

Silicato de potássio no manejo da antracnose em banana pós-colheita

Thaylla Caproni Ribeiro¹, Lucas Campos Dozza², Wesley Felipe Correia³,
Natália Moreira Mafra⁴, Dalilla Carvalho Rezende⁵

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Campus Machado, Discente. thaylla.caproni@alunos.ifsuldeminas.edu.br

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Campus Machado, Discente. lucas.dozza@alunos.ifsuldeminas.edu.br

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Campus Machado, Discente. wesley.correia@alunos.ifsuldeminas.edu.br

⁴ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Campus Carmo de Minas, Técnica de Laboratório. natalia.mafra@ifsuldeminas.edu.br

⁵ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Campus Machado, Docente. dalilla.rezende@ifsuldeminas.edu.br

Recebido em: 01/07/2024

Aceito em: 10/03/2025

Resumo

Este trabalho foi desenvolvido com objetivo de avaliar a eficácia de um produto à base de silicato de potássio para o manejo da antracnose em banana pós-colheita. Foram realizados dois experimentos, um *in vitro* e outro *in vivo*. No experimento *in vitro*, foi empregado o delineamento experimental em blocos casualizados, contendo uma placa por parcela, seis tratamentos e dez repetições. Foi avaliado o Índice de Velocidade de Crescimento Micelial (IVCM) do patógeno *Colletotrichum musae* submetido aos seguintes tratamentos: fungicida registrado para a cultura (grupo químico benzimidazol; 4 mL L⁻¹); testemunha sem aplicação; e quatro doses de silicato de potássio (15, 30, 45 e 60 mL L⁻¹). O experimento *in vivo* foi instalado em blocos casualizados, contendo três frutos por parcela, três tratamentos e dez repetições. Os frutos de bananeira foram higienizados e imersos em solução contendo os tratamentos: fungicida (4 mL L⁻¹); silicato de potássio (60 mL L⁻¹; dose calculada no experimento *in vivo*); e testemunha (água destilada autoclavada). Foram mantidos em imersão por três minutos e deixados secar por 12 h. Depois de secos, os frutos receberam um ferimento na região central, no qual foi inserido um disco de micélio do patógeno. Os frutos foram mantidos em câmara úmida por 12 dias à temperatura de 25°C, e avaliou-se a severidade da antracnose a cada 24 h. No experimento *in vitro*, nas dosagens de silicato de potássio testadas, foi observada maior inibição do patógeno à medida que foi aumentada a dosagem do produto nas placas. Já no experimento *in vivo*, houve redução no avanço da doença nos frutos tratados com o silicato de potássio.

Palavras chave: Manejo integrado. *Colletotrichum musae*. Fitopatologia.

Introdução

A bananeira (*Musa* spp.), pertencente à família Musaceae, é uma frutífera típica de regiões tropicais úmidas e constitui a base alimentar para milhões de pessoas em todo o mundo, abrangendo diversas classes econômicas (Ayres, 2022). Entre as plantas frutíferas, a banana destaca-se por sua relevância social e econômica no Brasil, sendo superada apenas pelo cultivo de cítricos, com consumo médio de 25 kg por pessoa ao ano (Araújo *et al.*, 2019).

A Índia lidera a produção mundial de bananas, seguida pela China, pela Indonésia e pelo Brasil (Albuquerque, 2022). No Brasil, mais de 465 mil hectares são dedicados ao cultivo de bananas, abastecendo tanto o mercado interno quanto o externo. Os principais estados

exportadores nos anos de 2021, 2022 e 2023 foram Santa Catarina (49%), Ceará (21%), Rio Grande do Sul (14%) e Rio Grande do Norte (7%). Os principais destinos das exportações foram Uruguai (40%), Argentina (39%), Países Baixos (8,52%) e Polônia (3%) (Conab, 2023).

Após a colheita, as perdas de banana podem atingir cerca de 40% da produção. Parte significativa desse percentual se deve a infecções fúngicas na pré e pós-colheita, que levam a manchas e podridão dos frutos (Cordeiro, Matos, Kimati, 2016; Medeiros, 2020). Um dos grandes problemas na cadeia produtiva de muitas culturas é a incidência de patógenos causadores de doenças pós-colheita, na qual a qualidade da fruta é comprometida e há limitação da comercialização desses alimentos (Aguiar, 2019).

A banana é amplamente comercializada como uma das principais frutas *in natura*, exercendo considerável relevância econômica devido ao seu alto teor energético e valor nutricional, o que a torna um dos alimentos mais consumidos (Lorenzetti *et al.*, 2019). Por se tratar de um fruto climatérico, a banana possui curto período de amadurecimento, resultando em reduzido tempo de conservação (Falcão *et al.*, 2017).

