tratamentos ($F_{5,15} = 9,55$; $P = 0,0003$). Maior abundância de predadores, quando detectada, ocorreu na testemunha aos 28, 44 e 56 DAE (4ª,

6ª e 8ª datas de avaliação). A abundância sazonal média de predadores por planta foi significativamente superior na testemunha, enquanto a menor abundância foi verificada no tratamento com tiametoxam PV (Fig. 4D), similar ao encontrado no período de baixa precipitação. Os demais tratamentos inseticidas reduziram numericamente a abundância média de predadores, mas não diferiram estatisticamente entre si.

Quantificação de Ingrediente Ativo na Planta. O resíduo dos inseticidas em amostras oriundas de plantas com tratamento de sementes nos períodos de BP e AP decresceu entre amostras coletadas 12 e 22 DAE, e não foi detectado resíduo de ambos os inseticidas aos 32 DAE (Fig. 6A). Amostras de plantas cultivadas nos períodos de BP e AP aos 12 DAE apresentaram 0,208 e 0,194 mg/Kg de ciantraniliprole, e 1,583 e 1,223 mg/Kg de tiametoxam, respectivamente. Aos 22 DAE foi detectado resíduo nas plantas cultivadas nos períodos de BP e AP, sendo de 0,063 e 0,055 mg/Kg de ciantraniliprole, e de 0,165 e 0,056 mg/Kg de tiametoxam, respectivamente (Fig. 6A).

Produção de Algodão em Função dos Tratamentos Adotados. A produção de algodão em rama (caroço + pluma) não diferiu entre os tratamentos no experimento de campo ($F_{5, 18} = 1,58$; $P = 0,2166$). As médias foram de 37,5 e 37,8 g/planta obtidas nos tratamentos ciantraniliprole TS e tiametoxam TS e 52,1 g/planta no tratamento testemunha (Tabela 3S). Da mesma forma, não houve diferença de produção de algodão em rama, entre os tratamentos, no período de cultivo realizado no período de baixa precipitação ($F_{5, 35} = 1,16$; $P = 0,1887$) com médias de produtividade entre 31,9 g/planta no tratamento ciantraniliprole TS a 50,3 g/planta no tratamento pimezina PV. No experimento com alta precipitação foi realizado apenas a primeira colheita manual e não foram constatadas também diferenças entre os tratamentos ($F_{5, 18} = 2,07$; $P = 0,1173$) que apresentaram médias de 10,5 a 20,6 g/planta, obtidas nos tratamentos tiametoxam TS e ciantraniliprole TS.

Interação Tratamento de Sementes e Predadores do Dossel das Plantas com Diferente Hábito Alimentar. A sobrevivência de adultos do predador zoofitófago, *O. insidiosus*, foi afetada pelos

tratamentos quando confinados sobre material vegetal aos 12 DAE ($F_{5, 24} = 110,74$; $P < 0,0001$). A sobrevivência do predador confinado em material vegetal oriundo dos tratamentos com ciantraniliprole TS e PV e testemunha foi de 92,9% a 100%, sendo superiores aos demais tratamentos (Fig. 6B). A sobrevivência do predador confinado em material vegetal proveniente do tratamento tiametoxam TS foi de 27,6% e, apenas, 1,2% e 0,5% nos tratamentos tiametoxam PV e pimetrozina PV, respectivamente. Diferenças na sobrevivência do predador persistiram até os 22 DAE, em função dos tratamentos ($F_{5, 39} = 7,55$; $P < 0,0001$). Contudo, aos 22 DAE, o tiametoxam TS proporcionou sobrevivência similar à testemunha, ciantraniliprole TS e PV (89,3% a 96,6%), os quais foram superiores aos tratamentos tiametoxam PV e pimetrozina PV (51,4% e 40,5%, respectivamente). A sobrevivência do predador confinado em material vegetal foi superior a 75% aos 32 DAE, não diferindo entre os tratamentos ($F_{5, 43} = 0,96$; $P = 0,4501$) (Fig. 6B).

O confinamento do predador de hábito alimentar mastigador, *E. connexa*, resultou em sobrevivência similar entre todos os tratamentos aos 12 DAE ($F_{5, 24} = 2,15$; $P = 0,0942$) e aos 22 DAE ($F_{5, 24} = 1,68$; $P = 0,1778$) (Fig. 6C).

Discussão

As três hipóteses estabelecidas para este estudo voltadas ao controle de pragas iniciais do algodoeiro com o TS e interação com inimigos naturais, podem ser respondidas com dados coletados nas avaliações que foram até os 31 DAE, quando já se observou necessidade de pulverização em plantas que receberam o TS e constatado a ausência do ingrediente ativo do tratamento de sementes. Contudo, são apresentados resultados até a colheita visto que não se deve separar o componente produtividade da justificativa do tratamento de sementes. Além disso, o longo ciclo fenológico da planta de algodão, o qual permite sua recuperação parcial ou total dependendo da quantidade de injúria e variabilidade na ocorrência de pragas na fase inicial de desenvolvimento, pode alterar o

cenário ao longo do tempo. Este fato pode ser constatado pela variação na infestação de pragas nas três condições de estudo. Contudo, a infestação do pulgão-do-algodoeiro esteve presente nas três condições de experimento, atingindo nível de controle nos tratamentos testemunha e sem tratamento de sementes, programados para receberem pulverizações foliar (PV), demonstrando seu status de praga-chave da cultura que demanda intervenção.

Em todas as condições de estudo, ambos os inseticidas veiculados via TS e PV exerceram proteção da planta contra o pulgão-do-algodoeiro, *A. gossypii*, embora, o TS com tiametoxam ofereceu controle prolongado comparado ao ciantraniliprole usado via TS e PV. De acordo com Baugh & Kerns (2010), em experimento de campo com algodão, o inseticida tiametoxam foi capaz de limitar a infestação de *A. gossypii*, enquanto o tratamento testemunha sempre apresentou infestação acima do nível de controle. Em algodão cultivado em estufas, Marshall *et al.* (2015) citam que o tiametoxam usado em TS apresentou controle de *A. gossypii* acima de 90% até ≈ 40 dias após a emergência.

Quanto a infestação de mosca-branca, também houve infestação das plantas em todas as condições de estudo; porém, com densidades variáveis de adultos e ninfas. Densidades equivalentes ao nível de controle para adultos e ninfas foram predominantes em idades de plantas, além do esperado para sua proteção pelo TS (> 30 DAE). No cultivo de baixa precipitação, apenas os tratamentos tiametoxam TS e PV restringiram a infestação de adultos e ninfas de mosca-branca, com nível de controle observado apenas aos 31 DAE. No entanto, aos 32 DAE não foi detectado resíduo de inseticidas nas plantas provenientes do TS. No período de baixa precipitação, a mosca-branca apresentou as maiores densidades de adultos e ninfas, corroborando o benefício que esta condição ambiental tem para insetos sugadores de seiva como a mosca-branca (Bestete *et al.* 2016). Adicionalmente, os tratamentos com esses inseticidas no tratamento por pulverização já haviam sido realizados aos 12 DAE, em função da infestação de pulgão no nível de controle.

A infestação por tripses ocorreu apenas nas microparcelas e no período de alta precipitação, e ambos os inseticidas via TS não mantiveram a densidade populacional abaixo do nível de controle, como esperado, exigindo pulverização foliar em todos os tratamentos. Além disso, apenas uma aplicação de inseticidas em pulverização aos 7 DAE não foi suficiente para suprimir as altas densidades de tripses, a qual se manteve acima do nível de controle aos 14 DAE, exceto nas plantas tratadas com pimezina PV. Mediante o desenvolvimento das plantas, a infestação com tripses foi reduzida e atingiu densidade equivalente ao nível de controle apenas na testemunha, aos 49 DAE. O uso dos neonicotinoides imidacloprido e tiametoxam no tratamento de sementes de algodão na concentração de 0,37 e 0,34 mg i.a./semente, respectivamente, resultou em controle de tripses no início da cultura, com aumento do rendimento e ganho econômico (North *et al.* 2017). Por outro lado, sementes de soja tratadas com esses mesmos ingredientes ativos apresentaram redução na densidade dos tripses *Frankliniella fusca* (Hinds), *Neohydatothrips variabilis* (Beach), *Frankliniella occidentalis* (Pergande) e *Frankliniella tritici* (Fitch) até a quinta semana após o plantio, sendo o tiametoxam mais eficiente que o imidacloprido (Reisig *et al.* 2012), contudo sem incrementos significativos na produtividade (Reisig *et al.* 2012).

