

## NOVAS PRAGAS AGRÍCOLAS E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: UM ESTUDO DE CASO NA BANANICULTURA DE SANTA CATARINA

NEW AGRICULTURAL PESTS AND CLIMATE CHANGE: A CASE STUDY ON BANANA CULTIVATION IN SANTA CATARINA

NUEVAS PLAGAS AGRÍCOLAS Y CAMBIO CLIMÁTICO: UN ESTUDIO DE CASO EN EL CULTIVO DE BANANO EN SANTA CATARINA

Marcelo Mendes Haro<sup>1\*</sup> , Kleber Trabaquini<sup>2</sup> , Maria Luiza Tomazi Pereira<sup>3</sup> , Bruno Krauss Salvador<sup>4</sup> 

<sup>1</sup>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; <sup>2</sup> 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; <sup>3</sup> Mestre em Engenharia Florestal pela Universidade Regional de Blumenau (FURB). Extensionista Rural na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Massaranduba, SC, Brasil; <sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Extensionista Rural na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Luiz Alves, SC, Brasil.

\*Autor correspondente: [marceloharo@epagri.sc.gov.br](mailto:marceloharo@epagri.sc.gov.br)

Recebido: 19/07/2024 | Aprovado: 09/11/2024 | Publicado: 15/11/2024

**Resumo:** Tem crescido o relato do ataque de pragas agrícolas até então desconhecidas nos pomares de banana do Litoral Norte Catarinense. Dada a importância da cultura para o estado é necessário identificar essas espécies e os mecanismos por trás desses surtos populacionais. A hipótese é de que mudanças climáticas podem ser o fator chave para esses fenômenos. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi identificar a espécie e as possíveis alterações climáticas que estejam relacionadas ao aparecimento de moscas-brancas em pomares de banana catarinenses. Insetos foram coletados sob plantas de banana nos municípios de Itajaí, Luiz Alves, Massaranduba, Piçarras e Jaraguá do Sul. Os indivíduos foram levados a laboratório para identificação. Os dados climáticos para anomalias térmicas, temperaturas mínimas e máximas registradas nos últimos 40 anos na região, foram analisados por meio de modelos lineares de efeitos mistos. Foi identificada pela primeira vez a espécie de mosca-branca *Aleurothrixus floccosus* Maskell 1896 (Hemiptera: Aleyrodidae, Aleyrodinae) atacando plantas de banana nos diversos pontos da região produtiva do Litoral Norte Catarinense. O modelo ajustado à série temporal das anomalias demonstrou desvios consistentes das médias históricas, de aproximadamente 0,5°C nos últimos 40 anos em Santa Catarina. Reforçando a hipótese de que possíveis alterações climáticas estariam permitindo a propagação deste artrópode na região. Esses resultados sublinham a importância de monitorar a expansão de novas pragas, bem como a necessidade urgente de adaptação das práticas agrícolas para mitigar os riscos associados às mudanças climáticas.

**Palavras-chave:** Manejo integrado de pragas. Sustentabilidade. Aquecimento global. Mosca-branca. *Aleurothrixus floccosus*.

**Abstract:** Reports of previously unknown agricultural pest attacks have been increasing in the banana orchards of the northern coast of Santa Catarina. Given the crop's importance to the state, it is necessary to identify these species and the mechanisms behind these population outbreaks. The hypothesis is that climate change may be the key factor for these phenomena. Therefore, the objective of this study was to identify the species and the possible climatic changes related to the emergence of whiteflies in Santa Catarina's banana orchards. Insects were collected from banana plants in the municipalities of Itajaí, Luiz Alves, Massaranduba, Piçarras, and Jaraguá do Sul. The individuals were taken to the laboratory for identification. Climatic data for thermal anomalies, minimum, and maximum temperatures recorded over the last 40 years in the region were analyzed using linear mixed-effects models. For the first time, the whitefly species *Aleurothrixus floccosus* Maskell 1896 (Hemiptera: Aleyrodidae, Aleyrodinae) was identified attacking banana plants in various parts of the

productive region of the northern coast of Santa Catarina. The model fitted to the time series of anomalies demonstrated consistent deviations from historical averages, approximately 0.5°C over the last 40 years in Santa Catarina, reinforcing the hypothesis that possible climatic changes are allowing the spread of this arthropod in the region. These results underline the importance of monitoring the expansion of new pests and the urgent need to adapt agricultural practices to mitigate the risks associated with climate change.

**Keywords:** Integrated pest management. Sustainability. Global warming. Whitefly. *Aleurothrixus floccosus*.

**Resumen:** Se ha incrementado el informe de ataques de plagas agrícolas hasta ahora desconocidas en los cultivos de banana de Santa Catarina. Dada la importancia de este cultivo para el estado, es necesario identificar estas especies y los mecanismos detrás de estos brotes poblacionales. La hipótesis es que los cambios climáticos pueden ser el factor clave para estos fenómenos. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue identificar la especie y las posibles alteraciones climáticas relacionadas con la aparición de moscas blancas en los cultivos de banana de Santa Catarina. Se recolectaron insectos bajo plantas de banana en los municipios de Itajaí, Luiz Alves, Massaranduba, Piçarras y Jaraguá do Sul. Los individuos fueron llevados al laboratorio para su identificación. Los datos climáticos sobre anomalías térmicas, temperaturas mínimas y máximas registradas en los últimos 40 años en la región fueron analizados mediante modelos lineales de efectos mixtos. Se identificó por primera vez la especie de mosca blanca *Aleurothrixus floccosus* Maskell 1896 (Hemiptera: Aleyrodidae, Aleyrodinae) atacando plantas de banana. El modelo ajustado a la serie temporal de anomalías mostró desviaciones consistentes de las medias históricas, de aproximadamente 0,5°C en los últimos 40 años en Santa Catarina. Esto refuerza la hipótesis de que posibles alteraciones climáticas estarían permitiendo la propagación de este artrópodo en la región. Estos resultados subrayan la importancia de monitorear la expansión de nuevas plagas, así como la necesidad urgente de adaptar las prácticas agrícolas para mitigar los riesgos asociados con los cambios climáticos.

