JOURNAL OF EDUCATION, SCIENCE AND HEALTH – JESH
Revista de Educação, Ciência e Saúde
DOI: https://www.doi.org/10.52832/jesh.v6i3.755
Home page: https://bio10publicacao.com.br/jesh
e-ISSN: 2763-6119

DRIVERS METEOROLÓGICOS DA DINÂMICA POPULACIONAL DE TRIPES EM CULTIVOS COMERCIAIS DE ALHO

METEOROLOGICAL DRIVERS OF THRIPS POPULATION DYNAMICS IN COMMERCIAL GARLIC CROPS

DETERMINANTES METEOROLÓGICOS DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE TRIPS EN CULTIVOS COMERCIALES DE AJO

Marcelo Mendes Haro[1]; **Kleber Trabaquini**[2]; **Juracy Caldeira Lins Junior**[3]

[1] Doutor em Entomologia pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pesquisador na Estação Experimental de Itajaí (EEI) da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Itajaí, SC, Brasil; [2] Doutor em Sensoriamento Remoto no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Pesquisador do Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia (CIRAM) da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Florianópolis, SC, Brasil; [3] Doutor em Entomologia pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pesquisador na Estação Experimental de Caçador 'José Oscar Kurtz' (EECd) da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Caçador, SC, Brasil.
*Autor correspondente: marceloharo@epagri.sc.gov.br

Recebido: 25/09/2026 | **Aprovado**: 02/11/2026| **Publicado**: 12/11/2026

Resumo: A dinâmica populacional de insetos-praga é fortemente influenciada pelas condições meteorológicas, tornando a identificação dos fatores climáticos associados aos surtos populacionais uma etapa fundamental para o aperfeiçoamento do Manejo Integrado de Pragas (MIP). Este estudo teve como objetivo identificar as variáveis meteorológicas com maior capacidade de discriminar diferentes níveis populacionais de *Thrips tabaci* em cultivos comerciais de alho sob condições subtropicais. O monitoramento foi realizado semanalmente durante duas safras agrícolas consecutivas em áreas comerciais de cultivo de alho no município de Caçador, Santa Catarina, Brasil. As populações da praga foram classificadas em três níveis de infestação (baixa, média e alta), e sua relação com variáveis meteorológicas foi avaliada por meio de análise multivariada de variância (MANOVA) e análise discriminante canônica. As condições meteorológicas diferiram significativamente entre os níveis populacionais de *T. tabaci*, sendo as funções canônicas capazes de discriminar eficientemente os períodos de baixa, média e alta infestação. Entre as variáveis avaliadas, radiação global, temperatura máxima, nebulosidade e precipitação apresentaram maior contribuição para a diferenciação dos grupos populacionais. Os resultados demonstram que a dinâmica populacional de *T. tabaci* é determinada pela interação entre múltiplos fatores meteorológicos, evidenciando o potencial da abordagem multivariada para identificar os principais drivers climáticos da espécie e fornecer bases científicas para o aperfeiçoamento do monitoramento em programas de Manejo Integrado de Pragas.

Palavras-chave: *Allium sativum*. Análise discriminante canônica. Dinâmica populacional. Fatores meteorológicos. Manejo Integrado de Pragas.

Abstract: Population dynamics of insect pests are strongly influenced by weather conditions, making the identification of climatic drivers a key step toward improving Integrated Pest Management (IPM). This study aimed to identify the meteorological variables that best discriminate different population levels of *Thrips tabaci* in commercial garlic fields under subtropical conditions. Weekly monitoring was conducted over two consecutive growing seasons in garlic production fields located in Caçador, Santa Catarina, Brazil. Thrips populations were classified into three infestation levels (low, medium, and high), and their relationship with meteorological variables was assessed using multivariate analysis of variance (MANOVA) and canonical discriminant analysis. Meteorological conditions differed significantly among *T. tabaci* infestation levels, and the canonical functions efficiently discriminated periods of low, medium, and high population density. Global solar

radiation, maximum temperature, cloud cover, and precipitation were the variables that contributed most to group discrimination. These findings demonstrate that *T. tabaci* population dynamics are driven by the combined effects of multiple weather variables and highlight the usefulness of multivariate approaches for identifying climatic drivers and supporting monitoring strategies within Integrated Pest Management programs.

Keywords: *Allium sativum*. Canonical discriminant analysis. Integrated Pest Management. population dynamics. weather variables.