Assim, com base na hipótese deste estudo relativa à eficácia dos inseticidas ciantraniliprole e tiametoxam utilizados no tratamento de sementes (TS), ambos os inseticidas não foram eficazes na proteção das plantas de algodão contra a alta pressão de infestação de tripses, *Frankliniella* spp. Nos três ensaios realizados, em que houve variação das condições ambientais, o ciantraniliprole TS foi eficaz contra o pulgão aos 16 e 31 DAE em plantas cultivadas a campo e em microparcelas no período de alta precipitação, mas não exerceu proteção das plantas no período de baixa precipitação sob alta intensidade de infestação; entretanto, o tiametoxam utilizado em TS ofereceu proteção às plantas contra a infestação com o pulgão até 31 DAE, independente da condição do estudo.

As populações de artrópodes predadores foram variáveis entre os inseticidas testados e formas de aplicação (TS e PV). No ensaio a campo, a abundância dos artrópodes predadores aos 30 DAE foi 5x maior na testemunha do que nos tratamentos que receberam aplicação de inseticidas, independente se via TS ou PV. Aos 86 DAE, o tratamento inicial com ciantraniliprole em PV apresentou abundância de predadores 20x maior que o tratamento com tiametoxam via TS. No ensaio realizado nas microparcels e no período de baixa precipitação, menor abundância de artrópodes predadores foi observada no tratamento com tiametoxam PV. A redução na densidade de predadores em campos de algodão pulverizados com tiametoxam também foi observada por Baugh & Kerns (2010). Em campos de milho, a abundância geral de predadores não foi reduzida pelo uso de sementes tratadas com o neonicotinoide imidacloprido, embora menor abundância de Heteroptera tenha sido observada, em especial de *Orius* spp. (Albajes *et al.* 2003).

A partir dos 31 DAE, no período de baixa precipitação, todos os tratamentos tiveram que ser tratados com inseticidas devido a infestação com pulgão ter atingido o nível de controle, enquanto nas parcelas que não receberam aplicação de inseticida o nível de infestação foi mantido abaixo do nível de controle, um possível resultado da ação de inimigos naturais. Baugh & Kerns (2010) verificaram que a infestação do pulgão atingiu o nível de controle cinco dias após aplicação de tiametoxam PV, enquanto nos tratamentos com inseticidas seletivos, nesta mesma avaliação, a infestação se manteve abaixo do nível de controle. Os autores sugeriram que esses resultados foram obtidos em decorrência da ação de inimigos naturais, sendo que os artrópodes predadores foram encontrados em maior abundância, em especial a joaninha, *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville.

Independente do inseticida utilizado, a testemunha apresentou maior abundância de artrópodes predadores. Entre os tratamentos com inseticida, o tiametoxam utilizado via TS e PV reduziu a população de predadores em relação a testemunha, corroborando a sua toxicidade para inimigos

naturais (Seagraves & Lundgren 2012, Douglas & Tooker 2016). Contudo, o tiametoxam PV reduziu a abundância de predadores em 2x, 2,8x e 16,6x nos experimentos de campo, microparcels nos períodos de baixa e alta precipitação relativo ao TS, respectivamente. Em geral, a utilização de ambos os inseticidas e em ambas as modalidades de uso (TS e PV) impactou negativamente a abundância de inimigos naturais, porém com menor magnitude no experimento de campo com ciantraniliprole, onde foi realizado menor número de pulverizações inseticidas.

No presente trabalho não houve diferença estatística entre a produtividade nas três condições do estudo, embora na condição de alta precipitação somente a produtividade parcial tenha sido obtida, condição na qual ocorreu alta densidade populacional de tripes. Contudo, este resultado provavelmente não seria alterado, visto que os tratamentos com inseticidas não alteraram significativamente as densidades populacionais de tripes. Tais resultados podem ser justificados pela longa fenologia de desenvolvimento do algodoeiro permitindo a recuperação das injúrias indiretas provocadas por pragas em sua fase inicial de crescimento. Face a esses resultados, o tratamento preventivo com inseticidas obteve resultado supressão variável entre as três pragas de parte aérea presentes durante o estudo para o tempo esperado de proteção das plantas. Resultados variáveis também vem sendo observado em outras culturas, mesmo aquelas de ciclo mais curto tais como soja (Reisig *et al.* 2012), milho (Labrie *et al.* 2020), cevada e a aveia (Milosavljevic *et al.* 2019). Labrie *et al.* (2020) citam que em 95% dos campos de soja e milho, em Quebec, Canadá, não havia justificativa para utilização preventiva do tratamento de sementes com neonicotinoides, salvo em casos em que havia histórico de alta abundância de pragas alvo do tratamento de sementes. Fato que em condições de alta pressão de infestação de pragas iniciais como o que ocorre com as infestações de tripes no algodoeiro no centro-sul dos Estados Unidos, o tratamento de sementes tem resultado em retorno econômico (North *et al.* 2017). Sabe-se que o algodoeiro nesta região é altamente

infestado com mais de cinco espécies de tripes (Stewart *et al.* 2013), e o tratamento de sementes tem sido historicamente empregado com retorno econômico (citações em Stewart *et al.* 2013).

Os inseticidas utilizados no tratamento de sementes têm sua concentração reduzida ao longo do crescimento vegetal a valores não detectáveis, apesar de poderem apresentar efeito sobre inimigos naturais e polinizadores quando presentes (Moser & Obrycki 2009, Huynh *et al.* 2021). Neste trabalho, os resíduos de ciantranilprole TS e tiametoxam TS nas plantas reduziram consideravelmente entre 12 DAE e 22 DAE, e não foram detectados aos 32 DAE quando usados na concentração de 240 e 210 g de i.a./100 Kg de sementes ($\approx 0,30$ e $\approx 0,26$ mg de i.a./semente). Zhang *et al.* (2011), também observaram que as concentrações dos neonicotinoides tiametoxam e imidacloprido reduziram em plantas de algodão oriundas do TS dos 10 aos 40 DAE, quando usados nas concentrações de 0,342 e 0,375 mg i.a./semente. Kohl *et al.* (2019) encontraram redução de 31x a 179,6x na concentração de tiametoxam em folhas de algodão aos 15 e 28 dias após o plantio, quando as sementes foram tratadas com 0,25 mg de i.a./semente, ou seja, cerca de 11-10 e 24-23 DAE, considerando duração de 4 a 5 dias para germinar.

O decréscimo na concentração do tiametoxam no tecido vegetal pode ser associado à maior sobrevivência do percevejo zoofitófago, *O. insidiosus*. O tiametoxam utilizado em TS e PV proporcionou, respectivamente, 27,6% e 0% de sobrevivência de *O. insidiosus* aos 12 DAE e 90,7% e 51,4% aos 22 DAE. Assim, o tiametoxam utilizado via TS permitiu maior sobrevivência de *O. insidiosus* aos 12 DAE e 22 DAE em relação à pulverização foliar. Para o predador mastigador, *E. connexa*, tanto o tiametoxam quanto o ciantranilprole utilizados em ambas as modalidades de uso não foram prejudiciais à sua sobrevivência, embora fosse esperado toxicidade do resíduo seco de tiametoxam. Barros *et al.* (2018) encontraram sobrevivência de adultos de *E. connexa* entre 0% e 13,2% quando confinados com resíduos seco de tiametoxam. Por outro lado, o ciantranilprole utilizado em TS e PV não foi tóxico para *O. insidiosus*, bem como *E. connexa*. Desta forma, os

resultados corroboram com a hipótese de que o tratamento de semente, mesmo com inseticida não seletivo, oferece seletividade ecológica quando comparado à pulverização foliar, mas que esta seletividade depende do hábito alimentar, variando entre predadores sugadores e mastigadores. Esses e outros resultados suportam a hipótese de que o tiametoxam (TS ou PV) não possui seletividade ecológica para predadores zoofitófagos (Torres *et al.* 2003a, Torres & Ruberson 2004, Gontijo *et al.* 2015, Esquivel *et al.* 2020), os quais são importantes na fase inicial da lavoura de algodão para o manejo de pulgões, tripes, mosca-branca e outras pragas.

A pimetozina, que é considerada seletiva a certos inimigos naturais (Torres *et al.* 2003b, Acheampong & Stark 2004, Cabral *et al.* 2008) como foi constatado em relação à *E. connexa* neste estudo, afetou negativamente a sobrevivência de *O. insidiosus*, conforme também observado em relação ao tiametoxam via PV. A toxicidade para *O. insidiosus* pode ser associada ao modo de ação da pimetozina, que age sobre os órgãos cordotonais de insetos sugadores (Kristinsson 1994) e, portanto, inviabiliza a atividade alimentar. A pimetozina, também, apresenta atividade tanto translaminar como sistêmica (Wyss & Bolsinger 1997), tornando-a disponível para ingestão durante a zoofitofagia. Desta forma, os resultados encontrados no presente trabalho corroboram aqueles encontrado por Kosari & Fazeli-Dinan (2016) para *Orius albidipennis* Reut. e Barros *et al.* (2018) para *O. insidiosus*. Para *O. insidiosus* confinados em folhas de algodão contendo resíduo seco de pimetozina, na maior e menor dosagem recomendada, Barros *et al.* (2018), observaram sobrevivências de 0% e 25%, respectivamente.