**Palabras-clave:** Manejo integrado de plagas. Sostenibilidad. Calentamiento global. Mosca blanca. *Aleurothrixus floccosus*.

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem-se observado com uma frequência anormal eventos climáticos extremos, tais como ondas de temperaturas extremas (tanto baixas quanto altas), inundações, secas, além de ciclones e furacões (Marengo, 2014). Segundo estudos, estes eventos estão diretamente relacionados ao aumento na temperatura média global, um fenômeno amplamente atribuído às atividades humanas e ao aumento dos gases de efeito estufa na atmosfera (Junges & Massoni, 2018). O gradual aquecimento da atmosfera tem despertado preocupações em diversas áreas, incluindo a agricultura e a segurança alimentar (Gornall *et al.*, 2010). Uma das consequências diretas desse fenômeno é o potencial aparecimento e na disseminação de novas pragas agrícolas, o que pode ter impactos significativos na produção de alimentos em todo o mundo (FAO, 2016).

As pragas agrícolas representam uma ameaça constante para a segurança alimentar global, afetando a produção de culturas fundamentais para a alimentação humana e animal (Gregory *et al.*, 2009). Com o aumento da temperatura, muitas dessas pragas podem encontrar condições mais favoráveis para seu desenvolvimento e reprodução, aumentando suas populações, áreas de dispersão e sua capacidade de causar danos às plantações (Rosenzweig *et al.*, 2014; Zhao *et al.*, 2017). Além do impacto direto nas plantações, o aumento das pragas agrícolas também pode ter efeitos indiretos na segurança alimentar, como a necessidade de aumentar o uso de pesticidas e outros produtos químicos, o que pode ter consequências ambientais e para a saúde humana (Savary & Willocquet, 2020).

Estes impactos começam a ser percebidos em cultivos tradicionais e bem estabelecidos, como é o caso dos pomares de banana catarinenses, que ocupam área de aproximadamente 28 mil hectares, envolvendo cerca de

3.400 bananicultores e safra estimada em 654 mil toneladas/ano. Grande parte da produção está concentrada no Norte do estado e Vale do Itajaí, principalmente nos municípios de Corupá, Luiz Alves, Massaranduba e Jaraguá do Sul (Epagri/Cepa, 2023). Nesta região, historicamente as principais pragas da cultura são as brocas, como o moleque-da-bananeira, *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) (Coleoptera: Curculionidae) e a broca-rajada, *Metamasius hemipterus* (Coleoptera: Curculionidae). Além disso, os frutos podem ser atacados por tripes-da-erupção, do gênero *Frankliniella* spp. (Thysanoptera: Thripidae) e o tripes-da-ferrugem, do gênero *Caliothrips* spp. (Thysanoptera: Thripidae).

Por ser uma cultura estabelecida, existem metodologias para o monitoramento e controle sustentável destas pragas no estado (Haro, 2023). Entretanto, há relatos de ataques de insetos praga não usuais ocorrendo em pomares catarinenses, como espécies de mosca-branca comum em regiões tropicais, anteriormente registradas apenas em cultivos protegidos (Haro, Scherer & Klabunde, 2019). Desta forma, é necessário identificar estas espécies e esclarecer as possíveis razões para o ataque das mesmas no estado. Uma das hipóteses é que o aparecimento e disseminação destes artrópodes seja consequência direta do potencial aumento da temperatura causado pelo aquecimento global no estado.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi identificar a espécie e as possíveis alterações climáticas que estejam relacionadas ao aparecimento de moscas-brancas em pomares de banana catarinenses.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Locais de coleta dos insetos

Foram avaliadas bananeiras localizadas em plantios comerciais nos municípios de Jaraguá do Sul (26°29'09" S; 49°04'01" O), Massaranduba (26° 36' 39" S; 49° 0' 33" O), Piçarras (26°45'50" S; 48°40'18" O) e Luiz Alves (26°43'14" S; 48°55'58" O) (Figura 1). Também foram realizadas coletas nos pomares de banana do banco ativo de germoplasma, do Programa Fruticultura Tropical da Estação Experimental de Itajaí (EEI) da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) (26°57'06,34"S, 48°45'41,33"O, Itajaí-SC) (Figura 1).

### 2.2 Metodologia de coleta

As coletas de mosca-branca foram realizadas após a identificação de plantas hospedeiras que apresentavam sinais de fumagina ou outros sintomas de dano. Foi feita uma avaliação detalhada da superfície abaxial das folhas de bananeira para detectar colônias do inseto. Os espécimes foram cuidadosamente coletados utilizando pincéis e preservados em álcool 70% até a realização da identificação taxonômica no laboratório.