Resumen: La dinámica poblacional de los insectos plaga está fuertemente influenciada por las condiciones meteorológicas, por lo que la identificación de los factores climáticos asociados a los brotes constituye una etapa esencial para optimizar el Manejo Integrado de Plagas (MIP). El objetivo de este estudio fue identificar las variables meteorológicas con mayor capacidad para discriminar diferentes niveles poblacionales de *Thrips tabaci* en cultivos comerciales de ajo bajo condiciones subtropicales. El monitoreo se realizó semanalmente durante dos campañas agrícolas consecutivas en cultivos comerciales de ajo en Caçador, Santa Catarina, Brasil. Las poblaciones se clasificaron en tres niveles de infestación (bajo, medio y alto), y su relación con las variables meteorológicas se evaluó mediante análisis multivariado de varianza (MANOVA) y análisis discriminante canónico. Las condiciones meteorológicas difirieron significativamente entre los niveles poblacionales de *T. tabaci*, y las funciones canónicas permitieron discriminar eficientemente los diferentes niveles de infestación. La radiación solar global, la temperatura máxima, la nubosidad y la precipitación fueron las variables con mayor contribución a la diferenciación de los grupos. Los resultados demuestran que la dinámica poblacional de *T. tabaci* depende de la interacción entre múltiples factores meteorológicos y evidencian el potencial del análisis multivariado para identificar los principales impulsores climáticos y fortalecer los programas de Manejo Integrado de Plagas.

Palabras-clave: *Allium sativum*. Análisis discriminante canónico. Dinámica poblacional. Manejo Integrado de Plagas. Variables meteorológicas.

1 INTRODUÇÃO

Os tripes (Thysanoptera) constituem um dos grupos de insetos-praga de maior importância econômica na agricultura mundial devido à sua ampla gama de hospedeiros, elevada capacidade reprodutiva, danos diretos provocados pela alimentação e eficiência na transmissão de fitovírus (Mound, 2005; Morse & Hoddle, 2006; Rotenberg et al., 2015). Entre essas espécies, *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) destaca-se como uma das principais pragas das culturas de alho (*Allium sativum* L.) e cebola (*Allium cepa* L.), ocasionando perdas significativas de produtividade e qualidade dos bulbos em diferentes regiões produtoras do mundo (Diaz-Montaño et al., 2011; Reitz et al., 2020; Lins Junior et al., 2026).

O manejo de *T. tabaci* ainda depende, predominantemente, do controle químico (Geremias et al., 2022). Entretanto, o uso intensivo de inseticidas tem favorecido a evolução de populações resistentes, comprometendo a eficiência dos programas de controle e aumentando os custos de produção e os impactos ambientais (Diaz-Montaño et al., 2011; Peng & Li, 2026). Além disso, o hábito críptico desses insetos, que permanecem protegidos entre as bainhas foliares durante grande parte do ciclo, reduz a eficiência das pulverizações e dificulta o contato dos inseticidas com os indivíduos-alvo (Gill et al., 2015).

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) fundamenta-se na integração de diferentes táticas de controle, sendo o monitoramento sistemático das populações um de seus pilares centrais (Kogan, 1998; Pedigo & Rice, 2014). Entretanto, programas de monitoramento demandam elevada frequência amostral, mão de obra qualificada e custos operacionais significativos (Parsa et al., 2014; Bueno et al., 2021). Dessa forma, ferramentas capazes de

antecipar períodos favoráveis ao crescimento populacional das pragas podem aumentar substancialmente a eficiência do monitoramento, direcionando esforços de amostragem apenas para os momentos de maior risco (Rakesh et al., 2025; Balduque-Gil et al., 2023; Thayalan et al., 2026).

A dinâmica populacional dos insetos é fortemente influenciada pelas condições meteorológicas, que afetam o desenvolvimento, a sobrevivência, a fecundidade, a dispersão e o comportamento das espécies (Andrewartha & Birch, 1954; Bale et al., 2002). Para *T. tabaci*, diversos estudos relatam associações entre abundância populacional e variáveis como temperatura, precipitação, umidade relativa e radiação solar, embora a importância relativa de cada fator varie conforme a região, a cultura hospedeira e as condições ambientais locais (Morsello et al., 2008; Diaz-Montaño et al., 2011).

Além dos efeitos fisiológicos promovidos pelo clima, alterações na intensidade e na qualidade espectral da radiação incidente também podem modificar o comportamento dos tripes (Kirk, 1997; Maino et al., 2022). Esses insetos utilizam estímulos visuais durante a localização de hospedeiros e apresentam elevada sensibilidade a diferentes comprimentos de onda da luz, particularmente nas faixas do ultravioleta, azul e verde (Egri et al., 2020). Entretanto, essas variáveis ambientais não atuam de forma isolada sobre as populações naturais (Kirk, 1997; Morsello et al., 2008). A resposta populacional resulta da interação simultânea entre múltiplos fatores meteorológicos, cujos efeitos podem variar em intensidade e direção ao longo do ciclo da cultura e entre diferentes condições ambientais (Andrewartha & Birch, 1954; Bale et al., 2002; Maino et al., 2022).

