

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO CAMPUS URUTAÍ**

RENATO WILLIAN RODRIGUES DO NASCIMENTO

ANGULAÇÃO FOLIAR E SUA RELAÇÃO NO MANEJO DE TRIPES

**URUTAÍ - GOIÁS
2022**

RENATO WILLIAN RODRIGUES DO NASCIMENTO

ANGULAÇÃO FOLIAR E SUA RELAÇÃO NO MANEJO DE TRIPES

Trabalho de Curso apresentado ao IF Goiano
Campus Urutaí como parte das exigências do
Curso de Graduação em Agronomia para
obtenção do título de Bacharel em
Agronomia.

Orientador: Prof^ª. Dr. Alexandre Igor de
Azevedo Pereira.

RENATO WILLIAN RODRIGUES DO NASCIMENTO

ANGULAÇÃO FOLIAR E SUA RELAÇÃO NO MANEJO DE TRIPES

Monografia apresentada ao IF Goiano
Campus Urutaí como parte das exigências
do Curso de Graduação em Agronomia
para obtenção do título de Bacharel em
Agronomia.

Aprovada em 04 de outubro de 2022



Prof. Dr. Alexandre Igor de Azevedo Pereira
(Orientador e Presidente da Banca Examinadora)
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí



Eng. Agrônomo Lucas de Azevedo Sales
Programa de Pós-Graduação em Olericultura
Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos



Profa. Dra. Carmen Rosa da Silva Curvêlo
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

dR394a do Nascimento, Renato Willian Rodrigues
Angulação foliar e sua relação no manejo de tripes
/ Renato Willian Rodrigues do Nascimento;
orientador Alexandre Igor Azevedo Pereira. --
Urutai, 2022.
20 p.

TCC (Graduação em Bacharelado em Agronomia) --
Instituto Federal Goiano, Campus Urutai, 2022.

1. folhas. 2. Allium cepa. 3. Thripidae. 4.
campo. 5. fitotecnia. I. Pereira, Alexandre Igor
Azevedo , orient. II. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo: _____

Nome completo do autor: _____

Matrícula: _____

Renato Willian Rodrigues do Nascimento

2018101200240259

Título do trabalho: _____

Angulação foliar e sua relação no manejo de tripses

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 20/12/2022

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Urutá, Goiás

Local

20/12/2022

Data


Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Cliente e de acordo:


Assinatura do(a) orientador(a)



ATA DE APRESENTAÇÃO DE TRABALHO DE CURSO

Aos 04 dias do mês de outubro de dois mil e vinte e dois reuniram-se: Prof. Dr. ALEXANDRE IGOR DE AZEVEDO PEREIRA, Eng. Agr. LUCAS DE AZEVEDO SALES e Prof. Dra. CARMEN ROSA DA SILVA CURVÊLO nas dependências do Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí (GO), para avaliar o Trabalho de Curso do(a) acadêmico(a): RENATO WILLIAN RODRIGUES DO NASCIMENTO, como requisito necessário para conclusão do Curso Superior de Bacharelado em Agronomia. O presente TC tem como título: ANGULAÇÃO FOLIAR E SUA RELAÇÃO NO MANEJO DE TRIPES.

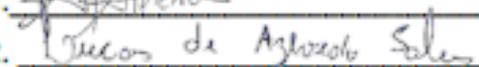
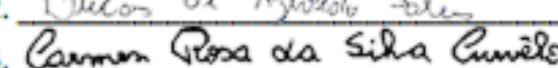
Após análise, foram dadas as seguintes notas:

Avaliadores	Notas
1. Prof. Dr. ALEXANDRE IGOR DE AZEVEDO PEREIRA	9,0
2. ENG. AGR. LUCAS DE AZEVEDO SALES	9,0
3. Prof. Dra. CARMEN ROSA DA SILVA CURVÊLO	9,0
Média final:	9,0

OBSERVAÇÕES:

Por ser verdade firmamos a presente:

Nome e Assinatura:

1. 
2. 
3. 