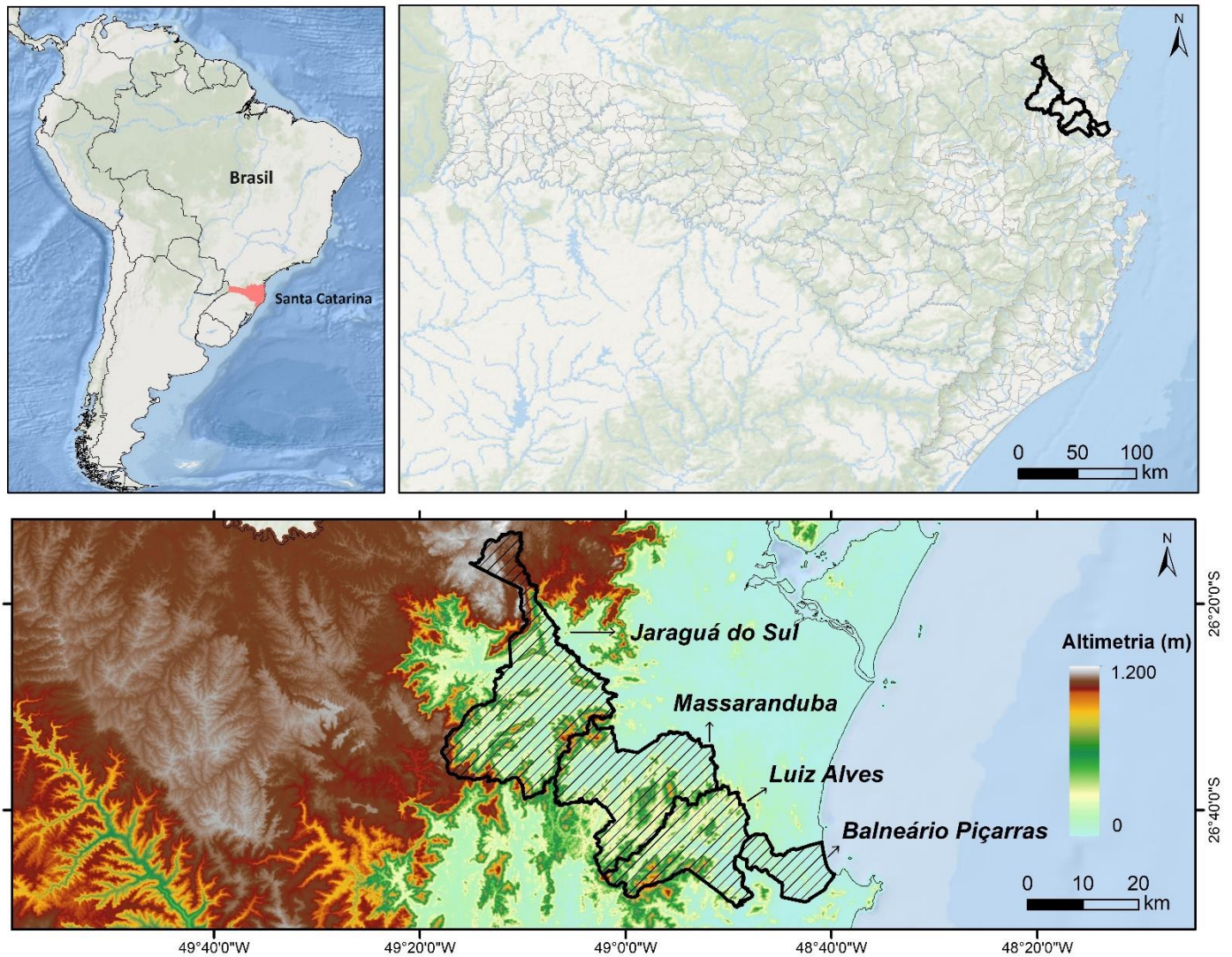
### 2.3 Identificação das espécies

Para a observação das estruturas os insetos foram preparados e montados em lâminas temporárias utilizando meio contendo 50 ml de água destilada, 30 g de goma arábica, 200 g de cloral hidratado e 20 ml de glicerol. A caracterização das espécies foi realizada por meio de análise taxonômica, focando nas estruturas morfológicas específicas dos indivíduos (Kerns, Wright & Loghry, 2004; Martin, 2008; Arulappan *et al.*, 2022).

## 2.4 Caracterização climática

Foi utilizado banco de dados FLDAS (*Famine Land Data Assimilation System*) (McNally *et al.*, 2023) para acompanhar as séries históricas das temperaturas mínimas, máximas e das anomalias no Litoral Norte Catarinense. Os dados são gerados desde janeiro de 1982 com resolução espacial de 0,1° e com resolução temporal de 30 dias.

**Figura 1** – Localização dos municípios onde foram feitas as coletas de mosca-branca nos pomares de banana do Litoral Norte Catarinense.



Fonte: (Haro *et al.*, 2024)

## 2.5 Análises estatísticas

Os dados climáticos foram analisados através de modelos lineares de efeitos mistos ajustados por máxima verossimilhança (Crawley, 2007), utilizando-se o pacote lme4 (Bates *et al.*, 2014). Fatores foram ajustados através da exclusão dos parâmetros para o ajuste do modelo adequado mais simples através da estimação da máxima verossimilhança restrita (REML). Os limites de confiança dos parâmetros estimados foram computados segundo HPD (*Bayesian highest probability density intervals*) por meio de simulações de *Markov Chain Monte Carlo* (MCMC).