Na banana, podem ocorrer vários tipos de contaminações e a cultura está sujeita a diversos problemas fitossanitários. Uma das principais doenças que acomete a cultura da bananeira é a antracnose, uma doença que pode ocorrer no campo, mas seus problemas refletem na pós-colheita, causada pelo fungo *Colletotrichum musae* (Berk. & M.A. Curtis) Arx, 1957 (*Myxosporium musae*). A antracnose é determinada pela formação de lesões escuras deprimidas, sendo mais extensa em seu eixo longitudinal. O patógeno causa lesões necróticas na casca e na polpa, as quais aumentam de tamanho e podem coalescer à medida que a doença progride, comprometendo a aparência e facilitando a entrada de fungos causadores de podridões, diminuindo a qualidade e o preço do produto (Coelho *et al.*, 2010).

Esporos do fungo *C. musae* dispersos pelo ar são depositados sobre os frutos, onde germinam, formam apressório e penetram (Cordeiro, Matos, Kimati, 2016). Ferimentos nos frutos facilitam a penetração desse fungo, assim todas as práticas culturais e de pós-colheita devem ser realizadas na intenção de minimizar ao máximo esses ferimentos. Nesse sentido, o controle químico ainda consiste no método mais comum de tratamento dessa enfermidade.

Nessa perspectiva, o uso de fungicidas químicos pós-colheita tem sido questionado, por conta dos riscos que podem provocar à saúde humana e ao meio ambiente. Desse modo, a busca por alimentos saudáveis e, principalmente,

com pouca ou nenhuma aplicação de defensivos químicos está em crescimento. Portanto, faz-se necessário o estudo de novas técnicas de controle para o manejo desses fitopatógenos ocasionados tanto no período da pré como da pós-colheita, com o mínimo de impactos no alimento e no ambiente e que sejam alternativas economicamente viáveis (Hermida, Pelaez, Da Silva, 2015).

Uma alternativa para o manejo sustentável de doenças é o uso do silício (Si) na agricultura. Produtos à base de Si têm proporcionado benefícios tanto no controle de pragas e doenças como na resistência a fatores abióticos (Datnoff, Snyder, Korndörfer, 2007). Nesse contexto, muitos estudos estão em desenvolvimento com foco no uso do silício como ferramenta para o manejo alternativo de diversas culturas. Diante do exposto, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a eficácia de um produto à base de silicato de potássio no manejo da antracnose em banana pós-colheita.

Material e métodos

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Fitopatologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) – campus Machado.

O patógeno foi isolado diretamente de bananas da variedade ‘BRS princesa’ com sintomas típicos da doença provenientes de frutos adquiridos no comércio local de Machado – MG. Com auxílio de uma agulha esterilizada, foram extraídos fragmentos de estruturas miceliais do patógeno do epicarpo do fruto e transferidos para o meio de cultura Batata Dextrose Ágar (BDA) e mantidos em placas de Petri em câmara do tipo B.O.D. com temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e fotoperíodo 12 h (luz/escuro) (Carollo, Santos, 2016; Reis *et al.*, 2024). Após a repicagem em cultura pura, as colônias e as estruturas do fungo foram confirmadas por meio da observação a olho nu,

microscópio estereoscópico e microscópio com aumento de 400x e comparadas aos resultados existentes na literatura.

Foi realizado um experimento *in vitro* para verificar a atividade antifúngica do produto à base de silicato de potássio sobre o desenvolvimento do fungo *C. musae*. O experimento foi composto por seis tratamentos: fungicida registrado para cultura (grupo químico: benzimidazol) na dosagem recomendada pelo fabricante, T1 = 4 mL L⁻¹; T2 = testemunha sem adição de fungicida e silicato de potássio; e, por fim, quatro concentrações do produto à base de silicato de potássio: T3 = 15 mL L⁻¹, T4 = 30 mL L⁻¹, T5 = 45 mL L⁻¹, T6 = 60 mL L⁻¹. Neste experimento, foi empregado delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), contendo uma placa por parcela, seis tratamentos e dez repetições.