Embora a influência individual de variáveis meteorológicas sobre *T. tabaci* tenha sido amplamente investigada, a maior parte dos estudos concentra-se em análises univariadas ou correlações simples entre abundância populacional e fatores climáticos específicos (Morsello et al., 2008). Abordagens que avaliem simultaneamente o efeito conjunto dessas variáveis, permitindo identificar quais apresentam maior capacidade de discriminar períodos de baixa, média e alta infestação, permanecem relativamente escassas, sobretudo em condições subtropicais de cultivo (Morsello et al., 2008; Diaz-Montaño et al., 2011). Essa lacuna limita a compreensão dos mecanismos ecológicos responsáveis pelos surtos populacionais da espécie e dificulta o desenvolvimento de modelos preditivos baseados em variáveis ambientais (Thayalan et al., 2026).

No Sul do Brasil, onde a produção de alho está sujeita a elevada variabilidade meteorológica durante o ciclo da cultura, identificar os principais drivers climáticos associados às flutuações populacionais de *T. tabaci* constitui um passo essencial para compreender a ecologia dessa praga e fornecer subsídios científicos para o aperfeiçoamento dos programas de Manejo Integrado de Pragas (Lins Júnior et al., 2022).

Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo identificar quais variáveis meteorológicas apresentam maior capacidade de discriminar diferentes níveis populacionais de *Thrips tabaci* em cultivos comerciais de alho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Locais de coleta dos insetos

Os experimentos foram conduzidos na Epagri – Estação Experimental de Caçador 'José Oscar Kurtz', em Caçador, Santa Catarina (26º46'32" S, 51º00'50" W, altitude de 944m), no período de junho a novembro dos

anos de 2019 e 2020. O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Bruno Distrófico. Na condução dos experimentos utilizou-se o cultivar 'Chonan', que foi plantado no dia 19/06/2019 e na safra seguinte no dia 24/06/2020. Utilizou-se o arranjo de 5 fileiras por canteiro no espaçamento de 9cm entre plantas e 22,5cm entre fileiras. O espaçamento entre canteiros foi de 2m. Cada parcela experimental foi constituída por uma área de 12,24 m2 (8m x 1,53m) contendo 400 plantas.

2.2 Identificação das espécies

Para a identificação taxonômica, os espécimes foram submetidos ao método de preparação rápida de lâminas, que otimiza o tempo de processamento ao utilizar montagem direta em meio hidrofílico (Silveira & Haro, 2016).

2.3 Coleta dos insetos

O monitoramento populacional iniciou-se aos 60 dias após o plantio, por meio de amostragens semanais conduzidas em áreas comerciais de alho. Para mitigar a interferência de fatores externos na dinâmica populacional dos insetos, as parcelas amostrais foram mantidas sem aplicação de inseticidas químicos. Em cada uma das oito parcelas aleatórias pré-definidas, coletaram-se cinco plantas inteiras, as quais foram acondicionadas individualmente em sacos de papel para posterior transporte ao laboratório. A quantificação de ninfas de *T. tabaci* foi realizada com o auxílio de uma lupa de mesa equipada com iluminação de LED e magnificação de 5 vezes.

2.4 Níveis populacionais

Para as avaliações, o nível populacional dos tripes nas plantas de alho foi dividido em três categorias, levando em consideração níveis de controle para a cultura, sendo classificada como: baixa infestação – 0 a 10 indivíduos por planta; média infestação – 10 a 20 indivíduos por planta; alta infestação - Acima de 20 indivíduos por planta (Lins Junior et al., 2026).

2.5 Dados climáticos

Os dados climáticos diários e horários correspondentes ao período de monitoramento foram obtidos junto ao banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2026), utilizando como referência a Estação Meteorológica Automática de Caçador, SC (OMM: 83883). As variáveis meteorológicas avaliadas compreenderam a precipitação pluvial acumulada (mm), as temperaturas média, mínima e máxima (°C), e a umidade relativa do ar (%). Adicionalmente, coletou-se a radiação solar global incidente (KJ/m^2), variável empregada como indicador micrometeorológico proxy para inferir as condições de cobertura de nuvens e transmitância atmosférica sobre o dossel do cultivo durante as safras avaliadas.