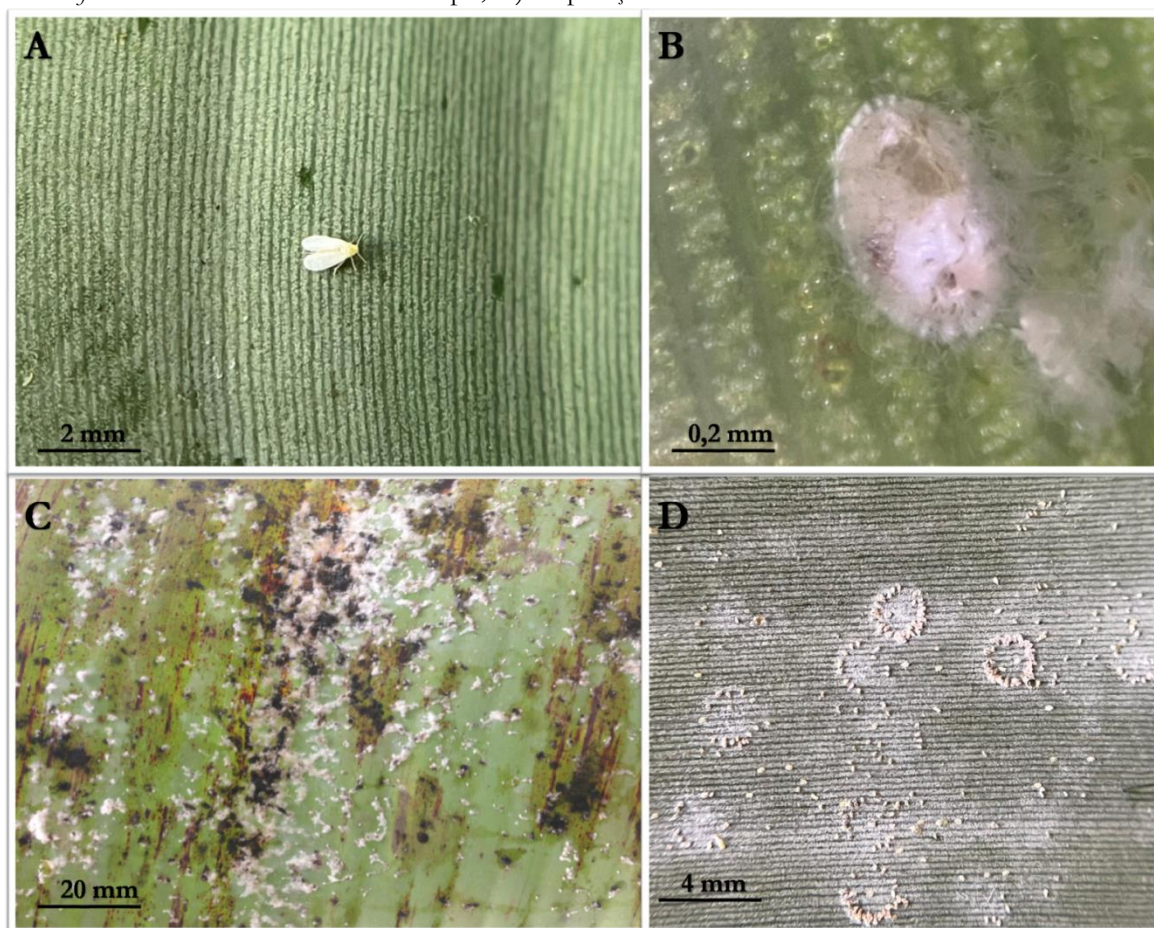
## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO



Foi identificada pela primeira vez a espécie de mosca-branca *Aleurothrixus floccosus* Maskell 1896 (Hemiptera: Aleyrodidae, Aleyrodinae) atacando plantas de banana nos diversos pontos da região produtiva do Litoral Norte Catarinense. Adultos de *A. floccosus* são pequenos insetos voadores que se assemelham a outras espécies de mosca-branca, com asas brancas e abdômen amarelado, coberto por uma fina camada de pó branco (escamas) (Kerns, Wright & Loghry, 2004) (Figura 2A). Os adultos medem cerca de 1,5 mm de comprimento e podem ser encontrados repousando na face abaxial de folhas completamente expandidas (Figura 2A). Apesar das semelhanças com outras espécies de mosca-branca os adultos de *A. floccosus* não são tão ativos quanto a maioria das outras espécies de mosca-branca e, quando perturbados, voam relutantemente, retornando rapidamente ao repouso (Kerns, Wright & Loghry, 2004).

Os ovos (<0,3 mm de comprimento) são depositados na face abaxial das folhas completamente expandidas e apresentam características distintivas da espécie, sendo dispostos em padrões circulares ou semicirculares (Figura 2D). Esses círculos de ovos são geralmente cercados por uma leve camada de escamas cerosas (Sundararaj *et al.*, 2020). Essa espécie passa por quatro estágios imaturos (Figura 2B), de formato achatado e oval, assemelhando-se a escamas (Giliomee & Millar, 2009). À medida que envelhecem, cobrem-se com filamentos cerosos brancos (Kerns, Wright & Loghry, 2004) (Figura 2C).

**Figura 1** – A) Adulto de *A. floccosus* sobre folha de banana; B) Fase jovem de *A. floccosus*; C) Aspecto das colônias de *A. floccosus* como encontradas a campo; D) Deposição de ovos em círculo ou semicirculares.



Fonte: (Haro *et al.*, 2024)

No Brasil, esta espécie foi registrada em associação com a citricultura há mais de um século (Hempel, 1899). Atualmente, *A. floccosus* é encontrado em todas as regiões do Brasil sobre citros, café, goiaba e plantas nativas (Cassino & Nascimento, 1999; Marsaro Júnior *et al.*, 2015; Trindade, Trevisan & de Carvalho, 2021). O ataque a plantas de banana é comum em países como Cuba, Índia e Peru (Vazquez *et al.*, 1995; Castillo & Mogollón, 2016; Sundararaj *et al.*, 2020).

Em plantas de banana, a presença dessa espécie já foi registrada no estado de Roraima (Raga *et al.*, 2011) e no Acre (Thomazini, Silva & de Oliveira, 2007). Apesar da ocorrência nesta cultura em outros estados, o registro em Santa Catarina é inédito. Além dos danos causados à produção, o aparecimento de novas pragas acarreta também problemas na segurança alimentar, uma vez que espécies como *A. floccosus* não possuem informações estabelecidas a respeito dos níveis de dano, metodologias de amostragem e controle, bem como inseticidas indicados para a cultura da banana (Haro, 2023). Desta forma, se propagam falsos diagnósticos no meio produtivo, muitas vezes confundindo esta espécie de mosca-branca com cochonilhas e fomentando a aplicação de inseticidas sem eficiência para o manejo (Elliott *et al.*, 1995).

Esse registro levanta preocupações e questionamentos sobre possíveis mecanismos que tem permitido a expansão deste inseto. O ataque de mosca-branca em bananais de Santa Catarina havia sido registrado apenas em cultivo protegido de plantas matrizes (Haro, Scherer & Klabunde, 2019), em condições muito diferentes das encontradas a campo.