Para os tratamentos, foi utilizado um produto comercial à base de silicato de potássio, denominado, neste estudo, como produto alternativo, pois não é comumente utilizado no controle químico tradicional de doenças de plantas. O produto é uma formulação de P₂O₅ (12,0% p/p; 165,6 g L⁻¹) e Silício (Si) solúveis em água (12,0% p/p; 165,6 g L⁻¹). Dessa forma, foram utilizadas as concentrações de 15, 30, 45 e 60 mL L⁻¹, correspondentes a 4,968, 9,936, 14,904 e 19,872 g L⁻¹, respectivamente. Para realizar a comparação, foi utilizado um fungicida sistêmico do grupo químico benzimidazol, registrado para a cultura, que tem em sua composição o tiabendazol (2-(thiazol-4-yl) benzimidazole) na concentração de 4 mL L⁻¹, correspondente a 1,94 g L⁻¹.

Em frascos Erlenmeyers, foram preparados 250 mL de meio BDA, que foram autoclavados. Com o meio de cultivo ainda fundente, foram pipetadas separadamente as diferentes dosagens do silicato de potássio e do fungicida e, posteriormente, foram vertidos 10 mL para cada placa de Petri de 85 mm de diâmetro. Após 24 horas, um disco de 5 mm contendo micélio do patógeno foi transferido para o centro das placas

de Petri de todos os tratamentos que em seguida foram armazenadas em câmara do tipo B.O.D. com temperatura de 25° ± 2°C e fotoperíodo de 12 horas (luz/escuro) (Reis *et al.*, 2024).

Foram realizadas medições perpendiculares nas placas a cada 24 horas para verificar o avanço do tamanho das colônias com auxílio de um paquímetro digital até o momento em que o micélio da testemunha atingisse os bordos da placa de Petri (Reis *et al.*, 2024).

Para verificar o avanço do crescimento micelial do patógeno, foi calculado o Índice de Velocidade de Crescimento Micelial (IVCM), que foi avaliado por meio das medições adquiridas diariamente e calculado por meio da seguinte equação:

$$IVCM = \sum \frac{D - Da}{N}$$

Em que: *D* é o diâmetro médio atual da colônia (mm); *Da* é o diâmetro médio da colônia no dia anterior (mm); e *N* é o número de dias após a repicagem.

No experimento *in vivo*, frutos de bananeira do grupo 'Maçã' foram colhidos no pomar da fazenda escola do IFSULDEMINAS – campus Machado, no estádio de maturação 2 (cor verde amarelado), marcando o início do amadurecimento do fruto. Após colhidos, foram transportados para o Laboratório, sendo selecionados e higienizados com detergente neutro e água corrente e deixados para secar por 12 h em temperatura ambiente. Depois de secos, passaram por uma etapa de desinfestação em solução de hipoclorito de sódio a 1% (v/v), enxaguados em água destilada autoclavada, deixados sobre a bancada em temperatura ambiente por 12 h e, em seguida, foram divididos de acordo com cada tratamento (Coelho *et al.*, 2010; Mafra *et al.*, 2020). Este experimento foi instalado em blocos casualizados (DBC), contendo três frutos por parcela, três tratamentos e dez repetições, totalizando noventa frutos.

Os frutos foram imersos na solução contendo os seguintes tratamentos: T1 = fungicida comercial (4 mL L⁻¹); T2 = silicato de potássio (60 mL L⁻¹ concentração com maior inibição do patógeno no experimento *in vitro*); e T3 = testemunha (água destilada autoclavada). Foram mantidos em imersão por três minutos e deixados secar por 12 h. Depois de secos, os frutos receberam um ferimento na região central de aproximadamente 5 mm de diâmetro e 3 mm de profundidade no epicarpo, feito com auxílio de um escalpelo em que foi inserido um disco de micélio de mesmo diâmetro, retirado da colônia do patógeno desenvolvido em meio BDA (Coelho *et al.*, 2010).

Após os tratamentos, os frutos foram colocados em bandejas plásticas e, posteriormente, foram incubados em câmara úmida e acondicionados em câmara tipo BOD a 25°C. E, após 48 h, foi realizada a avaliação de severidade da antracnose (tamanho da lesão por fruto, medido com auxílio de um paquímetro digital) e sua média foi calculada por doze dias sucessivos.

Com os resultados obtidos de severidade, foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), por meio da equação proposta por Shaner e Finney (1977):

$$AACPD = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)$$

Em que n é o número total de avaliações; y_i e y_{i+1} são duas avaliações consecutivas de severidade realizadas nos tempos $(t_{i+1} - t_i)$, respectivamente.

Todos os dados foram submetidos à análise de variância; foi calculado o erro padrão da média, seguido de regressão ou médias comparadas pelo teste de agrupamento de Scott-Knott (Scott, Knott, 1974) a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$), empregando-se o software SISVAR (Ferreira, 2019).