2.6 Análises estatísticas

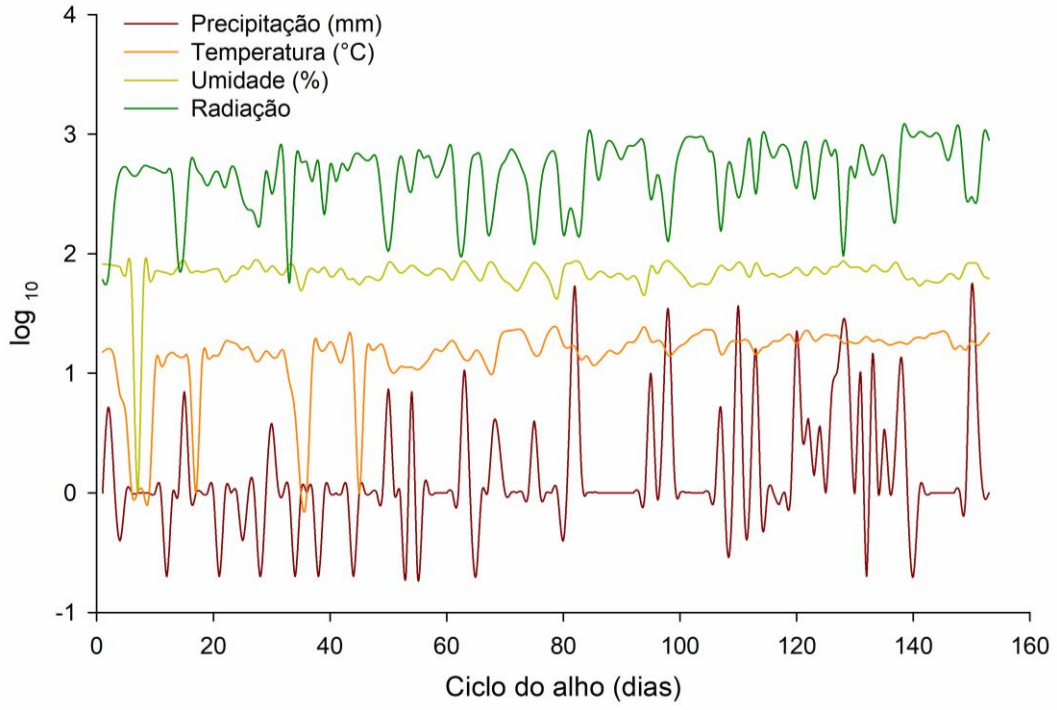
Para a redução da dimensionalidade dos fatores ambientais e a identificação das variáveis meteorológicas com maior capacidade de discriminar as populações do inseto, os dados foram submetidos à Análise de Variáveis

Canônicas (CVA), utilizando os diferentes níveis populacionais de *T. tabaci* como variáveis de agrupamento (classes). Previamente, os dados foram transformados por $\log_{10}(n)$ para atender aos pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias. A CVA permitiu ilustrar graficamente as posições relativas e as orientações das médias dos fatores climáticos (temperatura, precipitação, umidade e radiação solar) em relação às classes de infestação da praga. A significância estatística entre os agrupamentos emparelhados foi avaliada pelo teste F aproximado ($P < 0,05$), fundamentado na distância de *Mahalanobis* entre as médias canônicas das classes.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis meteorológicas monitoradas na Estação Experimental de Caçador 'José Oscar Kurtz', SC, evidenciaram padrões distintos e flutuações bem definidas ao longo dos 160 dias do ciclo da cultura do alho (Figura 1). A umidade relativa do ar (%) configurou-se como o parâmetro de maior estabilidade temporal, exibindo comportamento linear e contínuo na maior parte do ciclo, interrompido por um único evento de decréscimo abrupto por volta do 7º dia. Essa estabilidade basal prolongada é característica de regiões sob influência do clima temperado constantemente úmido (Cfb), onde a evapotranspiração do dossel vegetal associada às massas de ar regionais mantém níveis de saturação de vapor d'água elevados e persistentes nas camadas limítrofes próximas ao solo (Wrege et al., 2012).

Figura 1. Flutuação climática média durante as duas safras de alho avaliadas, do momento do plantio até a colheita. Caçador, SC, 2026.