Em resumo, independente da seletividade do inseticida, o tratamento de sementes não protegeu as plantas sob alta infestação de tripes, o que demandou controle suplementar via pulverização foliar. Os tratamentos com inseticidas afetaram negativamente a abundância de predadores, em ensaios de campo e em microparcelas. Essa variação foi afetada pela característica de não seletividade de alguns inseticidas inicialmente, bem como pela necessidade de aplicações subsequentes para o controle das

pragas iniciais e demais pragas, como o bicudo-do-algodoeiro. Além disso, os inseticidas apresentaram efeito distinto sobre predadores de diferente hábito alimentar (zoofitofago vs. mastigador). Por fim, apesar da variação numérica de produtividade contabilizada por planta, não houve incremento significativo de produtividade de algodão, independente da modalidade de uso do inseticida e da seletividade dos inseticidas utilizados.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa aos autores. Ao Senhor Hermógeno Timóteo pela disponibilização da área de seu cultivo em Frei Miguelinho, PE, para a experimentação em campo, bem como ao Programa Pesquisa em Movimento (PPM) da UFRPE pela disponibilização de veículos para as viagens a campo.

Literatura Citada

- Acheampong, S. & J.D. Stark. 2004.** Can reduced rates of pymetrozine and natural enemies control the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (Homoptera:Aphididae), on broccoli? Int. J. Pest Manag. 50: 275–279.
- AGROFIT (Sistema de agrotóxicos fitossanitários). 2022.** (http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acessado em 20.01.2022
- Albajes, R., C. Lopez & X. Pons. 2003.** Predatory fauna in cornfields and response to imidacloprid seed treatment. J Econ Entomol. 96: 1805–1813.
- Ali, A., N. Desneux, Y. Lu, B. Liu & K. Wu. 2016.** Characterization of the natural enemy community attacking cotton aphid in the Bt cotton ecosystem in Northern China. Sci. Rep. 6: e24273.
- Araujo, T.A., C.S. Bastos & J.B. Torres. 2011.** Capacidade de adaptação. Rev. Cultivar. 146: 23–25.
- Barros, E.M., G.G. Rolim & J.B. Torres. 2018.** Pragas iniciais do algodoeiro. Rev. Cultivar Grandes Culturas 234: 47–51.
- Barry, J.D., H.E. Portillo, I.B. Annan, R.A. Cameron, D.G. Clagg, R.F. Dietrich, L.J. Watson, R.M. Leighty, D.L. Ryan, J.A. McMillan, R.S. Swain & R.A. Kaczmarczyk. 2015.** Movement of cyantraniliprole in plants after foliar applications and its impact on the control of sucking and chewing insects. Pest. Manag. Sci. 71: 395–403.

- Bastos, C.S. & J.B. Torres. 2006.** Controle biológico e o manejo integrado de pragas do algodoeiro. Campina Grande, Embrapa Algodão, 63p. (Circular Técnica 72)
- Baugh, B.A. & D.L. Kerns. 2010.** Efficacy of insecticides targeting cotton aphids and impact on key aphid predators (pp. 956–961). Proceedings of the 2010 Beltwide Cotton Conference, New Orleans, LA.
- Bestete, L.R., J.B. Torres, R.B.B. Silva & C.S.A. Silva-Torres. 2016.** Water stress and kaolin spray affect herbivorous insects success on cotton. *Arthrop. Pl. Int.* 10: 445–453.
- Bordini, I., P.C. Ellsworth, S.E. Naranjo & A. Fournier. 2021.** Novel insecticides and generalist predators support conservation biological control in cotton. *Biol Control* 154: 104502.
- Cabral, S., P. Garcia & A.O. Soares. 2008.** Effects of pirimicarb, buprofezin and pymetrozine on survival, development and reproduction of *Coccinella undecimpunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Biocontrol Sci. Technol.* 18: 307–318.
- Cook D., A. Herbert, D.S. Akin & J. Reed. 2011.** Biology, crop injury, and management of thrips (Thysanoptera: Thripidae) infesting cotton seedlings in the United States. *J. Integr. Pest Manag.* 2(2):B1–B9.
- Douglas, M.R. & J.F. Tooker. 2015.** Large-scale deployment of seed treatments has driven rapid increase in use of neonicotinoid insecticides and preemptive pest management in U.S. field crops. *Environ. Sci. Technol.* 49: 5088–5097.
- Douglas, M.R. & J.F. Tooker. 2016.** Meta-analysis reveals that seed-applied neonicotinoids and pyrethroids have similar negative effects on abundance of arthropod natural enemies. *Peerj* 4: e2776.
- Dubey, A., M.T. Lewis, G.P. Dively & K.A. Hamby. 2020.** Ecological impact of pesticide seed treatments on arthropod communities in a grain crop rotation. *J. Appl. Ecol.* 57: 936–951.
- Esquivel, C.J., E.J. Martinez, R. Baxter, R. Trabanino, C.M. Ranger, A. Michel & L.A. Canas. 2020.** Thiamethoxam Differentially Impacts the Survival of the Generalist Predators, *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) and *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae), When Exposed via the Food Chain. *J. Insect. Sci.* 20(4): 13; 1–10.
- Frisvold, G.B., R.E. Tronstad, R.L. Nichols, M.D. Watson & E.F. Hequet. 2007.** Scope and economic effects of sticky cotton, p.5–30. In E. Hequet, T.J. Henneberry & R.L. Nichols, eds. 2007. Sticky cotton: causes, effects, and prevention. USDA-ARS. Technical Bulletin 1915, National Technical Information Service, Springfield, 210p.
- Furlan, L., A. Pozzebon, C. Duso, N. Simon-Delson, F. Sanchez-Bayo, P.A. Marchand, F. Codato, M.B. van Lexmond & J.-M. Bonmatin. 2021.** An update of the Worldwide Integrated Assessment (WIA) on systemic insecticides. Part 3: alternatives to systemic insecticides. *Environ. Sci. Poll. Res.* 28: 11798–11820.

- Gontijo, P.C., V.F. Moscardini, J.P. Michaud & G.A. Carvalho. 2015.** Non-target effects of two sunflower seed treatments on *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). *Pest Manag. Sci.* 71: 515–522.
- Hendrix, D.L., T.J. Henneberry, C.C. Chu & W.E. Coates. 2001.** Enzyme treatment of honeydew–contaminated cotton fiber. *Appl. Engineer. Agric.* 17: 571–576.
- Hull, L.A. & E.H. Beers. 1985.** Ecological selectivity: Modifying chemical control practices to preserve natural enemies, p. 103–122. In Hoy, M.A. & D.C. Herzog (eds.), *Biological control in agricultural IPM systems*. New York, Academic Press Inc, 589p.
- Hunt, T.E., J.R. Wright & G.L. Hein. 2009.** Economic thresholds for today’s commodity values, p. 93–96. In *Proceedings of the University of Nebraska-Lincoln Crop Production Clinics*. Lincoln, UNL.
- Huynh, K., E. Leonard, J. Chong, C. Palmer & N. Tharayil. 2021.** Persistence and metabolism of the diamide insecticide cyantraniliprole in tomato plants. *Sci Rep.* 11: e21570.
- Kohl, K.L., L.K. Harrell, J.F. Mudge, S. Subbiah, J. Kasumba, E. Osma, A.K. Barman & T.A. Anderson. 2019.** Tracking neonicotinoids following their use as cotton seed treatments. *PeerJ* 7:e6805.
- Kosari, A.A. & M. Fazeli-Dinan. 2016.** Residual effects of four pesticides on the predatory bug, *Orius albidipennis* Reut. (Hem.: Anthocoridae). *Arch. Phytopathol. Pl. Prot.* 49: 252–261.
- Kristinsson, H. 1994.** Pymetrozine: a new insecticide, p. 85–102. In G.G. Briggs (ed.), *Advances in the chemistry of insect control III*. Cambridge, Royal Society of Chemistry, 250p.
- Labrie, G., A.V. Gagnon, A. Vanasse, A. Latraverse & G. Tremblay. 2020.** Impacts of neonicotinoid seed treatments on soil-dwelling pest populations and agronomic parameters in corn and soybean in Quebec (Canada). *PLoS ONE* 15, e0229136.
- Machado, A.V.A., D.M. Potin, J.B. Torres & C.S.A. Silva-Torres. 2019.** Selective insecticides secure natural enemies action in cotton pest management. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 184, e109669.
- Mandal, S. 2012.** Bio-efficacy of Cyazypyr 10% OD, a new anthranilic diamide insecticide, against the insect pests of tomato and its impact on natural enemies and crop health. *Acta Phytopathol. Hun.* 47: 233–249.
- Marshall, K.L., D. Collins, L.J. Wilson & G.A. Herron. 2015.** Efficacy of two thiamethoxam pre-germination seed treatments and a phorate side-dressing against neonicotinoid- and pirimicarb-resistant cotton aphid, *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae). *Austral Entomol.* 54: 351–357.