DEDICATÓRIA

À minha família

*E aqueles que contribuíram para que eu chegasse até
esta etapa de minha vida.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades. Ao IF Goiano pelo apoio institucional e acadêmico oferecido. Ao meu orientador pelo suporte com correções e incentivos. À toda minha família pelo amor, incentivo e apoio incondicional...sem eles nada seria possível! E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

SUMÁRIO

RESUMO	ix
ABSTRACT	x
INTRODUÇÃO.....	1
MATERIAL E MÉTODOS.....	2
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	3
CONCLUSÕES	6
REFERÊNCIAS	6

ANGULAÇÃO FOLIAR E SUA RELAÇÃO NO MANEJO DE TRIPES

Renato Willian Rodrigues do Nascimento ⁽¹⁾, Alexandre Igor de Azevedo Pereira ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Instituto Federal Goiano Campus Urutaí, Rodovia Prof. Geraldo Silva Nascimento, Km 2,5, CEP 75790-000 Urutaí, GO, Brasil. E-mail: willianrenatow@gmail.com, aiapereira@yahoo.com.br

RESUMO - O ângulo foliar formado entre as estruturas vegetais de crescimento, em plantas de alho, é um importante marcador fenotípico de resistência contra a ação de tripes. Menores ângulos foliares indicam maior proteção favorável ao *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae), um inseto com reconhecido hábito tigmotático. Enquanto que maiores ângulos indicam menor preferência desse inseto. Pela maior exposição a inimigos naturais, bem como fatores abióticos. O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito, de forma isolada ou combinada, da *Beauveria bassiana* e silicato de potássio na angulação foliar em plantas de alho, por três safras consecutivas (2017, 2018 e 2019). Os tratamentos (T1) *Beauveria bassiana* - Bb, (T2) Silicato de Potássio - SilK, (T3) Clorfenapir - inseticida/acaricida, (T4) Bb+SilK (sob mistura binária em tanque) e (T5) controle absoluto (apenas água) foram dispostos em um DBC com quatro repetições por safra. As atividades experimentais foram executadas em uma área de produção comercial (Fazenda Paineiras, Lote 5) de alho nobre (cv. Ito) localizada no município de Campo Alegre de Goiás (sudeste do estado de Goiás, Brasil). Bb+SilK promoveu angulação foliar adequada para redução da capacidade suporte das plantas de alho contra a colonização de tripes.

Palavras-chave: folhas, *Allium cepa*, Thripidae, campo, fitotecnia.

LEAF ANGULATION AND ITS RELATIONSHIP ON THRIPS MANAGEMENT

Renato Willian Rodrigues do Nascimento ⁽¹⁾, Alexandre Igor de Azevedo Pereira ⁽¹⁾

⁽¹⁾Instituto Federal Goiano Campus Urutaí, Rodovia Prof. Geraldo Silva Nascimento, Km 2,5, CEP 75790-000 Urutaí, GO, Brasil. E-mail: willianrenatow@gmail.com, aiapereira@yahoo.com.br

ABSTRACT - The leaf angle formed between plant growth structures in garlic plants is an important phenotypic marker of resistance against thrips. Smaller leaf angles indicate greater protection favorable to *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae), an insect with a recognized thigmotactic habit. While larger angles indicate less preference of this insect. For greater exposure to natural enemies as well as abiotic factors. The aim of the present study was to evaluate the effect, alone or in combination, of *Beauveria bassiana* and potassium silicate on leaf angulation in garlic plants, for three consecutive seasons (2017, 2018 and 2019). The treatments (T1) *Beauveria bassiana* - Bb, (T2) Potassium Silicate - SilK, (T3) Chlorfenapyr - insecticide/acaricide, (T4) Bb+SilK (under binary tank mixing) and (T5) absolute control (water only) were arranged in a DBC with four replications per season. The experimental activities were carried out in an area of commercial production (Fazenda Paineiras, Lot 5) of noble garlic (cv. Ito) located in the municipality of Campo Alegre de Goiás (southeast of the state of Goiás, Brazil). Bb+SilK promoted adequate leaf angulation to reduce the support capacity of garlic plants against thrips colonization.

Key-words: leaves, *Allium cepa*, Thripidae, field, phytotechnics.