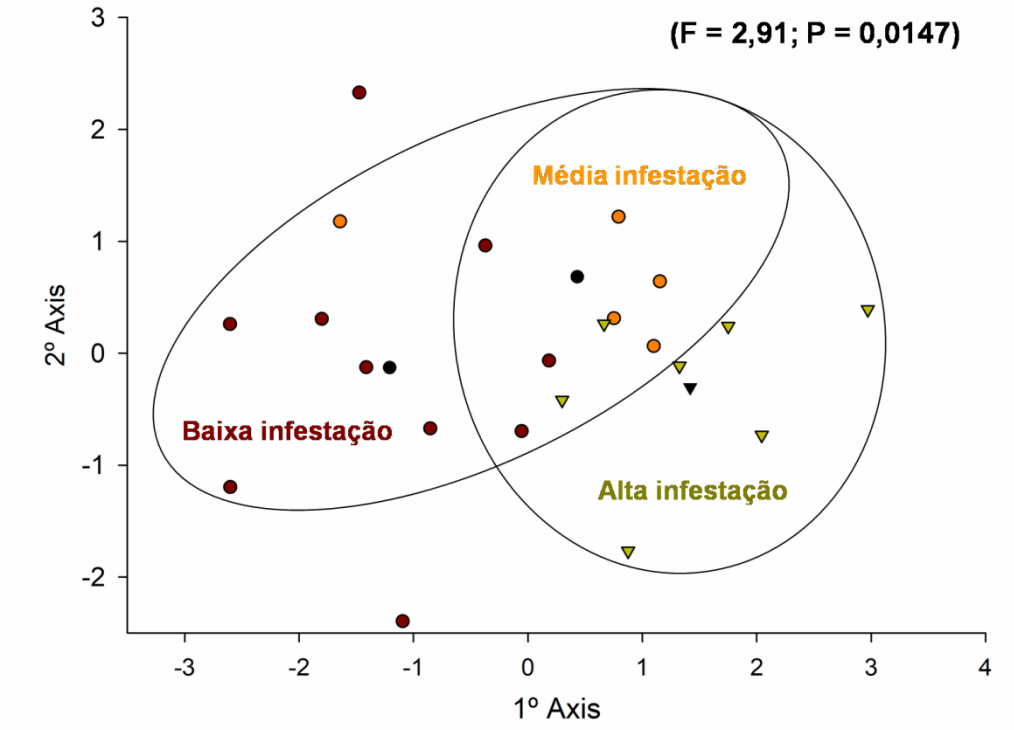
Fonte: Haro, Trabaquini & Lins Junior (2026)

A análise dos coeficientes de estrutura canônica demonstrou que a radiação solar global incidente apresentou a maior correlação positiva com a primeira função canônica (0,983), seguida da temperatura média do ar (0,935), indicando que essas variáveis foram as que mais contribuíram para discriminar os diferentes níveis

populacionais de tripes (Tabela 1). Em contraste, a umidade relativa apresentou elevada correlação negativa (-0,939), estando associada aos períodos de menor infestação. A precipitação apresentou comportamento distinto entre as funções canônicas, com correlação positiva na primeira função (0,779) e negativa na segunda (-0,627), sugerindo que sua influência sobre a dinâmica populacional é dependente da interação com as demais variáveis meteorológicas.

Os resultados corroboram estudos que demonstram a forte influência das condições meteorológicas sobre a biologia de *T. tabaci* e de outras espécies de tripes (Morsello et al., 2008; Diaz-Montaño et al., 2011). Entretanto, diferentemente da maioria dos trabalhos, que avaliam o efeito de variáveis climáticas de forma isolada, a abordagem multivariada empregada neste estudo permitiu avaliar simultaneamente a contribuição relativa de diferentes fatores ambientais, evidenciando que a dinâmica populacional da espécie resulta da ação conjunta dessas variáveis (Pearsall & Hogue, 2000; Sedaratian et al., 2010).

Figura 2 Diagrama de ordenação das variáveis avaliadas no cultivo de alho com diferentes níveis populacionais associados a diferentes fatores climáticos. Tratamentos dentro do mesmo círculo não diferem pelo teste F (P < 0,05), baseado na distância de Mahalanobis entre as médias das classes. Caçador, SC, 2026.



Fonte: Haro, Trabaquini & Lins Junior (2026)

Tabela 1 Eixos canônicos e seus coeficientes (entre estrutura canônica) relativos as variáveis climáticas avaliadas nas plantas com diferentes níveis populacionais de tripes. Caçador, SC, 2026.

Variáveis climáticas	Eixos canônicos	
	1º	2º
Pluviosidade (mm)	0.779	-0.627
Temperatura média (°C)	0.935	0.355
Umidade (%)	**-0.939**	0.343
Radiação (KJ/m²)	**0.983**	0.181

F *appr.*	2.91	0.94
P	0.015	0.443
Proporção	0.904	0.096
Eigenvalue	1.560	0.166

Fonte: Elaborado por Haro, Trabaquini & Lins Junior (2026).