- Milosavljević, I., A.D. Esser, K.M. Murphy & D.W. Crowder. 2019.** Effects of imidacloprid seed treatments on crop yields and economic returns of cereal crops. *Crop Prot.* 119: 166–171.
- Moser, S.E. & J.J. Obrycki. 2009.** Non-target effects of neonicotinoid seed treatments; mortality of coccinellid larvae related to zoophytophagy. *Biol. Control* 51: 487–492.
- Mullin, C.A., M.C. Saunders, T.W. Leslie, D.J. Biddinger & S.J. Fleischer. 2005.** Toxic and behavioral effects to Carabidae of seed treatments used on Cry3Bb1- and Cry1Ab/c-protected Corn. *Environ. Entomol.* 34: 1626–1636.
- Naranjo, S.A. 2001.** Conservation and evaluation of natural enemies in IPM systems for *Bemisia tabaci*. *Crop Prot.* 20: 835–852.
- Naranjo, S.E, H.M. Flint & T.J. Henneberry. 1996.** Binomial sampling plans for estimating and classifying population density of adult *Bemisia tabaci* on cotton. *Entomol. Exp. Appl.* 80: 343–353.
- Neves, R.C.S., A.T. Showler, E.S. Pinto, C.S. Bastos & J.B. Torres. 2013.** Reducing boll weevil populations by clipping terminal buds and removing abscised fruiting bodies. *Entomol. Exp. Appl.* 146: 276–285.
- North, J.H., J. Gore, A.L. Catchot, S.D. Stewart, G.M. Lorenz, F.R. Musser, D.R. Cook, D.L. Kerns & D.M. Dodds. 2017.** Value of neonicotinoid insecticide seed treatments in Mid-South cotton (*Gossypium hirsutum* [Malvales: Malvaceae]) production systems. *J. Econ. Entomol.* 111: 10–15.
- Nottingham, L., T.P. Kuhar, T. Kring, D.A. Herbert, R. Arancibia & P. Schultz. 2017.** Effects of thiamethoxam-treated seed on Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae), nontarget arthropods, and crop performance in southwestern Virginia snap beans. *Environ. Entomol.* 46: 1397–1405.
- Oliveira, M.R.V., E. Amancio, R.A. Laumann & L.O. Gomes. 2003.** Natural enemies of *Bemisia tabaci* (Gennadius) B biotype and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) in Brasília, Brazil. *Neotrop. Entomol.* 32: 151–154.
- Pedigo, L.P., S.H. Hutchins & L.G. Higley. 1986.** Economic injury levels in theory and practice. *Annu. Rev. Entomol.* 31: 341–368.
- Reisig, D., D.A. Herbert, S. Malone. 2012.** Impact of neonicotinoid seed treatments on thrips (Thysanoptera: Thripidae) and soybean yield in Virginia and North Carolina. *J. Econ. Entomol.* 105: 884–889.
- Satpathy, S., B.S. Gotyal & V.R. Babu. 2020.** Role of novel insecticides in crop protection and their selectivity to natural enemies: A review. *J. Environ. Biol.* 41: 149–160.
- Seagraves, M.P. & J.G. Lundgren. 2012.** Effects of neonicotinoid seed treatments on soybean aphid and its natural enemies. *J. Pest Sci.* 85: 125–132.

- Selby, T.P., G.P. Lahm, T.M. Stevenson, K.A. Hughes, D. Cordova, I.B. Annan, J.D. Barry, E.A. Benner, M.J. Currie & T.F. Pahutski. 2013.** Discovery of cyantraniliprole, a potent and selective anthranilic diamide ryanodine receptor activator with cross-spectrum insecticidal activity. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 23: 6341–6345.
- Selby, T.P., G.P. Lahm, T.M. Stevenson. 2017.** A retrospective look at anthranilic diamide insecticides: discovery and lead optimization to chlorantraniliprole and cyantraniliprole. *Pest Manag. Sci.* 73: 658–665.
- Silvie, P.J., D. Thomazoni, M.F. Soria, P.E. Saran & J.L. Bélot. 2013.** Pragas e seus danos em algodoeiro. Instituto Mato-grossense do Algodão – IMAmt, Primavera do Leste, 184p.
- Singh, V., N. Sharma & S.K. Sharma. 2016.** A review on effects of new chemistry insecticides on natural enemies of crop pests. *Int. J. Sci. Environ. Technol.* 5: 4339–4361.
- Stern, V.M., R.R.F. Smith, R. van den Bosch & K.S. Hagen. 1959.** The integrated control concept. *Hilgardia* 29: 81–101.
- Stewart, S.D., D.S. Akin, J. Reed, J. Bacheler, A. Catchot, D. Cook, J. Gore, J. Greene, A. Herbert, R.E. Jackson, D.L. Kerns, B.R. Leonard, G.M. Lorenz, S. Micinski, D. Reisig, P. Roberts, G. Studebaker, K. Tindall & M. Toews. 2013.** Survey of thrips species infesting cotton across the Southern U.S. Cotton Belt. *J. Cotton Sci.* 17: 263–269.
- Suhail, A., T. Shafait & M. Arshad. 2012.** Seed treatment effects on wheat aphids and their coccinellid predators: impact of seed treatment on wheat aphids and coccinellid. LAP Lambert Academic Publ, 120p.
- Surulivelu, T., K. Venugopal, R. Kannan & V. Pandi. 1998.** Imidacloprid seed treatment effect on sucking pests, predators, plant growth and productivity in cotton. *Proc. World Cotton Res. Conf.* 2: 874–877.
- Taylor, A.G., C.J. Eckenrode & R.W. Straub. 2001.** Seed coating technologies and treatments for onion: challenges and progress. *HortScience* 36: 199–205.
- Torres, J.B. & J.R. Ruberson. 2004.** Toxicity of thiamethoxam and imidacloprid to *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) nymphs associated to aphid and whitefly control in cotton. *Neotrop. Entomol.* 33: 99–106.
- Torres, J.B., C.S.A. Silva-Torres & J.V. Oliveira. 2003b.** Toxicity of pymetrozine and thiamethoxam to *Aphelinus gossypii* and *Delphastus pusillus*. *Pesqu. Agropec. Bras.* 38: 459–466.
- Torres, J.B., C.S.A. Silva-Torres & R. Barros. 2003a.** Relative effects of the insecticide thiamethoxam on the predator *Podisus nigrispinus* and the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* in nectaried and nectariless cotton. *Pest Manag. Sci.* 59: 315–323.

- Torres, J.B., E.M. Barros, R.R. Coelho & R.M.M. Pimentel. 2010.** Zoophytophagous pentatomids feeding on plants and implications for biological control. *Arthrop. Pl. Inter.* 4: 219–227.
- Wyss, P. & M. Bolsinger. 1997.** Translocation of pymetrozine in plants. *Pestic Sci* 50: 195–202.
- Zhang, L., S.M. Greenberg, Y. Zhang & T. Liua. 2011.** Effectiveness of thiamethoxam and imidacloprid seed treatments against *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) on cotton. *Pest Manag Sci.* 67: 226–232.
- Zhang, Z., X. Zhang, Y. Wang, Y. Zhao, J. Lin, F. Liu & W. Mu. 2016.** Nitenpyram, dinotefuran, and thiamethoxam used as seed treatments act as efficient controls against *Aphis gossypii* via high residues in cotton leaves. *J. Agric. Food Chem.* 64: 9276–9285.