Uma hipótese seria relacionada a possíveis alterações climáticas, tais como elevação da temperatura, que estaria permitindo a propagação deste artrópode, uma vez que os demais locais onde ocorre o ataque de *A. floccosus* a plantas de banana compartilham temperatura consideravelmente mais elevadas do que as encontradas em Santa Catarina (Tabela 1).

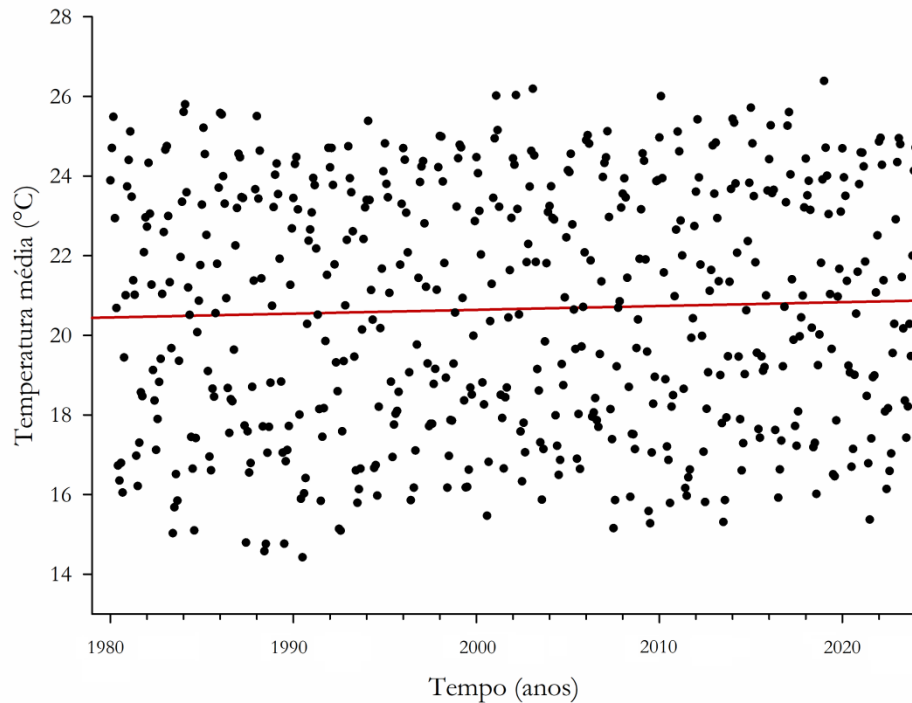
**Tabela 1** – Características climáticas dos locais onde *A. floccosus* foi registrada atacando plantas de banana.

País	Localidade	Temperaturas (°C)		
		Média anual	Mínima média	Máxima média
Índia	Maharashtra	28.95	17.06 a 29.28	27.95 a 32.08
Peru	Tumbes	24.63	20.07 a 23.94	24.81 a 26.21
Cuba	Villa Clara	26.29	17.45 a 23.45	26.40 a 32.60
Brasil	Rio Branco-AC	24.50	21.16 a 23.56	31.28 a 36.78
	Boa Vista-RR	28.77	21.94 a 34.44	29.21 a 33.87
	Itajai-SC	20.09	14.20 a 22.90	19.20 a 24.90
	Piçarras-SC	20.60	15.70 a 24.10	17.50 a 24.80
	Jaraguá do Sul-SC	22.00	14.40 a 23.90	14.60 a 23.90
	Luiz Alves-SC	20.00	14.00 a 24.00	16.00 a 26.00
	Massaranduba-SC	21.70	14.60 a 23.60	17.20 a 24.40

Fonte: Elaborado por Haro *et al.* (2024) utilizando dados do McNally *et al.* (2023).

Buscando embasamento para a expansão da espécie na bananicultura foi avaliado o histórico das temperaturas médias dos últimos 40 anos no Litoral Norte Catarinense. Este modelo ajustado à série temporal demonstrou uma tendência de incremento na temperatura média nos últimos 40 anos em Santa Catarina, porém não foi estatisticamente significativo (Figura 3).

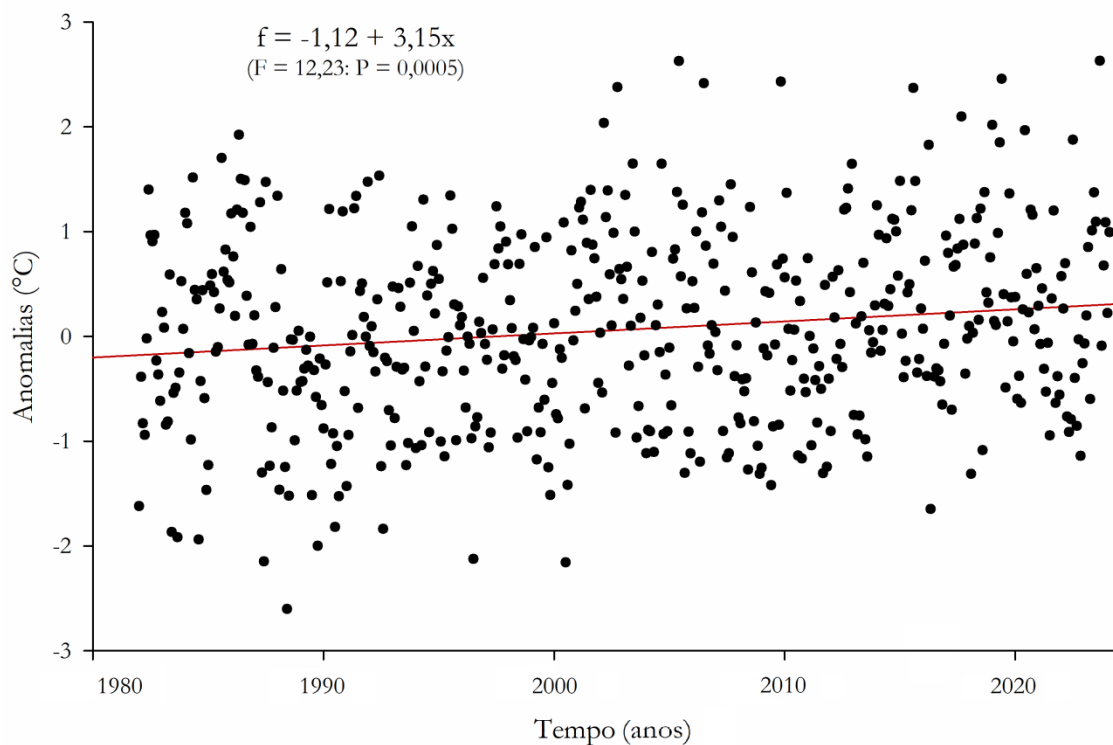
**Figura 3** – A) Temperatura média do Litoral Norte Catarinense ao longo dos anos de 1980-2024.