INTRODUÇÃO

Thrips tabaci (Thysanoptera: Thripidae) é um entrave na produção de alho nobre, semi-nobre ou comum em todo o território brasileiro (Leite et al. 2004). Um dos motivos é que esse inseto permanece na sua fase imatura entre as bainhas das folhas centrais do alho, pois são mais tenras e apresentam menor ângulo entre folhas, configurando-se como um abrigo (Mo et al. 2008). A estratégia mais utilizada para proteção das plantas contra essa praga, através de inseticidas químicos sintéticos, tem se tornado economicamente insustentável a cada ano, tanto pela falta de eficiência como pelo aumento do preço na aquisição que é regulado pelas variações cambiais da moeda norte-americana. Além disso, os inseticidas recomendados para supressão de transmissores de fitovírus influenciam negativamente no controle biológico natural no agroecossistema do alho, que é tido como diverso em termos de presença de inimigos naturais (Silva et al. 2012), além de influenciarem na resistência induzida de insetos às moléculas químicas (Gao et al. 2012). Diante disso, métodos de controle mais seletivos e, portanto, conectados ao Manejo Integrado de Pragas (MIP) devem ser investigados para dirimir a dependência, bem como o problema da falta de eficiência dos inseticidas na cultura do alho.

O controle biológico dos tripses através do fungo *Beauveria bassiana* tem sido relatado como uma alternativa importante (Wu et al. 2013). No Brasil, esse fungo ainda é subutilizado na cultura do alho, incluindo naqueles cultivos que utilizam irrigação, onde a umidade relativa do ar acima de 50% é fundamental para sua virulência (Mishra et al. 2015). A arquitetura foliar das plantas, aliada ao uso da irrigação através de pivô central, comumente utilizada no município de Campo Alegre de Goiás bem como no Cerrado goiano, podem facilitar a dispersão de fungos entomopatogênicos que colonizam insetos-praga devido, dentre outros fatores, à própria manutenção da umidade (Shah & Pell 2003) e por essa colonização fúngica ocorrer de forma horizontal no campo entre insetos vivos ou já infectados por meio de cadáveres, perpetuando-se (Klinger et al. 2006). O ângulo foliar formado entre as estruturas vegetais de crescimento, em plantas de alho, é um importante marcador fenotípico de resistência contra a ação de tripses. Menores ângulos foliares indicam maior proteção favorável ao *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae), um inseto com reconhecido hábito tigmotático. Enquanto que maiores ângulos indicam menor preferência desse inseto. O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito, de forma isolada ou combinada, da *Beauveria bassiana* e silicato de potássio na angulação foliar em plantas de alho, por três safras consecutivas (2017, 2018 e 2019).

MATERIAL E MÉTODOS

O delineamento foi em blocos casualizados (DBC) com quatro repetições, onde cada parcela experimental foi constituída por quatro linhas duplas com plantas cultivadas com espaçamento de 30 cm entre as linhas duplas, 10 cm entre fileiras simples e 10 cm entre plantas (30 cm x 10 cm x 10 cm) em canteiros com dimensão unitária de 5 m de comprimento e 2 m de largura. Para cada unidade experimental, dentro de cada bloco, foi utilizada bordadura de 2 m de comprimento com o intuito de manter a integridade dos tratamentos entre parcelas adjacentes. Cada bloco experimental foi espaçado um do outro por 3 m de largura, para delimitar a bordadura entre blocos.

As aplicações dos tratamentos (T1) Bb (*Beauveria bassiana*), (T2) SilK (Silicato de Potássio), (T3) Clorfenapir (Inseticida) e (T4) Bb+SilK (mistura binária em tanque entre Bb e SilK) foram realizadas com pulverizador costal (capacidade de 20 L) sobre as folhas de alho nas parcelas. Por fim, um tratamento correspondendo a um (T5) controle absoluto (aplicação de água) também foi explorado. Todos os aplicadores envolvidos utilizaram os equipamentos apropriados para proteção individual (EPI) seguindo as normas da legislação brasileira vigente.