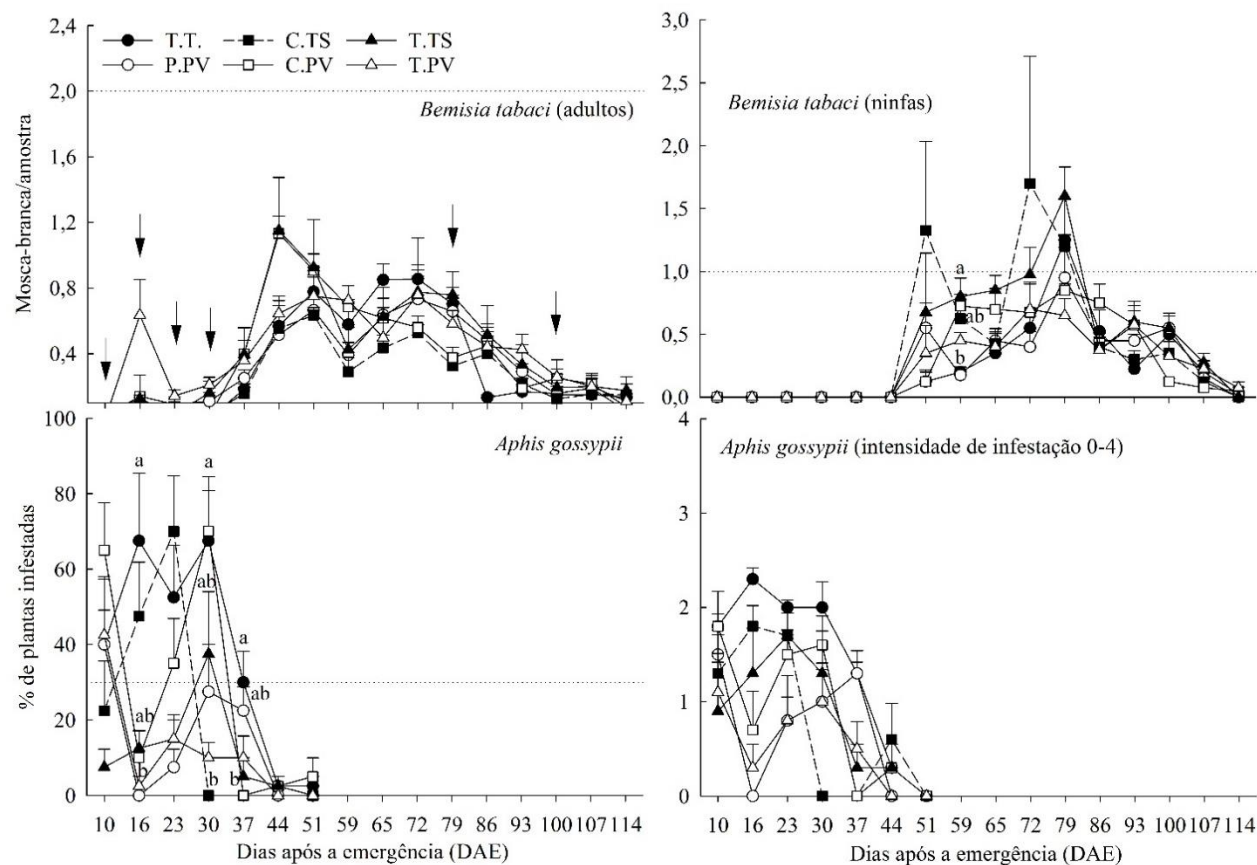


Figura 1. Densidade média (+EP) de adultos e ninfas de mosca-branca, *Bemisia tabaci*, e porcentagem de plantas e intensidade de infestação do pulgão-do-algodoeiro, *Aphis gossypii*, nos tratamentos testemunha (T.T.), pimetrozina pulverização (P.PV), ciantraniliprole tratamento de sementes (C.TS) e pulverização (C.PV), tiametoxam tratamento de sementes (T.TS) e pulverização (T.PV), em função das datas de avaliação. Nota: Letras indicam que houve diferença entre tratamentos, na respectiva data de avaliação (Tukey HSD, $\alpha = 0,008$). Setas indicam as datas de pulverização e linhas tracejadas indicam o nível de controle adotado.

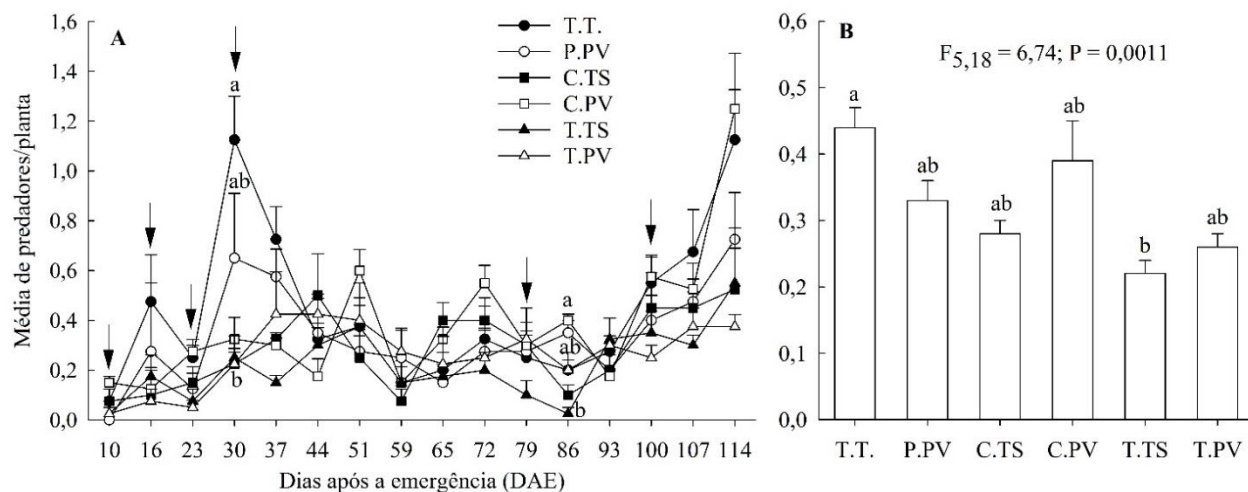


Figura 2. Abundância média de artrópodes predadores (insetos + aranhas) (+EP) por planta, em função das datas de avaliação (A), e média sazonal (+EP) de predadores por planta em função dos tratamentos (B), testemunha (T.T.), pimetrozina pulverização (P.PV), ciantraniliprole tratamento de sementes (C.TS) e pulverização (C.PV), tiametoxam tratamento de sementes (T.TS) e pulverização (T.PV). Nota: Letras indicam que houve diferença entre tratamentos na respectiva data de avaliação em A; enquanto barras seguidas com letras diferentes, em B, representam diferença entre tratamentos (Tukey HSD, $\alpha = 0,008$). Setas indicam semanas em que ocorreram pulverização de inseticida.

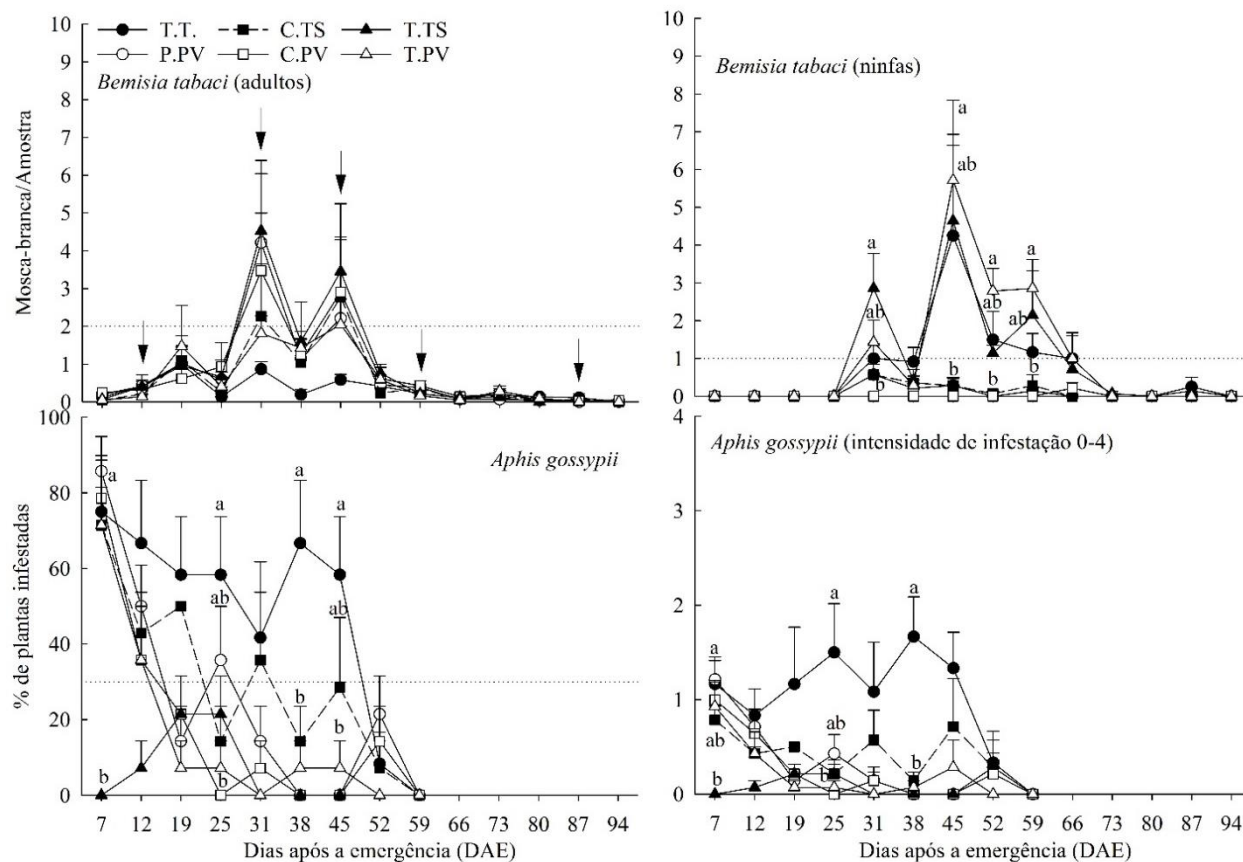


Figura 3. Densidade média (+EP) de adultos e ninfas de mosca-branca, *Bemisia tabaci*, e porcentagem de plantas e intensidade de infestação do pulgão-do-algodoeiro, *Aphis gossypii*, em microparcelas no período de baixa precipitação, em função dos tratamentos testemunha (T.T.), pimetozina pulverização (P.PV), ciantraniliprole tratamento de sementes (C.TS) e pulverização (C.PV), tiametoxam tratamento de sementes (T.TS) e pulverização (T.PV). Nota: Letras indicam que houve diferença entre tratamentos na respectiva data de avaliação (Tukey HSD, $\alpha = 0,008$). Setas indicam pulverização de inseticida na data de avaliação e linhas tracejadas indicam nível de controle adotado.