A elevada contribuição da radiação solar global observada neste estudo é compatível com a ecologia comportamental dos tripes (Larentzaki et al., 2007). A orientação visual desempenha papel importante na localização de hospedeiros e na dispersão desses insetos, cuja atividade é influenciada tanto pela intensidade quanto pela qualidade espectral da radiação incidente (Kirk, 1997; Egri et al., 2020; Maino et al., 2022). Dessa forma, períodos de maior disponibilidade de radiação tendem a favorecer a movimentação e a colonização de plantas hospedeiras, contribuindo para o aumento da população em campo (Morsello et al., 2008; Reitz, 2009).

A temperatura média também apresentou elevada capacidade discriminante entre os níveis populacionais (Diaz-Montaño et al., 2011). Como insetos ectotérmicos, os tripes apresentam desenvolvimento, sobrevivência e fecundidade fortemente dependentes da temperatura ambiente, que regula a duração do ciclo biológico e a taxa de crescimento populacional (Andrewartha & Birch, 1954; Bale et al., 2002; Diaz-Montaño et al., 2011). Assim, temperaturas mais elevadas, quando associadas a elevada disponibilidade de radiação, constituem condições favoráveis ao crescimento populacional da espécie (Morsello et al., 2008; Bergant et al., 2005).

Por outro lado, a associação negativa observada para a umidade relativa indica que ambientes mais úmidos tendem a estar relacionados a menores densidades populacionais (Northfield et al., 2008). Esse resultado é consistente com estudos que relatam redução da atividade de voo e dispersão dos tripes sob elevada umidade, além de condições mais favoráveis à ocorrência de fungos entomopatogênicos naturalmente presentes no ambiente (Pearsall, 2002; Waiganjo et al., 2008; Skinner et al., 2012). Embora os mecanismos envolvidos não tenham sido avaliados diretamente neste estudo, a consistência entre os resultados obtidos e a literatura reforça a importância dessa variável na dinâmica populacional da espécie (Larentzaki et al., 2007).

A precipitação apresentou comportamento distinto das demais variáveis meteorológicas, evidenciando que seu efeito sobre as populações de tripes provavelmente não ocorre de forma direta (Morsello et al., 2008). Chuvas intensas podem reduzir temporariamente a abundância de insetos por remoção mecânica dos indivíduos presentes na superfície foliar; entretanto, alterações no microclima e no desenvolvimento da cultura também podem influenciar a disponibilidade de recursos para colonização (Kirk, 1997; Diaz-Montaño et al., 2011). Dessa forma, os resultados obtidos reforçam que a precipitação deve ser interpretada em conjunto com as demais variáveis meteorológicas, e não como um fator isolado (Pearsall & Hogue, 2000).

Em conjunto, os resultados demonstram que a dinâmica populacional de tripes em cultivos de alho é determinada pela interação entre múltiplas variáveis meteorológicas (Pearsall & Hogue, 2000). A utilização da análise discriminante canônica permitiu identificar quais fatores apresentaram maior capacidade para discriminar os diferentes níveis de infestação, fornecendo uma interpretação integrada da influência do clima sobre a população da praga (Sedaratian et al., 2010; Hair et al., 2019). Essas informações ampliam a compreensão da ecologia de *T. tabaci* em condições subtropicais e fornecem bases científicas para o desenvolvimento de estratégias

de monitoramento baseadas em condições meteorológicas no contexto do Manejo Integrado de Pragas (Plantegenest et al., 2007; Diaz-Montaño et al., 2011).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstram que as variáveis meteorológicas influenciam significativamente a dinâmica populacional de *Thrips tabaci* em cultivos de alho, sendo possível discriminar diferentes níveis de infestação por meio de uma abordagem multivariada. A identificação dos principais drivers climáticos amplia a compreensão da ecologia da espécie em condições subtropicais e fornece subsídios para o aperfeiçoamento do monitoramento e da tomada de decisão em programas de Manejo Integrado de Pragas.

Agradecimentos

Agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq 429226/2018-7) e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC 44/2025 - 2025TR001945) pela concessão dos projetos que financiaram esta pesquisa.

Conflitos de interesses

Os autores declaram que não há conflitos de interesse. Todos os autores estão cientes da submissão do artigo.