A fonte de Bb utilizada foi proveniente do produto comercial BeauveControl® (Simbiose®, Cruz Alta, Rio Grande do Sul, Brasil) (registro MAPA do Brasil nº 3816) com o isolado IBCB 66 (2×10^9 UFC/g de produto) (4 g/kg e 4% m/m) na formulação pó molhável (WP) de classificação toxicológica (IV-pouco tóxico) e periculosidade ambiental classe IV (pouco perigoso ao meio ambiente). A dose de Bb utilizada foi de 2,5g de Bb L⁻¹ de água. O SilK utilizado foi o produto Silício Foliar comercializado pela empresa Solo Fértil SP Comercial Agrícola Ltda (São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil) (registro MAPA do Brasil nº 0944610000-9). O produto Silicato de Potássio (K₂SiO₃) possui 12% de peso de Silício (Si) e 15% de peso em Potássio (K₂O). A dose do SilK utilizada foi de 0,4 L de K₂SiO₃ 100 L⁻¹ de água de acordo com recomendação do fabricante. O inseticida-acaricida do grupo análogo de pirazol (BASF SE, São Paulo, Brasil) possui em sua composição 240 g L⁻¹ de Clorfenapir na formulação Suspensão Concentrada (SC) e registro no MAPA do Brasil nº 5898 para controle de Thrips tabaci na cultura do alho. Possui classificação toxicológica IV (pouco tóxico) e periculosidade ambiental de nível II (muito perigoso ao meio ambiente). A dose do inseticida Clorfenapir utilizada foi de 80 ml 100 ml⁻¹ de água (calda de 1000 L ha⁻¹).

A partir do 25º dia após a geminação (DAG), aplicações quinzenais de forma isolada (ou em mistura, para o caso do T4) foram dirigidas às folhas das plantas de alho presentes em toda unidade experimental, respeitando a aleatorização dos tratamentos. O ponto de escorrimento de cada produto nas folhas foi utilizado para interromper as aplicações foliares para cada parcela. As plantas de alho mantidas nas bordaduras entre parcelas experimentais, dentro de cada bloco, e entre os blocos, não foram pulverizadas servindo, apenas, para isolar os tratamentos.

O ângulo entre as folhas centrais do alho foi medido através de um transferidor de ângulos com régua fixa (150 mm) (modelo C19, Starrett®). Primeiramente, uma análise exploratória preliminar de todos os dados discretos foi realizada em obediência a cada repetição, bloco, tratamento e safra avaliados. Adicionalmente foram confeccionados gráficos do tipo BloxPlot para auxiliar na identificação de *outliers* e posterior eliminação dos mesmos (Esty & Banfield 2003). Todas as análises estatísticas no presente trabalho foram elaboradas com auxílio do software SAEG®. As tabelas foram elaboradas pelo programa Microsoft® Office Word (versão Windows 10 Home) e as figuras pelo programa SigmaPlot® versão 11 (Systat Software Inc.) devido à sua versatilidade.

Para o ângulo das folhas centrais do alho nobre procedemos, inicialmente, com uma análise preliminar de médias entre as três safras avaliadas. Todavia, pela falta de significância (através de ANOVA unidirecional) entre as safras para esse parâmetro previamente observada ($F= 3,56$; $P= 0,08$) (dados não apresentados em detalhes, nem discutidos) preferimos apresentar (vide Figura 4) os dados de ângulo entre as folhas centrais do alho nobre através de análises de regressão para cada tratamento, em função dos dias de avaliação correspondendo aos 25, 40, 55, 70, 85 e 100 DAG por intermédio da média desse parâmetro entre os valores mensurados nas safras de 2017, 2018 e 2019. Salientamos que a falta de significância entre o fator safras de alho sob o ângulo entre as folhas centrais pode ter ocorrido por questões de potencial genético da planta de alho nobre (cv. Ito).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As medições médias das safras 2017, 2018 e 2019 para o parâmetro ângulo das folhas centrais das plantas de alho nobre ajustaram-se a modelos matemáticos de regressão polinomial do tipo cúbica para todos os tratamentos avaliados. De modo geral, independente do tratamento avaliado, o ângulo entre as folhas de alho apresentou máximos valores entre o 40º e 55º DAG

para os tratamentos SilK, Inseticida, Bb+SilK, Bb e controle em ordem decrescente, respectivamente (Figura 1).