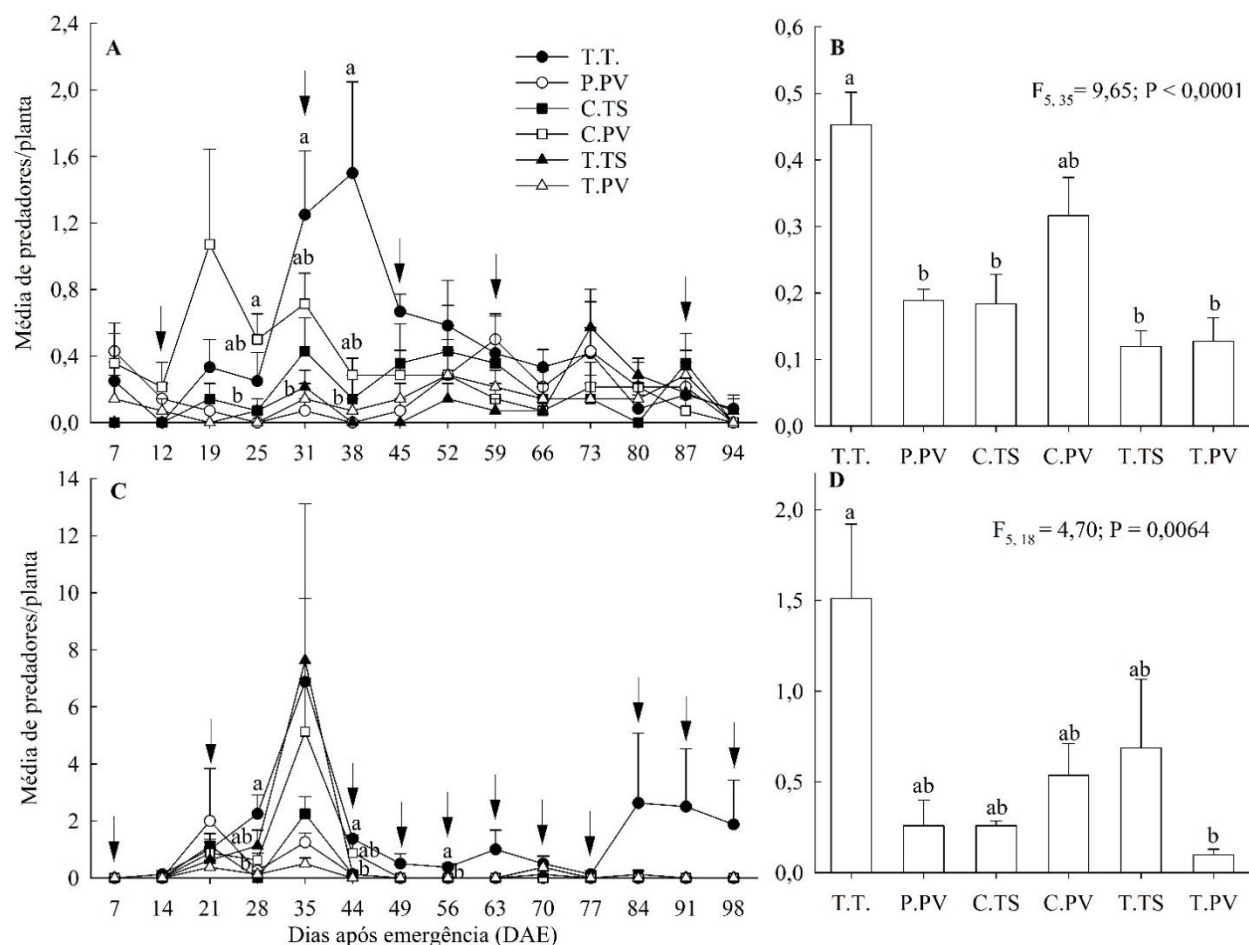


Figura 4. Abundância de artrópodes predadores (insetos + aranhas) por planta de algodão (A e C) e média sazonal (C e D) nos períodos de baixa (A e B) e alta precipitação (C e D), em função dos tratamentos testemunha (T.T.), pimetozina pulverização (P.PV), ciantraniliprole tratamento de sementes (C.TS) e pulverização (C.PV), tiametoxam tratamento de sementes (T.TS) e pulverização (T.PV), em microparcelas. Nota: Letras indicam que houve diferença entre tratamentos na respectiva data de avaliação em A e C; enquanto barras seguidas com letras diferentes representam diferenças entre tratamentos em B e D (Teste de Tukey HSD, $\alpha = 0,008$). A escala de Y difere devido a variação na abundância das espécies em função da época.

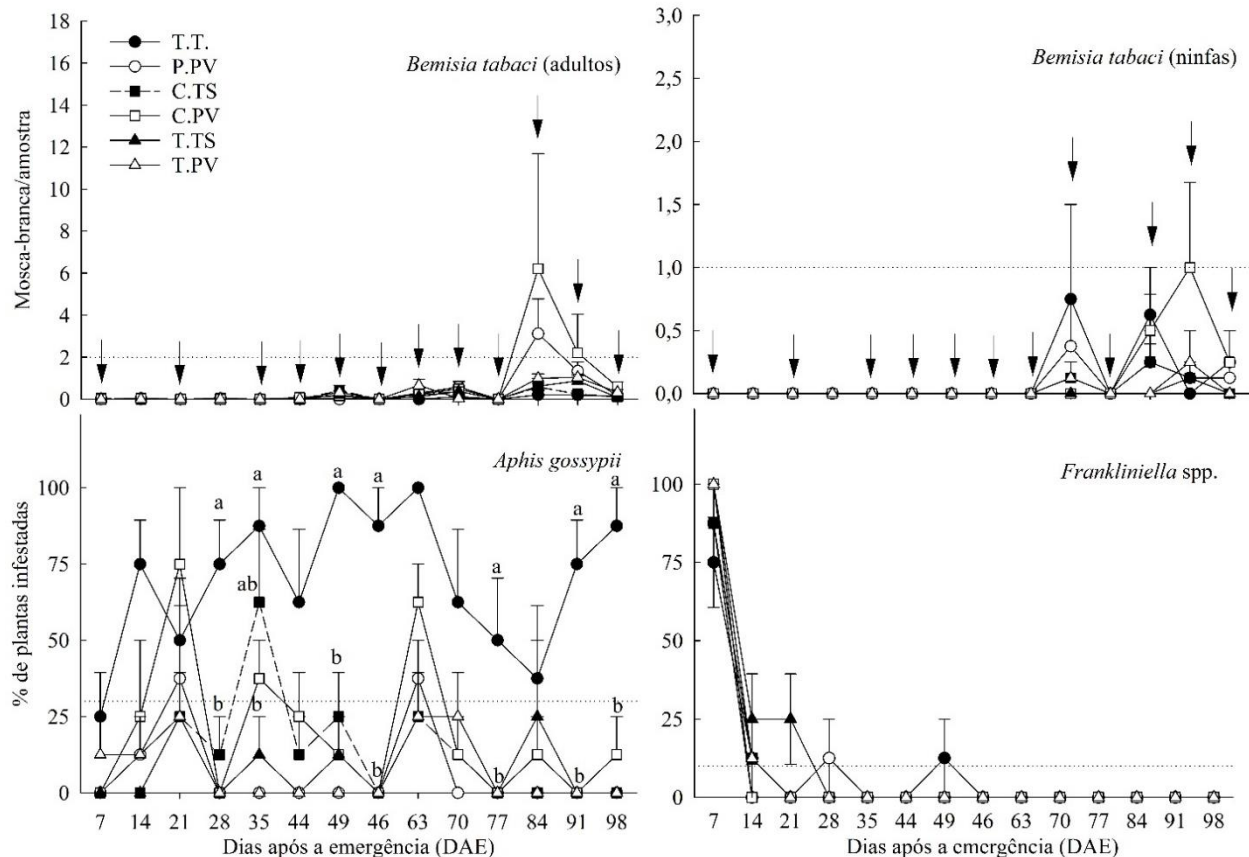


Figura 5. Densidade média (+EP) de adultos (A) e ninfas (B) de mosca-branca, *Bemisia tabaci*, e porcentagem de plantas infestadas com pulgão-do-algodoeiro, *Aphis gossypii* (C) ou com tripses, *Frankliniella* spp. (D), em algodoeiro cultivado em microparcelas no período de alta precipitação submetido aos tratamentos testemunha (T.T.), pimetozina pulverização (P.PV), ciantraniliprole tratamento de sementes (C.TS) e pulverização (C.PV), tiametoxam tratamento de sementes (T.TS) e pulverização (T.PV). Nota: Letras indicam que houve diferença entre tratamentos na respectiva data de avaliação (Tukey HSD, $\alpha = 0,008$). Setas indicam pulverização de inseticida na data de avaliação e linhas tracejadas indicam nível de controle adotado.