Fonte: (Haro *et al.*, 2024)

Entretanto, neste caso o uso das anomalias térmicas no período seria mais adequado que o das temperaturas médias (Hansen *et al.*, 2010). As anomalias eliminam a variabilidade sazonal, pois refletem desvios consistentes das médias históricas, permitindo uma comparação mais clara das mudanças ao longo do tempo (Karl & Trenberth, 2003), permitindo isolar as mudanças climáticas de longo prazo das variações sazonais normais, destacando tendências globais de aquecimento. (Hansen *et al.*, 2010; Jones & Wigley, 2010).

O modelo ajustado à série temporal das anomalias demonstrou desvios consistentes das médias históricas, de aproximadamente 0,5°C nos últimos 40 anos em Santa Catarina (Figura 4). Apesar de parecer relativamente pequeno, um aumento de 0,5°C em período curto de tempo tem impactos significativos e abrangentes, especialmente no contexto da segurança alimentar e na ecologia das pragas agrícolas (Barford, 2013).

**Figura 4 – A)** Anomalias térmicas no Litoral Norte Catarinense ao longo dos anos de 1980-2024.

Fonte: (Haro *et al.*, 2024)

A temperatura influencia diretamente parâmetros biológicos de *A. floccosus*, alterando número de geração por anos, tamanho do ciclo e até mesmo sua relação com inimigos naturais (Qiu *et al.*, 2007). Essa espécie tem em média 4 a 6 gerações por ano, com uma possível hibernação das ninfas durante o inverno (Onillon, 1969). Aumentos na temperatura permitem que o ciclo de vida da espécie diminua, gerando um maior número de gerações por ano, afetando sua distribuição, ecologia e manejo. (Bale *et al.*, 2002). Este fenômeno já foi observado em populações de *A. floccosus*, que uma vez submetidas a temperaturas constantes de 17°C, 22°C, 27°C e 30°C demonstraram ciclos de vida (do ovo ao estágio adulto) respectivamente de 80, 45, 30 e 28 dias (Onillon & Abbassi, 1973). Este encurtamento no ciclo de vida e aumento da capacidade reprodutiva afeta não só diretamente o tamanho da população de um inseto, mas também a dinâmica entre seus inimigos naturais, dificultando o controle e justificando possíveis explosões populacionais (Murdoch, Briggs & Nisbet, 2003; Azrag *et al.*, 2018), tais como as registradas em Santa Catarina.

A hipótese da relação entre mudanças climáticas e o registro de *A. floccosus* atacando pomares de banana em Santa Catarina é corroborado pelo ataque de outros sugadores no estado. Como exemplo, os surtos populacionais da cigarrinha-do-milho *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera, Cicadellidae), inseto-vetor de patógenos, que tem causado impacto significativo na produção e produtividade do milho no estado desde a safra 2020/2021 (Ribeiro & Canale, 2021). Estudos demonstram que a temperatura teve uma influência significativa na oviposição e na eclodibilidade desta espécie, bem como no desenvolvimento e na sobrevivência pré-imaginal do vetor (Van Nieuwenhove, Frías & Virla, 2016). Esse inseto pode estar presente em várias regiões



ou culturas, porém sem causar impacto, uma vez que possui uma ampla faixa de oviposição (15–40 °C), que permite sua sobrevivência, mas sem permitir surtos populacionais (Angert, Sheth, & Paul, 2011). Quando a temperatura atinge sua faixa de aptidão (17,5–35 °C), onde se encontram as condições excelentes para a reprodução, a população tende a aumentar, facilitando surtos populacionais (Angert, Sheth, & Paul, 2011; Van Nieuwenhove, Frías & Virla, 2016).

Nas últimas safras, a cultura do arroz irrigado também tem enfrentado problemas significativos com ataque de insetos sugadores, devido aos surtos populacionais de *Tagosodes orizicolus* (Hemiptera: Delphacidae) (Hickel & Haro, 2022). Surtos populacionais desta espécie também podem estar ligados às mudanças climáticas detectadas no estado, uma vez que capacidade reprodutiva de delfacídeos praga na cultura do arroz tende a aumentar em faixas de temperatura mais elevadas (Horgan *et al.*, 2020; Mochizuki, *et al.*, 2024);

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O primeiro registro da espécie *A. floccosus* atacando bananais em Santa Catarina evidencia uma relação direta entre as mudanças climáticas e a dinâmica das pragas agrícolas. O aumento da temperatura criou condições climáticas mais favoráveis para a proliferação e estabelecimento dessa espécie, previamente restrita a regiões mais quentes. Esses resultados sublinham a importância de monitorar continuamente as mudanças climáticas e seus impactos nas pragas agrícolas, pois a alteração nas condições ambientais pode facilitar a expansão geográfica de pragas, comprometendo a produção agrícola e exigindo novas estratégias de manejo integrado. Sendo assim, destaca-se a necessidade urgente de adaptação das práticas agrícolas para mitigar os riscos associados às mudanças climáticas.