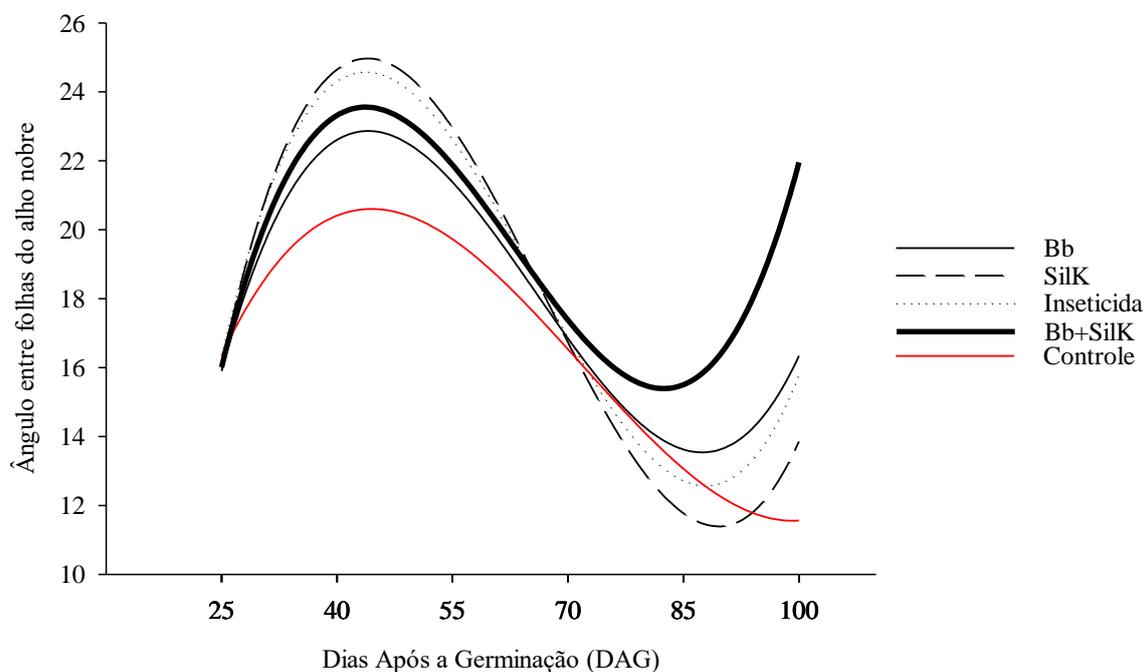


Figura 1. Análises de regressão cúbica para o ângulo entre folhas centrais em plantas de alho nobre (cv Ito), ao longo de seis intervalos de tempo após a germinação das plantas, submetidas a pulverizações foliares de acordo com os tratamentos: Bb (*Beauveria bassiana*), SilK (Silicato de Potássio), Inseticida (Clorfenapir), Bb+SilK (mistura binária em tanque entre Bb e SilK) e Controle absoluto (água). Os valores apresentados correspondem às médias para as três safras avaliadas (2017, 2018 e 2019). Fazenda Paineiras, Lote 5, Campo Alegre de Goiás, estado de Goiás, Brasil.

A partir 70° DAG ocorreu mudança no ângulo das folhas de alho com decréscimo acentuado dos valores observados (Figura 1). Apenas o tratamento Bb+SilK manteve os valores de ângulo das folhas de alho acima do limite de 16 graus entre o 85° e o 100° DAG. Nos demais tratamentos, observou-se menores valores para o ângulo das folhas do alho, com valores mínimos extremos entre o 85° e 100° DAG para os tratamentos SilK (aplicado isolado), bem como para o tratamento controle absoluto (Figura 1). As equações de regressão, bem como seus valores respectivos do teste F, significância e coeficiente de determinação (respectivamente), para cada tratamentos, são apresentados a seguir: Bb ($y = -0,25 + 0,26x - 0,40x^2 + 0,22x^3$, $R^2 =$

85,07, $F= 20,07$, $P= 0,00$), SilK ($y= -0,37+0,33x-0,57x^2+0,28x^3$, $R^2= 77,72$, $F= 9,10$, $P= 0,00$), Inseticida ($y= -0,33+0,32x-0,547x^2+0,27x^3$, $R^2= 83,55$, $F= 18,54$, $P= 0,00$), Bb+SilK ($y= -0,31+0,30x-0,53x^2+0,28x^3$, $R^2= 80,83$, $F= 8,09$, $P= 0,00$) e controle absoluto ($y= -0,92+0,16x-0,28x^2+0,13x^3$, $R^2= 83,67$, $F= 15,17$, $P= 0,00$).