Resultados e discussão

Na Figura 1, foi observada maior inibição do patógeno à medida em que se aumentou a dosagem do produto. A dosagem máxima utilizada de 60 mL L⁻¹, bem como o fungicida comercial, foram os tratamentos que resultaram em maior ação inibitória sobre o crescimento micelial do fungo *C. musae*. Comparando as dosagens de silicato de potássio, não houve significância para as doses testadas de 15 ou 30 mL L⁻¹.

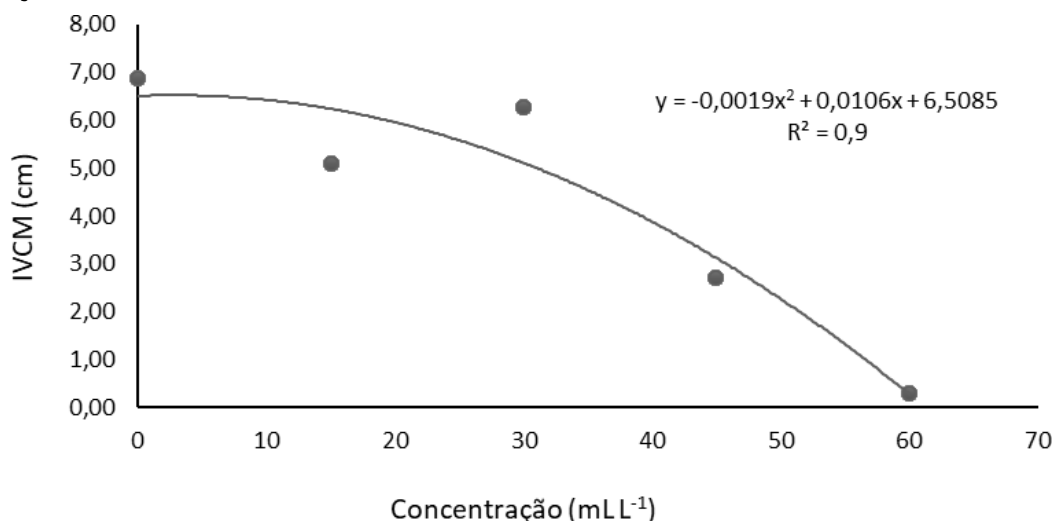
De acordo com os resultados de IVCN na presença do produto à base de silicato de potássio, foi possível observar que o silicato de potássio interferiu significativamente no desenvolvimento do fungo *C. musae*, com notável redução em seu

Figura 1. Ação direta de diferentes concentrações de silicato de potássio adicionados em meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar) sobre o desenvolvimento de *Colletotrichum musae*. Tratamentos representados da esquerda para a direita, respectivamente: fungicida (4 mL L⁻¹), testemunha (0 mL L⁻¹), 15; 30; 45 e 60 mL L⁻¹. Machado-MG, 2023.



Fonte: autores (2023).

Figura 2. Índice de Velocidade de Crescimento Micelial (IVCM) de *Colletotrichum musae* sob adição de produto à base de silicato de potássio nas concentrações de 15; 30; 45 e 60 mL L⁻¹ após serem avaliados por sete dias de incubação. Machado-MG, 2023.



Fonte: autores (2023).

crescimento na concentração de 60 mL L⁻¹ do produto comparado à testemunha (Figura 2). Contudo, as dosagens de 15, 30 e 45 mL L⁻¹ não foram capazes de inibir completamente o crescimento do patógeno.

Evidenciou-se, no experimento *in vivo*, que o tamanho médio das colônias de *C. musae* foi dimensionalmente menor nos tratamentos com fungicida e silicato de potássio, comparativamente à testemunha (Figura 3).