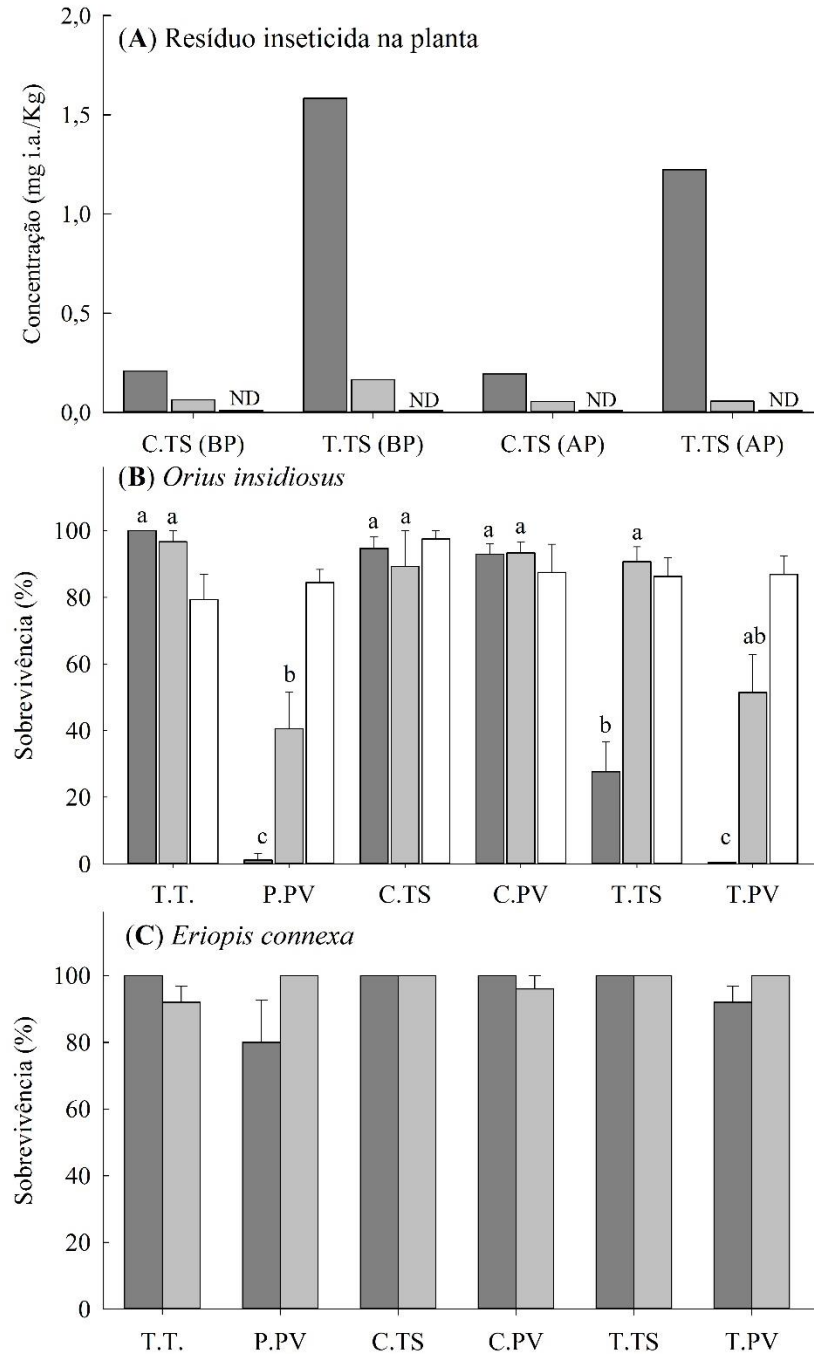


Figura 6. Concentração de tiametoxam e ciantraniliprole, em plantas de algodão oriundas do tratamento de sementes, aos 12, 22 e 32 dias após a emergência (DAE) nos períodos de baixa (BP) e alta precipitação (AP) ou não detectado (ND) (A); e sobrevivência dos predadores *Orius insidiosus* (B) e *Eriopis connexa* (C), após 48h de confinamento com material vegetal coletado de plantas dos tratamentos testemunha (T.T.), pimetozina pulverização (P.PV), ciantraniliprole tratamento de sementes (C.TS) e pulverização (C.PV), tiametoxam tratamento de sementes (T.TS) e pulverização (T.PV). Barras com mesma cor com letras diferentes em B e C, representam diferença entre tratamentos, para as respectivas datas de avaliação (Tukey HSD, $\alpha=0,008$).

CAPÍTULO 3

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tratamento de sementes com inseticidas sistêmicos é uma prática recomendada para o manejo preventivo de pragas iniciais, sejam de parte aérea ou de solo, em várias culturas como o algodoeiro. Uma das premissas do tratamento de sementes é que o inseticida distribuído nos tecidos da planta expõe apenas os herbívoros sugadores, separando espacialmente o produto tóxico dos demais organismos não alvo, como os inimigos naturais. Neste trabalho, o tratamento de sementes foi capaz de garantir a supressão de algumas pragas iniciais de parte aérea tais como pulgão-do-algodoeiro e mosca-branca, no período inicial do cultivo do algodão, todavia, com resultados variáveis entre os inseticidas testados e formas de uso. A ação de controle do tiametoxam foi maior que a do ciantraniliprole, com exceção de tripses, tendo em vista que nenhum dos dois inseticidas suprimiu a infestação. Portanto, a hipótese de proteção da planta da infestação inicial de pragas sugadoras com ciantraniliprole via tratamento de semente, não garantiu o manejo satisfatório quando comparado ao tiametoxam.

A utilização de inseticidas mais seletivos é recomendada, pois organismos não alvo como predadores zoofitófago, polinizadores, decompositores, e outros, podem se contaminar ao utilizarem os subprodutos da planta tais como néctar, pólen e seiva das plantas como complemento alimentar. Entretanto, o inseticida não seletivo tiametoxam quando utilizado via tratamento de sementes permitiu maior sobrevivência do predador zoofitófago, *Orius insidiosus*, que quando aplicado através da pulverização foliar, enquanto o inseticida ciantraniliprole promoveu alta sobrevivência do predador zoofitófago, independentemente do modo de uso (tratamento de sementes ou pulverização foliar). Por outro lado, a sobrevivência do predador mastigador, *Eriopis*

connexa, não foi afetada negativamente pelo tiametoxam utilizado via tratamento de sementes. Desta forma, a hipótese de que o tratamento de sementes garante seletividade ecológica aos predadores, independente do inseticida utilizado, não procede, tendo em vista que o tiametoxam comportou-se como não seletivo quando comparado ao ciantraniliprole. Contudo, o tratamento de sementes mesmo com o inseticida não seletivo como é o caso do tiametoxam, permitiu maior sobrevivência do predador zoofitófago do que a pulverização foliar. A pulverização foliar coloca o resíduo do inseticida diretamente em contato com os organismos que estejam sobre as plantas enquanto no tratamento de sementes somente os organismos que se alimentam das plantas são expostos aos seus efeitos tóxicos. Considerando que predadores zoofitófagos se alimentam ocasionalmente das plantas, a exposição ao ingrediente ativo circulando no interior dos tecidos vegetais se dá menos frequentemente e a menores concentrações do que a exposição contínua ao resíduo seco presente na superfície foliar. Portanto, a hipótese de que a seletividade ecológica obtida mediante o tratamento de sementes com inseticida é dependente do hábito alimentar do predador foi aceita. O predador mastigador *E. connexa* não foi afetado pelo tratamento de sementes, em comparação ao predador zoofitófago, *O. insidiosus*.

Em todas as ocasiões e ensaios em que a abundância de inimigos naturais predadores (insetos e aranhas) diferiu entre os tratamentos, ocorreu maior abundância na testemunha. Este resultado ressalta a importância de considerar o tratamento de sementes como medida de controle preventiva somente em casos de levantamento prévio ou histórico de infestação com pragas iniciais e, sempre que possível, empregar inseticidas seletivos. Fato caracterizado, por exemplo, em levantamento feito em áreas de milho e soja no território de Québec, Canada (Labrie *et al.* 2020). De acordo com este estudo 95% da área empregando tratamento sementes, não justificava a sua utilização.