#### Agradecimentos

Agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq 429226/2018-7) e a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC - 2021TR001441 e N° 2021TR001422) 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 da aquisição de dados a campo e confirmação do ataque dos insetos. Os dados climáticos foram tratados pelo Dr. Kleber Trabaquini. Tratamento das amostras, montagem de lâminas e a identificação dos insetos foram realizadas pelo Dr. Marcelo Mendes Haro. As análises estatísticas e modelagens foram realizadas por Dr. Marcelo Mendes Haro e Dr. Kleber Trabaquini. Todos os autores participaram do preparo e redação do manuscrito.

## REFERÊNCIAS

- Angert, A. L., Sheth, S. N., & Paul, J. R. (2011). Incorporating population-level variation in thermal performance into predictions of geographic range shifts. *Integrative & Comparative Biology*, *51*, 733–750.
- Arulappan, J., Evans, G. A., Mohan, C., Babu, M., Meerasahib, A. K., Muthu, A., & Hegde, V. (2022). Morphological and molecular identification of the woolly whitefly, *Aleurothrixus floccosus* (Maskell). *International Journal of Tropical Insect Science*, *42*(3), 2493-2500.
- Azrag, A. G. A., Pirk, C. W. W., Yusuf, A. A., Pinard, F., Niassy, S., et al. (2018). Prediction of insect pest distribution as influenced by elevation: Combining field observations and temperature-dependent development models for the coffee stink bug, *Antestiopsis thunbergii* (Gmelin). *PLOS ONE*, *13*(6), 1-18.
- Bale, J. S., Masters, G. J., Hodkinson, I. D., Awmack, C., Bezemer, T. M., Brown, V. K., Butterfield, J., Buse, A., Coulson, J. C., Farrar, J., Good, J. E. G., Harrington, R., Hartley, S., Jones, T. H., Lindroth, R. L., Press, M. C., Symrnioudis, I., Watt, A. D., & 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.
- Barford, E. (2013). Crop pests advancing with global warming. *Nature*, *10*(10.1038), 1-2.
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2014). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*. *61*(1), 1-51.
- Cassino, P. C. R., & Nascimento, F. N. (1999). Aleirodídeos (Homoptera: Aleyrodidae) em plantas cítricas no Brasil: Distribuição e identificação. *Neotropical Entomology*, *28*(1), 75-84.
- Castillo, P., & Mogollón, C. (2016). Moscas blancas (Hemiptera: Aleyrodidae) presente en el cultivo de banano (*Musa* sp.) en cinco zonas del valle de Tumbes. *Manglar*, *11*(1), 15-22.
- Crawley, M. J. (2007). *The R Book*. Wiley Publishing.
- Elliott, N. C., Farrell, J. A., Gutierrez, A. P., van Lenteren, J. C., Walton, M. P., & Wratten, S. (1995). *Integrated pest management*. Springer Science & Business Media.
- EPAGRI/CEPA. (2023). *Banana*. *Boletim Agropecuário*, *70*, 7-10. Florianópolis. <https://www.observatorioagro.sc.gov.br/areas-tematicas/desempenho-agro/paineis>.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2016). *Climate change, agriculture and food security. The State of Food and Agriculture 2016 (SOFA)*. Rome: FAO.
- Giliomee, J. H., & Millar, I. M. (2009). The woolly whitefly, *Aleurothrixus floccosus* (Maskell) (Hemiptera: Aleyrodidae), a potentially serious citrus pest, recorded from South Africa. *African Entomology*, *17*(2), 232-233.
- Gornall, J., Betts, R., Burke, E., Clark, R., Camp, J., Willett, K., & Wiltshire, A. (2010). Implications of climate change for agricultural productivity in the early twenty-first century. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *365*(1554), 2973-2989.
- Gregory, P. J., Johnson, S. N., Newton, A. C., & Ingram, J. S. (2009). Integrating pests and pathogens into the climate change/food security debate. *Journal of Experimental Botany*, *60*(10), 2827-2838.
- Hansen, J., Ruedy, R., Sato, M., & Lo, K. (2010). Global surface temperature change. *Reviews of Geophysics*, *48*(4). 1-29.