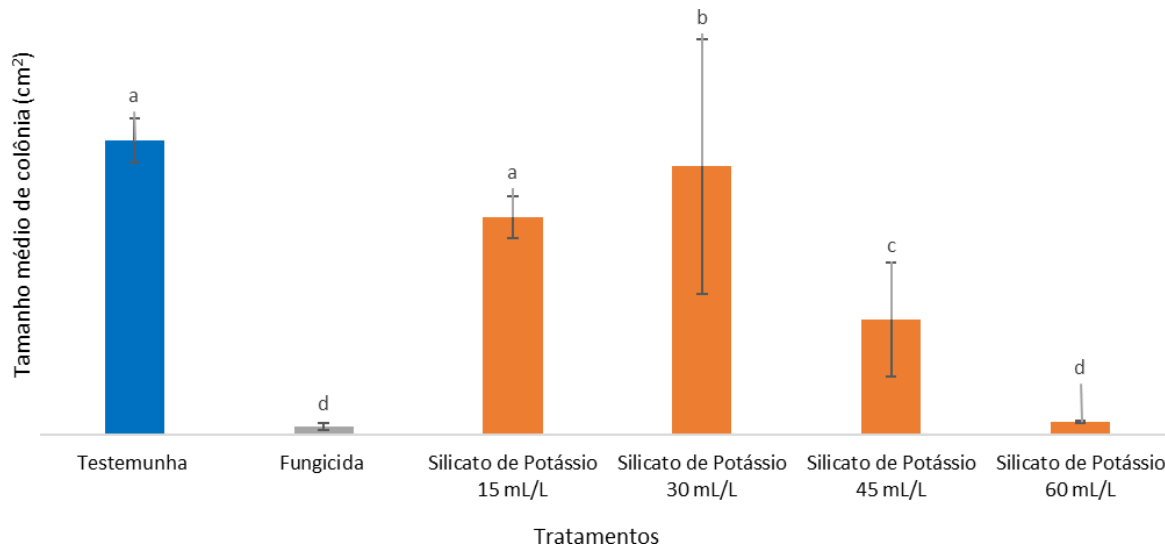
Em estudo realizado por Silva *et al.* (2009), o silicato de potássio foi capaz de inibir o crescimento dos fungos *Botrytis cinerea* e *Cylindrocladium* sp. a partir da dosagem de 40 mL L⁻¹. Essa inibição pode ter sido decorrente do aumento do pH do meio de cultivo, uma vez que o produto é alcalino e tem poder tamponante. O pH elevado teve maior efeito inibidor em *B. cinerea* que em *Cylindrocladium* sp., no entanto, essa diferença pode estar relacionada tanto ao pH quanto a maiores concentrações de potássio no meio de cultura. *B. cinerea* teve seu crescimento reduzido quando o pH foi maior que 10 e foi totalmente inibido acima de pH 12,5 (Silva, Duarte, Coelho, 2010).

Amaral *et al.* (2008) mencionaram que o fungo *Cercospora coffeicola* teve seu desenvolvimento afetado pelo silicato de potássio, indicando efeito fungitóxico do produto. Os fungos *Hemileia vastatrix* e *Phoma* sp. também foram diretamente afetados em testes de germinação de esporos e crescimento micelial ao entrar em contato com silicato ou fosfito de potássio (Nojosa, 2003). Porém, esses resultados podem ter sido influenciados não apenas pelo silício, mas também pela presença do potássio ou pela alteração de pH.

O silício possui atividade fungicida contra uma variedade de fungos, como *Fusarium* spp. e *Verticillium* spp., cujo crescimento é significativamente reduzido em doses de 5 e 10 mL de silício. Embora ambos os patógenos estudados pertençam ao mesmo grupo taxonômico, Ascomycota, as respostas observadas dos fungos *Fusarium* spp. e *Verticillium* spp. são diferentes (Kaiser *et al.*, 2005).

Comparando os tratamentos ao fungicida comercial e ao silicato de potássio, observa-se que as bananas tratadas com o fungicida tiveram redução significativa na intensidade da doença ao longo de todo o período de avaliação.

Figura 3. Tamanho médio das colônias de *Colletotrichum musae*, sob adição de um produto à base de silicato de potássio em diferentes concentrações (15; 30; 45 e 60 mL L⁻¹), testemunha e fungicida tiabendazol na concentração de (4 mL L⁻¹), sete dias após a inoculação. As barras indicam o erro padrão da média, 2023. Machado-MG, 2023.