O ângulo formado entre as folhas centrais do alho e cebola é um importante marcador fenotípico de resistência dessa planta contra a incidência de tripes (Hanafy et al. 2016). Pelo fato que plantas com menores ângulos entre folhas geram maior capacidade de abrigo a ninfas e adultos de tripes, além de ser nas folhas centrais onde se encontram tecidos mais tenros que são preferidos por esses insetos para sucção de seiva. Até o 70° DAG o tratamento controle absoluto foi aquele que originou menores ângulos entre folhas centrais do alho em comparação com os demais tratamentos e isso pode explicar a discrepância comparativa, nesse intervalo de tempo, entre o quantitativo de tripes amostrados nas três safras avaliadas; bem como a significância de diferentes modelos matemáticos encontrados entre os tratamentos para a flutuação do inseto-praga.

Se supormos que no controle absoluto as plantas de alho tenham externado seu comportamento real quanto à dinâmica de crescimento, abertura e fechamento das folhas centrais no alho, dessa forma podemos concluir que até os 70 DAG, ou seja, mais da metade do ciclo do alho, os tratamentos Bb, SilK, Clorfenapir e Bb+SilK podem desempenhar um controle na população de tripes satisfatório não apenas tendo os tripes como alvo biológico, mas também atuando como catalisador na mudança espacial das folhas do alho o que, como reação, aumenta sua resistência fenotípica contra a incidência desse tipo de inseto. O fato do tratamento Bb+SilK ter sido aquele onde ocorreu maior angulação entre as folhas do alho após os 70 DAG ainda não está bem claro em termos de justificativas. Apesar do SilK ter sido referenciado como componente importante na mudança espacial de folhas em várias espécies vegetais que o acumulam (ou não) em seus tecidos, a questão seria responder como o fungo entomopatogênico poderia estar interagindo com o vegetal para que respostas na angulação, como as observadas no presente trabalho, tenham ocorrido. E isso é válido especialmente pelo fato de que o tratamento Bb aplicado de forma isolada ter apresentado maior angulação foliar no alho antes dos 70 DAG e menor angulação após os 70 DAG.

CONCLUSÕES

Bb+SilK promoveu angulação foliar adequada para redução da capacidade suporte das plantas de alho contra a colonização de tripes. Sugerimos, portanto, que agentes biológicos (Bb) associados a produtos com potencial sinérgico (SilK) possuem grande perspectiva em se tornar parte da rotina fitossanitária e de manejo cultural para produtores de alho nobre no Cerrado goiano.

REFERÊNCIAS

Almeida ACS, L Nogueira, MS Netto, AIA Pereira & FG Jesus. 2016. Relationship on the incidence of *Thrips tabacci* and spacing of garlic plantation. African Journal of Agricultural Research. 11: 755-759.

Brito RS, JF Batista, JGV Moreira, KNO Moraes & SO da Silva. 2019. Rochagem na agricultura: Importância e vantagens para adubação suplementar. South American Journal of Basic Education, Technical and Technological. 6: 528-540.

Camargo Filho WP & FP Camargo. 2017. A quick review of the production and commercialization of the main vegetables in Brazil and the world from 1970 to 2015. Horticultura Brasileira. 35: 160-166.

El-Sheikh MF. 2017. Effectiveness of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. and *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) (Deuteromycotina: Hyphomycetes) as biological control agents of the onion thrips, *Thrips tabaci* Lind. Journal of Plant Protection and Pathology. 8: 319-323.

Fayad-André MS, AN Dusi & RO Resende. 2011. Spread of viruses in garlic fields cultivated under different agricultural production systems in Brazil. Tropical Plant Pathology. 36: 341-349.