Contribuições dos autores

Todos os autores participaram do planejamento e do delineamento experimental. A aquisição dos dados em campo, a confirmação da ocorrência de *Thrips tabaci* e a contagem dos insetos em laboratório foram conduzidas pelo Dr. Juracy Caldeira Lins Junior. O tratamento e a organização dos dados meteorológicos foram realizados pelos Drs. Kleber Trabaquini e Marcelo Mendes de Haro. As análises estatísticas, a modelagem dos dados e a elaboração das figuras foram conduzidas pelo Dr. Marcelo Mendes de Haro. A interpretação dos resultados, a redação do manuscrito e a revisão crítica do conteúdo científico foram realizadas por todos os autores, que aprovaram a versão final do manuscrito.

REFERÊNCIAS

Andrewartha, H. G., & Birch, L. C. (1954). The distribution and abundance of animals. University of Chicago Press.

Balduque-Gil, J., Lacueva-Pérez, F. J., Labata-Lezaun, G., del-Hoyo-Alonso, R., Ilarri, S., Sánchez-Hernández, E., Martín-Ramos, P., & Barriuso-Vargas, J. J. (2023). Big data and machine learning to improve European grapevine moth (*Lobesia botrana*) predictions. *Plants*, *12*(3), Artigo 633. doi.org

Bale, J. S., Masters, G. J., Hodkinson, I. D., Awmack, C., Bezemer, T. M., Brown, V. K., ... Whittaker, J. B. (2002). Herbivory in global climate change research: Direct effects of rising temperature on insect herbivores. Global Change Biology, 8(1), 1–16. https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.2002.00451.x

Bergant, K., Trdan, S., Žnidarčič, D., Crepinšek, Z., & Kajfež-Bogataj, L. (2005). Thermal requirements of onion thrips (*Thrips tabaci* Lindeman) and its degree-day model for pest management. *Journal of Pest Science*, *78*(1), 37–45. doi.org

Bueno, A. F., Panizzi, A. R., Hunt, T. E., Dourado, P. M., Pitta, R. M., & Jaramillo, J. (2021). Challenges for adoption of integrated pest management (IPM) in South America. Crop Protection, 145, Article 105615. doi.org

Diaz-Montano, J., Fuchs, M., Nault, B. A., Fail, J., & Shelton, A. M. (2011). Onion thrips (Thysanoptera: Thripidae): A global pest of increasing concern in onion. Journal of Economic Entomology, 104(1), 1–13. https://doi.org/10.1603/EC10269

Egri, Á., Farkas, P., Barnáth, B., Guerrin, P. M., & Fail, J. (2020). Spectral sensitivity of L2 biotype in the *Thrips tabaci* cryptic species complex. Journal of Insect Physiology, 121, 103999. https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2019.103999

Geremias, L., Lins Júnior, J. C., & Gonçalves, P. Avaliação de inseticidas foliares para o controle de *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) na cultura da cebola. *Bioassay, Goiânia*, *14*.

Gill, H. K., Garg, H., Gill, A. K., Gillett-Kaufman, J. L., & Nault, B. A. (2015). Onion thrips (Thysanoptera: Thripidae) biology, ecology, and management in onion production systems. Journal of Integrated Pest Management, 6(1), 6.

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Cengage Learning.

Instituto Nacional de Meteorologia. (2026). *Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa (BDMEP)*. Ministério da Agricultura e Pecuária. https://bdmep.inmet.gov.br/

Kirk, W. D. (1997). Distribution, abundance and population dynamics.

Kogan, M. (1998). Integrated pest management: Historical perspectives and contemporary developments. Annual Review of Entomology, 43, 243–270. https://doi.org/10.1146/annurev.ento.43.1.243

Larentzaki, E., Plate, J., Nault, B. A., & Shelton, A. M. (2007). Impact of environmental factors on flight activity and population dynamics of *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Applied Entomology*, *131*(8), 517–524.

Lins Junior, J. C., Geremias, L. D., Michereff Filho, M., Oliveira, V. R., & Vale, A. M. (2026). Manejo integrado de pragas. In V. Lourenço Junior, J. B. Pinheiro, & C. A. Lopes (Eds.), *Doenças, pragas e plantas daninhas em alho e cebola* (1ª ed., cap. 9, pp. 129–171). Embrapa.

Lins Júnior, J. C., Geremias, L. D., Santos, J. P., Hahn, L., & Mallmann, G. (2022). Eficiência de inseticidas no controle do tripes do alho, *Thrips tabaci* Lindeman. *Agropecuária Catarinense*, *35*, 49–53.