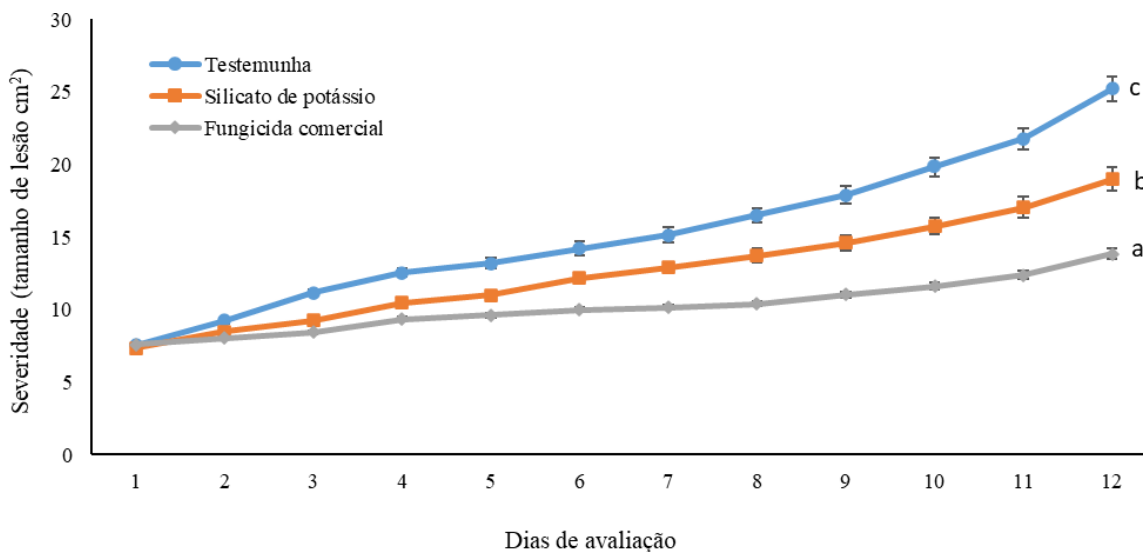


Fonte: autores (2023).

No entanto, é importante ressaltar que o fungicida comercial também não conseguiu inibir por completo o desenvolvimento da antracnose nos frutos (Figura 4).

Na média da severidade da antracnose em frutos de bananeira, observou-se que, no primeiro dia de avaliação, os tratamentos com fungicida comercial e testemunha não diferiram ao nível

Figura 4. Média da severidade (tamanho das lesões – cm²) da antracnose em frutos de bananeira, submetidos aos seguintes tratamentos: testemunha; silicato de potássio (60 mL L⁻¹) e fungicida comercial (4 mL L⁻¹), mantidos à temperatura de 25°C durante 12 dias de avaliação. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$), no décimo segundo dia de avaliação. As barras indicam o erro padrão da média. Machado-MG, 2023.



Fonte: autores (2023).

de 5% de significância. Quanto ao tratamento com silicato de potássio, evidenciaram-se frutos com lesões de dimensões reduzidas em diâmetro no fruto, comparativamente a ambos os tratamentos supracitados, corroborando seu efeito fungistático. Do segundo ao décimo segundo dia de avaliação, constatou-se diferença para os três tratamentos, sendo que o tratamento fungicida comercial se sobressaiu aos demais, seguido pelo silicato de potássio (Figura 4).

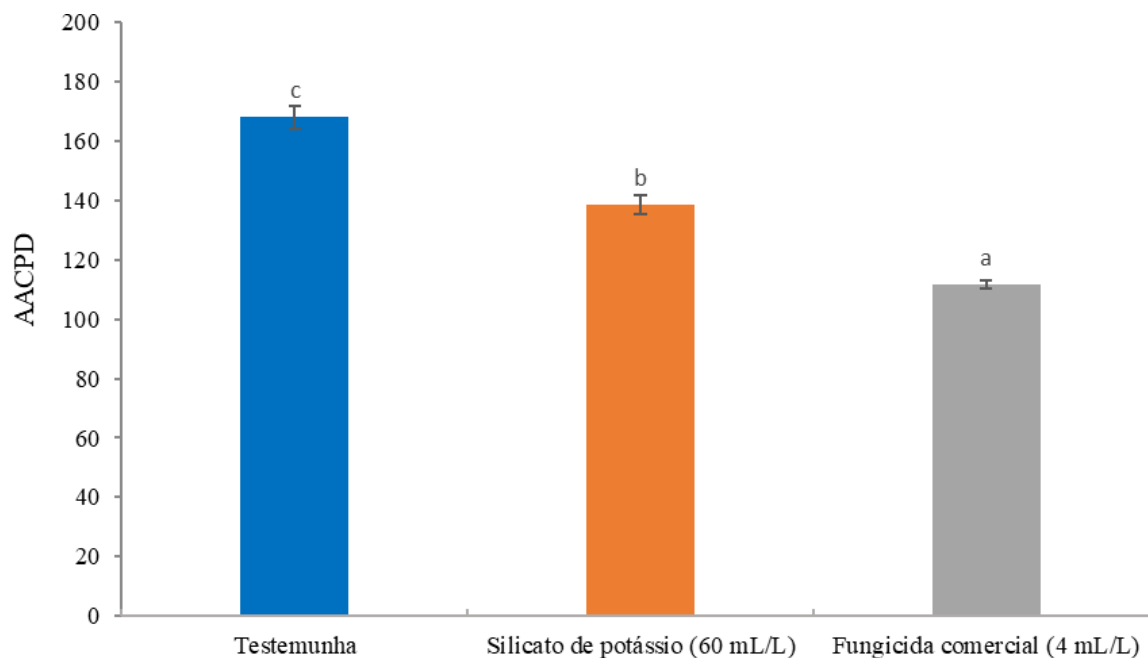
A área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) foi reduzida no tratamento com a utilização de fungicida comercial, seguida pelo tratamento com silicato de potássio, quando comparado à testemunha (Figura 5).