- Haro, M. M. (2023). Manejo integrado de pragas da bananeira. In G. G. F. Guimarães, A. B. Beltrame, J. L. Malburg, L. A. C. Maro, R. F. Scherer, & R. J. Z. Negreiros (Orgs.), *Produção de banana em Santa Catarina* (pp. 209-221). Florianópolis, SC: Epagri.
- Haro, M. M., Scherer, R. F., & Klabunde, G. H. F. (2019). Primeiro registro da mosca-branca *Aleurodicus dispersus* em bananais de Santa Catarina. In *Anais do Congresso Brasileiro de Fruticultura*, 26, 1980-1982. Campos dos Goytacazes, RJ: Sociedade Brasileira de Fruticultura.
- Hempel, A. (1899). Descriptions of three new species of Aleurodidae from Brazil. *Psyche*, 8(280), 394-395.
- Hickel, E. R., & Haro, M. M. (2022). Ocorrência da sogata, *Tagosodes orizicolus* (Hemiptera: Delphacidae), como praga de arroz em Santa Catarina. In *Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado*, 12, 2022, Santa Maria, RS. *Anais...* Santa Maria, RS: Sosbai.
- Horgan, F. G., Arida, A., Ardestani, G., & Almazan, M. L. P. (2020). Temperature-dependent oviposition and nymph performance reveal distinct thermal niches of coexisting planthoppers with similar thresholds for development. *PLoS One*, 15(6), 1-29.
- Jones, P. D., & Wigley, T. M. L. (2010). Estimation of global temperature trends: what's important and what isn't. *Climatic Change*, 100(1), 59-69.
- Junges, A. L., & Massoni, N. T. (2018). O consenso científico sobre aquecimento global antropogênico: considerações históricas e epistemológicas e reflexões para o ensino dessa temática. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(2), 455-491.
- Karl, T. R., & Trenberth, K. E. (2003). Modern global climate change. *Science*, 302(5651), 1719-1723.
- Kerns, D., Wright, G., & Loghry, J. (2004). Woolly whiteflies (*Aleurothrixus floccosus*). *Cooperative Extension*. 1-5.
- Marengo, J. A. (2014). O futuro do clima no Brasil. *Revista USP*, (103), 25-32.
- Marsaro Junior, A. L., Racca Filho, F., Raga, A., & Costa, V. A. (2015). New records of whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) in Rio Grande do Sul State, Brazil. *IDESLA*, 33(1), 143-145.
- Martin, J. H. (2008). A revision of *Aleurodicus* Douglas (Sternorrhyncha: Aleyrodidae), with two new genera proposed for palaeotropical natives and an identification guide to world genera of Aleurodicinae. *Zootaxa*, 1835, 1-100.
- McNally, A., NASA, GSFC, & HSL. (2023). *FLDAS Noah Land Surface Model L4 Global Monthly 0.1 x 0.1 degree (MERRA-2 and CHIRPS)*. Greenbelt, MD, USA: Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC).
- Mochizuki, R., Yashiro, T., Sanada-Morimura, S., & Maruyama, A. (2024). Effect of microclimatic temperatures on the development period of 3 rice planthopper species (Hemiptera: Delphacidae): a phenology model based on field observations. *Environmental Entomology*, 53(2), 259-267.
- Murdoch, W. W., Briggs, C. J., & Nisbet, R. M. (2003). *Consumer-resource dynamics* (Vol. 36). Princeton University Press.
- Onillon, J. C. (1969). Concerning the presence in France of a new species of Aleurodid injurious to citrus, *Aleurothrixus floccosus* Maskell (Homopt. Aleurodidae). *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie*

*d'Agriculture de France*, 55(13), 937-940.

Onillon, J. C., & Abbassi, M. (1973). Notes bio-écologiques sur l'aleurode floconneux des agrumes *Aleurothrixus floccosus* Mask. (Homopt., Aleurodidae) et moyens de lutte. *Al-Anamia*, 49, 99-117.

Qiu, B. L., De Barro, P. J., Ren, S. X., & Xu, C. X. (2007). Effect of temperature on the life history of *Eretmocerus* sp. nr. *furushii*, a parasitoid of *Bemisia tabaci*. *BioControl*, 52, 733-746.

Raga, A., Marsaro, A. L., Racca Filho, F., & Costa, V. A. (2011). Novos registros de Aleyrodidae (Hemiptera) no estado de Roraima, Brasil. *Arquivos do Instituto Biológico*, 78(3), 439-441.

Ribeiro, L. P., & Canale, M. C. (2021). Cigarrinha-do-milho e o complexo de enfezamentos em Santa Catarina: panorama, patossistema e estratégias de manejo. *Agropecuária Catarinense*, 34(2), 22-25.

Rosenzweig, C., Elliott, J., Deryng, D., Ruane, A. C., Müller, C., Arneth, A., Boote, K. J., Folberth, C., Glotter, M., Khabarov, N., Neumann, K., Piontek, F., Pugh, T. A. M., Schmid, E., Stehfest, K., Yang, H., & Jones, J. W. (2014). Assessing agricultural risks of climate change in the 21st century in a global gridded crop model intercomparison. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(9), 3268-3273.

Savary, S., & Willocquet, L. (2020). Modeling the impact of crop diseases on global food security. *Annual Review of Phytopathology*, 58(1), 313-341.

Sundararaj, R., Selvaraj, K., Swamy, C. M., Ranjith, M., & Sumalatha, B. V. (2020). First record of the invasive woolly whitefly *Aleurothrixus floccosus* (Maskell) from India. *Indian Journal of Entomology*, 82(1), 88-91.

Thomazini, M. J., Silva, E. O., & de Oliveira, M. R. V. (2007). Moscas-brancas no sudeste do Estado do Acre: espécies, inimigos naturais e hospedeiros. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*. 44(1), 1-35.

Trindade, T. D., Trevisan, H., & de Carvalho, A. G. (2021). *Aleurothrixus floccosus* Maskell 1896 (Hemiptera: Aleyrodidae, Aleyrodinae) em fragmentos de Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro – Brasil. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 4(1), 1546-1552.

Van Nieuwenhove, G. A., Frías, E. A., & Virla, E. G. (2016). Effects of temperature on the development, performance and fitness of the corn leafhopper *Dalbulus maidis* (DeLong) (Hemiptera: Cicadellidae): Implications on its distribution under climate change. *Agricultural and Forest Entomology*, 18(1), 1-10.

Vazquez, L. L., Iglesia, M. D. L., Lopez, D., Jimenez, R., Mateo, A., & Vera, E. R. (1995). Whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae) found on the principal agricultural crops of Cuba. *Manejo Integrado de Plagas*, 36(1), 18-21.

Zhao, C., Liu, B., Piao, S., Wang, X., Lobell, D. B., Huang, Y., Huang, M., Yao, Y., Bassu, S., Ciais, P., Durand, J.-L., Elliott, J., Ewert, F., Janssens, I. A., Li, T., Lin, E., Liu, Q., Martre, P., Müller, C., Peng, S., Peñuelas, J., Ruane, A. C., Wallach, D., Wang, T., Wu, D., Liu, Z., Zhu, Y., Zhu, Z., & Asseng, S. (2017). Temperature increase reduces global yields of major crops in four independent estimates. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(35), 9326-9331.