Maino, J. L., Binns, M., & Umina, P. A. (2022). Colour vision in thrips (Thysanoptera). Annals of Applied Biology, 181(2), 136–146.

Morse, J. G., & Hoddle, M. S. (2006). Invasion biology of thrips. Annual review of entomology, 51(1), 67-89.

Morsello, S. C., Groves, R. L., Nault, B. A., & Kennedy, G. G. (2008). Temperature and precipitation affect seasonal patterns of dispersing tobacco thrips, *Frankliniella fusca*, and onion thrips, *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) caught on sticky traps. Environmental Entomology, 37(1), 79-86.

Mound, L. A. (2005). Thysanoptera: diversity and interactions. Annu. Rev. Entomol., 50(1), 247-269.

Northfield, T. D., Paini, D. R., Funderburk, J. E., & Reitz, S. R. (2008). Annual cycles of *Frankliniella* species (Thysanoptera: Thripidae) as affected by temperature and relative humidity. *Environmental Entomology*, *37*(3), 621–631.

Parsa, S., Morse, S., Bonifacio, A., Chancellor, T. C. B., Condori, B., Crespo-Pérez, V., Hobbs, S. L. A., Kroschel, J., Ba, M. N., Rebaudo, F., Sherwood, S. G., Vanek, S. J., Faye, E., Herrera, M. A., & Dangles, O. (2014). Obstacles to integrated pest management adoption in developing countries. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(10), 3889–3894.

Pearsall, I. A. (2002). Daily flight activity of the western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) in nectarine orchards in British Columbia, Canada. *Journal of Applied Entomology*, *126*(6), 293–302.

Pearsall, I. A., & Hogue, E. J. (2000). Use of multivariate analysis to determine the effects of environmental variables on the population dynamics of thrips in nectarine orchards. *Journal of Economic Entomology*, *93*(2), 320–333.

Pedigo, L. P., & Rice, M. E. (2014). Entomology and pest management (6th ed.). Waveland Press.

Peng, Z., Wu, Q., & Li, Z. (2026). Overcoming Insecticide Resistance in Thrips: A Review of Mechanisms and Synergistic Management Tactics. Current Opinion in Insect Science, 101565.

Plantegenest, M., Le May, C., & Fabre, F. (2007). Landscape epidemiology of plant diseases and pests. *Pest Management Science*, *63*(11), 1071–1076.

Rakesh, V., Karthik, R., Chandana, C. R., Jayanth, B. V., & Ajith, S. (2025). Unravelling the role of simulation modelling techniques (SMTs) in insect pest management. Pest Management Science, 82(2), 1213-1227.

Reitz, S. R. (2009). Biology and ecology of thrips: Implications for pest management. *Florida Entomologist*, *92*(1), 7–14.

Reitz, S. R., Gao, Y., Kirk, W. D. J., Hoddle, M. S., Leiss, K. A., & Funderburk, J. E. (2020). Invasion biology, ecology and management of western flower thrips. Annual Review of Entomology, 65, 17–37. https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011019-024947.

Rotenberg, D., Jacobson, A. L., Schneweis, D. J., & Whitfield, A. E. (2015). Thrips transmission of tospoviruses. Current opinion in virology, 15, 80-89.

Sedaratian, A., Fathipour, Y., & Moharramipour, S. (2010). Evaluation of resistance in soybean cultivars to *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) using multivariate analysis. *Journal of Economic Entomology*, *103*(5), 1883–1891.

Silveira, L. C. P., & Haro, M. M. (2016). Fast slide preparation for thrips (Thysanoptera) routine identifications. European Journal of Entomology, 113, 403–408. doi.org

Skinner, M., Gouli, V. V., Shternshis, M. V., Shpatova, T. V., & Parker, B. L. (2012). Epizootiology of entomopathogenic fungi in thrips populations under high humidity conditions. *Biological Control*, *60*(2), 114–121.

Thayalan, K. J., Govindasamy, M., Shanmugam, S., Karuppiah, P., & Eswaranpillai, U. (2026). Predictive Modeling in Pest Dynamics: Forecasting Infestations with AI. In *Advancements in Entomology: Bridging Forensic Science and Sustainable Agriculture* (pp. 441-460). Singapore: Springer Nature Singapore.

Waiganjo, M. M., Gitonga, L. M., & Mueke, J. M. (2008). Effects of weather on thrips population dynamics and its implications on the thrips pest management. *African Journal of Horticultural Science*, *1*(1), 82–90.

Wrege, M. S., Steinmetz, S., Reisser Júnior, C., & Almeida, I. R. (Eds.). (2012). Atlas climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Embrapa Clima Temperado.