As tríades estabelecidas como representantes de cada tratamento estão apresentadas na Figura 6, em que as lesões podem ser evidenciadas sob um padrão homogêneo de desenvolvimento. Na testemunha, observa-se que os discos miceliais de *C. musae* inoculados

no fruto expandiram-se consideravelmente e encontram-se envoltos por lesões necróticas mais agressivas. No tratamento com silicato de potássio, verifica-se a presença de círculos concêntricos mais harmoniosos, sendo que o disco micelial encontra-se circundado por um halo necrótico pouco desenvolvido, enquanto, no tratamento com aplicação do fungicida comercial, observa-se o desenvolvimento atenuado do patógeno. O uso do silicato de potássio reduziu o avanço da doença (Figura 6), sendo uma alternativa no manejo pós-colheita de antracnose em bananas 'Maçã'.

Mediante os resultados alcançados nesta pesquisa, foi possível observar a supressão dos efeitos danosos do *C. musae* em frutos de bananeira pelo uso do silicato de potássio, promovendo a viabilidade e qualidade de atributos agrônômicos de pós-colheita, embora a observação dos maiores níveis de controle do patógeno esteja atrelada ao tratamento com fungicida.

Figura 5. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) da severidade (tamanho das lesões) de antracnose em bananas, tratadas em pós-colheita: testemunha, silicato de potássio (60 mL L⁻¹) e fungicida comercial (4 mL L⁻¹ dosagem indicada pelo fabricante), inoculadas com *Colletotrichum musae* pós-colheita, mantidas sob temperatura de 25°C em B.O.D e avaliadas por doze dias. As barras indicam o erro padrão da média. Machado-MG, 2023.



Fonte: autores (2023).

Figura 6. Experimento *in vivo* para avaliação potencial do produto alternativo aplicado em pós-colheita no manejo da antracnose em bananas. A figura representa o décimo segundo dia de avaliação dos frutos previamente tratados e, posteriormente, inoculados com o *Colletotrichum musae*. Os tratamentos aplicados foram, respectivamente: testemunha, silicato de potássio (60 mL L⁻¹), fungicida comercial (4 mL L⁻¹ dosagem indicada pelo fabricante). Machado-MG, 2023.



Fonte: autores (2023).

Assim, viabiliza-se a utilização do silicato de potássio como potencial ferramenta para o manejo da antracnose em frutos de bananeira e como veículo na disponibilização comercial da fruta com teores reduzidos de resíduos químicos.

A influência do silício sobre a fisiologia de uma gama de fungos fitopatogênicos, incluindo espécies do gênero *Fusarium*, tem sido alvo de discussão. Conceição (2010) observou o efeito de fontes de silício na indução de resistência em plantas de tomate contra *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, observando redução na ordem de 27,3% na severidade da doença. A mitigação da severidade da doença em plantas submetidas ao tratamento com silício pode ser atribuída à formação de barreiras estruturais, que afetam a capacidade de penetração fúngica nas células hospedeiras. Observações ultraestruturais sugerem que a silicificação das paredes celulares atua como uma barreira física na contenção do patógeno (Heath, Stumpf, 1986).

Pesquisas com silicato de potássio em outras espécies indicaram melhorias nas propriedades físico-químicas e na qualidade pós-colheita,

como o aumento da firmeza, do teor de ácido ascórbico e dos sólidos solúveis (Marodin *et al.*, 2016). Além disso, observou-se o prolongamento da vida útil dos frutos e a redução na atividade microbiana em plantas tratadas com pulverização de fontes de silicato (Islam *et al.*, 2018).

Enquanto o silício acumula-se preponderantemente nos espaços vacuolares sob a forma de estruturas cristalizadas, precipitados no citoplasma e sobre o tonoplasto (forma a parede dos vacúolos), sua forma final manifesta-se, portanto, quase que imutavelmente como sílica gel amorfa (Silva *et al.*, 2009).