Os tratamentos de sementes testados apresentaram proteção da planta de algodão contra a infestação do pulgão, mas não contra a infestação do trips, em especial quando se utilizou o

tiametoxam, que tem recomendação de uso via tratamento de sementes contra a infestação de tripses. Contudo, vale salientar que nos ensaios realizados no presente trabalho houve alta pressão de infestação desta praga. Quanto a proteção da planta de algodão contra a mosca-branca, as infestações foram variáveis entre os experimentos, com densidades equivalentes ao nível de controle observadas após o período esperado de proteção das plantas com tratamento de sementes. Por fim, não foi constatada diferença estatística na produtividade do algodoeiro entre os tratamentos testados. Como o tratamento de sementes é uma prática preventiva, conhecimentos sobre a área como histórico de infestações, cultivos prévios cujas culturas sejam hospedeiras das pragas, uso de culturas armadilhas (pequenas áreas cultivadas antecipadamente para detecção de problemas com pragas), ou demais informações relevantes tais como época de cultivo propícia à ocorrência de surtos populacionais (plantios sujeitos a veranicos são mais propícios a infestações de insetos sugadores, tipo cultivo de segunda safra), são algumas das informações que podem auxiliar na tomada de decisão mais acertada sobre o uso ou não de tratamento de sementes. Por fim, vale expressar a preocupação com os pacotes tecnológicos disponibilizados atualmente, sendo difícil a obtenção de grandes quantidades de sementes comerciais de culturas como algodão, soja e milho que já não estejam tratadas com algum inseticida.

APÊNDICE

MATERIAL SUPLEMENTAR

Tabela 1S. Atividades realizadas em função dos dias após a emergência (DAE) das plantas de algodão em campo quanto ao tratamento de sementes (TS), pulverizações (PV), fertilização e controle de plantas daninhas. Frei Miguelinho, PE (Abril a Agosto de 2020).

DAE	Tratamento	Ingrediente ativo	Dosagem (g i.a.) ¹	Alvo
-5	Seletivo	Ciantraniliprole	240	TS – Sugadores
	Não seletivo	Tiametoxam	210	TS – Sugadores
10	Seletivo	Ciantraniliprole+Pimetrozina	75+200	PV – Pulgão
	Não seletivo	Tiametoxam	50	
16	Seletivo	Ciantraniliprole+Pimetrozina	75+200	PV - Pulgão
	Não seletivo	- ²	-	-
	Herbicida	Glifosato	720	PV – Plantas daninhas
23	Seletivo	Pimetrozina	200	PV – Pulgão
	Não seletivo	- ²	-	-
	Fertilizante	Sulfato de Amônia (21%N:2%S)	≈40g/m.l.	Cobertura
30	Seletivo	-	-	-
	Não seletivo	Clorpirifós	240	PV – Pulgão
	Herbicida	Glifosato	720	PV – Plantas daninhas
44	Fertilizante	10:08:08 de NPK, 1% Ca, 0,5%Mg, 0,5%Bo, 0,2%Cu, 0,5%Mn e 1%Zn	1500	PV – Foliar
60	Fertilizante	Sulfato de Amônia (21%N:2%S)	≈40g/m.l.	Cobertura
79	Seletivo	Pimetrozina	200	PV - Mosca-branca
	Não seletivo	- ²	-	-
	Fertilizante	10:08:08 de NPK, 1% Ca, 0,5%Mg, 0,5%Bo, 0,2%Cu, 0,5%Mn e 1%Zn		PV – foliar
100 ³	Seletivo Não seletivo	Tiametoxam+Lambda-cialotrina	40,3+31,8	PV – Bicudo-do- algodoeiro
149	Colheita	-	-	-

¹Gramas de ingrediente ativo por hectare (PV) ou por 100 Kg de sementes (TS); ²Sem infestação no nível de controle; ³Todas os tratamentos foram pulverizados com o mesmo inseticidas (Engeo Pleno[®]) visto não haver inseticida seletivo para o controle do bicudo-do-algodoeiro.

Tabela 2S. Atividades realizadas em função dos dias após a emergência (DAE) das plantas de algodão cultivadas em microparcelas quanto ao tratamento de sementes (TS), pulverizações (PV) e fertilização, nos períodos de baixa e alta precipitação local, Recife, PE.

DAE	Tratamento	Ingrediente ativo	Dosagem (g i.a.) ¹	Alvo
Baixa precipitação (Setembro 2020 a Janeiro 2021)				
-5	Seletivo	Ciantraniliprole	240	TS – sugadores
	Não seletivo	Tiametoxam	210	TS – sugadores
12	Seletivo	Ciantraniliprole + Pimetrozina	75+200	PV – Pulgão
	Não seletivo	Tiametoxam	50	
	Fertilizante	Sulfato de Amônia (21%N:2%S)	≈5g/planta	Cobertura
31	Seletivo	Oberon	144	PV - Pulgão e Mosca-branca
	Não seletivo	Dimexion	480	
47	Seletivo	Espinetoram + Piriproxifem	18 +50	Bicudo, Ácaro e Mosca branca
	Não seletivo	Fipronil + Piriproxifem	80 + 50	
52	Fertilizante	Sulfato de Amônia (21%N:2%S)	≈5g/planta	Cobertura
61	Seletivo	Etiprole 200 SC	100	Bicudo-do- algodoeiro
	Não seletivo	Malationa	1000	
87	Seletivo	Bifentrina 100 EC	60	Bicudo
	Não seletivo			
98	Maturador	2,4-D dimetilamina	70	Maturação
101	1ª Colheita	-	-	-
123	2ª Colheita	-	-	-
Alta precipitação (Janeiro a Março de 2021)				
-5	Seletivo	Ciantraniliprole	240	TS – sugadores
	Não seletivo	Tiametoxam	210	TS – sugadores
7	Seletivo	Espinosade	72	Tripes
	Não seletivo	Metomil	100	Tripes
21	Seletivo	Ciantraniliprole + Pimetrozina	75+200	Pulgão
	Não seletivo	Tiametoxam	50	Pulgão
	Fertilizante	Sulfato de Amônia (21%N:2%S)	≈5g/planta	Cobertura
35	Seletivo	Fipronil	80	Bicudo
	Não seletivo			
44	Seletivo	Carbosufano	700	Bicudo
	Não seletivo			
49	Seletivo	Malationa	1000	Bicudo
	Não seletivo			
56	Seletivo	Malationa	1000	Bicudo
	Não seletivo			
63	Seletivo	Fipronil	80	Bicudo, mosca-branca e pulgão
	Não seletivo			
	Fertilizante	Sulfato de Amônia (21%N:2%S)	≈5g/planta	Cobertura

Tabela 2S. Continuação.

70	Seletivo Não seletivo	Carbosulfano	700	Bicudo, mosca-branca e pulgão
77	Seletivo Não seletivo	Tiametoxam +Lambda-cialotrina	40,3+31,8	Bicudo
84	Seletivo Não seletivo	Carbosulfano	700	Bicudo
91	Seletivo Não seletivo	Metidationa	400	Bicudo
98	Seletivo Não seletivo	Profenofós + Cipermetrina	400+40	Bicudo
	Maturador	2,4-D dimetilamina	70	Maturação
105	1ª Colheita	-	-	-

¹Gramas de ingrediente ativo por hectare (PV) ou por 100 Kg de sementes (TS).

Tabela 3S. Produtividade de algodão em rama (caroço + pluma) obtida nos diferentes tratamentos empregando pulverização (PV) ou tratamento de sementes (TS), com experimentos de campo (Frei Miguelinho, PE), microparcels em período de baixa (BP) e alta (AP) precipitação (Recife, PE).

Tratamentos	Produtividade (g/planta)		
	Campo	Microparcels BP	Microparcels AP ¹
Testemunha	52,1 ± 1,76	40,3 ± 7,76	10,7 ± 1,71
Pimetrozina PV	39,3 ± 3,22	50,3 ± 5,98	16,0 ± 2,91
Ciantraniliprole PV	47,6 ± 3,40	44,5 ± 6,22	14,4 ± 2,28
Ciantraniliprole TS	37,5 ± 3,08	31,9 ± 2,48	20,6 ± 3,41
Tiametoxam PV	45,0 ± 2,27	40,3 ± 3,96	13,5 ± 2,49
Tiametoxam TS	37,8 ± 5,16	46,8 ± 2,95	10,5 ± 2,60
CV	14,7%	31,4%	36,70%
Shapiro-Wilk	W = 0,6726	W = 0,6651	W = 0,6848
Estatística	F = 1,58 P = 0,2166	F = 1,60 P = 0,1887	F = 2,07 P = 0,1173

¹Produvidade somente da primeira colheita manual (detalhes na metodologia).