Gatarayiha MC, MD Laing & RM Miller. 2010. Combining applications of potassium silicate and *Beauveria bassiana* to four crops to control two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. International Journal of Pest Management. 56: 291-297.

Hossain MM, KM Khalequzzaman, MA Wadud, MB Sarker & RN Ahmed. 2014. Evaluation of garlic genotypes against thrips. International Journal of Experimental Agriculture. 4: 1-4.

Kaiser D, S Bacher, L Mène-Saffrané & G Grabenweger. 2019. Efficiency of natural substances to protect *Beauveria bassiana* conidia from UV radiation. Pest Management Science. 75: 556-563.

Li Z, SB Alves, DW Roberts, M Fan, I Delalibera Jr, J Tang, RB Lopes, M Faria & DEN Rangel. 2010. Biological control of insects in Brazil and China: history, current programs and reasons for their successes using entomopathogenic fungi. Biocontrol Science and Technology. 20: 117-136.

Marouelli WA & MA Lucini. 2014. Manejo de irrigação na cultura do alho. Revista Agropecuária Catarinense. 26: 46-49.

Mohamed YAE, EA El-Ghamriny, A Bardisi & DAS Nawar. 2019. Effect of planting date and foliar spray with potassium silicate on growth and yield of some garlic cultivars. Zagazig Journal of Agricultural Research. 46: 295-308.

Natwick ET, JA Byers, CC Chu, M Lopez & TJ Henneberry. 2007. Early detection and mass trapping of *Frankliniella occidentalis* and *Thrips tabaci* in vegetable crops. Southwestern Entomologist. 32: 229-238.

Raslan M, S AbouZid, M Abdallah & M Hifnawy. 2015. Studies on garlic production in Egypt using conventional and organic agricultural conditions. *African Journal of Agricultural Research*. 10: 1631-1635.

Reynolds OL, MP Padula, R Zeng & GM Gurr. 2016. Silicon: Potential to promote direct and indirect effects on plant defense against arthropod pests in agriculture. *Frontiers in Plant Science*. 7: 744.

Sandhu SS, AK Sharma, V Beniwal, G Goel, P Batra, A Kumar, S Jaglan, AK Sharma & S Malhotra. 2012. Myco-Biocontrol of insect pests: factors involved, mechanism, and regulation. *Journal of Pathogens*. Article ID 126819.

Sato ME, MZ Da Silva, KG Cangani & A Raga. 2007. Seleções para resistência e suscetibilidade, detecção e monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* ao acaricida Clorfenapir. *Bragantia*. 66: 89-95.

Theodoro SH & OH Leonardos. 2006. The use of rocks to improve family agriculture in Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 78: 721-730.

Vargas M, B Glaz, G Alvarado, J Pietragalla, A Morgounov, Y Zelenskiy & J Crossa. 2015. Analysis and Interpretation of Interactions in Agricultural Research. *Agronomy Journal*. 107: 748-762.

Waiganjo MM, LM Gitonga & JM Mueke. 2008. Effects of weather on thrips population dynamics and its implications on the thrips pest management. *African Journal of Horticultural Science*. 1: 82-90.

Wang C & S Wang. 2017. Insect Pathogenic Fungi: Genomics, Molecular Interactions, and Genetic Improvements. *Annual Review of Entomology*. 62: 73-90.

Wraight SP & ME Ramos. 2015. Delayed efficacy of *Beauveria bassiana* foliar spray applications against colorado potato beetle: Impacts of number and timing of applications on larval and next-generation adult populations. *Biological Control*. 83: 51-67.

Wu S, Y Gao, X Xu, Y Zhang, J Wang, Z Lei & G Smagghe. 2013. Laboratory and greenhouse evaluation of a new entomopathogenic strain of *Beauveria bassiana* for control of the onion thrips *Thrips tabaci*. *Biocontrol Science and Technology*. 23: 794-802.

Zyada HG & EA Bardisi. 2018. Effect of potassium application methods on garlic plants grown under sandy soil conditions. *Zagazig Journal of Agricultural Research*. 45: 1941-1951.