Marodin *et al.* (2016) destacaram que o cultivo de tomateiros adubados com silicato de cálcio, potássio e sódio como fontes de silício resultou em melhorias na conservação pós-colheita. Em um estudo com tomates cereja, Islam *et al.* (2018) demonstraram que a aplicação foliar de silício, na forma de dióxido de silício, aumentou a firmeza dos frutos durante a colheita, mantendo-a após o armazenamento. Isso resultou no prolongamento da vida útil e aumento no teor de vitamina C.

Resende *et al.* (2005) constataram que a utilização de silicato de potássio resultou em aumento na produtividade e melhor conservação pós-colheita da alface americana durante o cultivo de verão. No entanto, os pesquisadores observaram que a época de aplicação teve ação direta sobre o silício na conservação pós-colheita. Elsherbiny e Taher (2018), em pesquisas com cenoura, confirmaram que a aplicação de silício pode ser eficaz no controle da *Sclerotinia sclerotiorum*, o patógeno responsável pela podridão de cenouras durante o armazenamento pós-colheita. Assim como nas hortaliças, o uso de silicatos tem sido estudado como uma estratégia para a conservação pós-colheita, visando à manutenção da qualidade e à redução de perdas.

Por outro lado, o potássio, embora não faça parte da estrutura molecular das plantas, é um nutriente essencial para o crescimento vegetal (Wang, Wu, 2017). Ele atua na regulação da condutância estomática, fotossíntese, ativação enzimática, turgescência celular e tolerância ao estresse salino, influenciando diretamente o rendimento e a qualidade das plantas.

De acordo com Lu *et al.* (2015), a aplicação adequada de potássio aumenta a concentração deste nutriente em folhas e frutos, melhorando sua massa e qualidade. O potássio também está relacionado a aspectos como o crescimento dos frutos, a espessura da casca e o controle da turgidez dos tecidos, sendo crucial para a produtividade (Anjos *et al.*, 2015). A deficiência de potássio, segundo Zhang, Liang e Chu (2017), reduz o tamanho dos frutos e, consequentemente, a produtividade. Lee e Kader, (2000) relataram aumento na integridade da membrana e no teor de vitamina C em melancias tratadas com silício. Na cultura da uva, os potenciais benefícios da adubação com silicato foram evidenciados por outros autores que observaram aumento no rendimento devido ao aumento no tamanho das bagas e melhorias nos parâmetros de qualidade pós-colheita das uvas de mesa (Zhang, Liang, Chu, 2017).

Em estudos específicos, a aplicação de silicato de potássio em melões reduziu significativamente a incidência e severidade de *Alternaria alternata*, *Fusarium semitectum* e *Trichothecium roseum* durante o período pós-colheita. Esse efeito foi atribuído ao aumento das enzimas peroxidases e quitinases (Bi *et al.*, 2006). As peroxidases desempenham um papel importante na biossíntese de ligninas e na ligação de proteínas aos tecidos da parede celular, fortalecendo a resistência desses tecidos contra a penetração de patógenos (Inbar *et al.*, 2001). Por sua vez, as quitinases têm a capacidade de hidrolisar a parede celular de diversos fungos fitopatogênicos (Van Loon, 1997). Além desses potenciais mecanismos de atuação do silício na proteção dos tecidos vegetais contra patógenos, há a observação de que o silício pode reduzir a pressão de turgor (desidratação) nas células fúngicas, resultando no colapso e retraimento das hifas e esporos, diminuindo, assim, a capacidade de esporulação e consequente perpetuação desses fungos (Bi *et al.*, 2006).

Conclusões

A velocidade do crescimento micelial do patógeno *in vitro* reduz à medida que a dosagem do silicato de potássio é aumentada, sendo a maior inibição constatada na dosagem 60 mL L⁻¹.

Com relação ao manejo da antracnose *in vivo*, observa-se redução de 24% na área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) nas bananas tratadas com silicato de potássio comparativamente ao tratamento testemunha, considerando-se o diâmetro das lesões no décimo segundo dia de avaliação.

Agradecimentos

Ao Grupo de Estudos Aplicados em Horticultura (GEAH) do IFSULDEMINAS campus Machado pela disponibilização das bananas para o desenvolvimento deste trabalho. Ao Grupo de

Estudos e Pesquisas em Fitopatologia (GEPFITO) pela estrutura e auxílio no desenvolvimento do trabalho. Ao IFSULDEMINAS pelo apoio financeiro.

Referências

- AGUIAR, V. N. **Influência da temperatura e do período de molhamento na expressão da podridão da coroa causada por *Fusarium*, em bananas na pós-colheita**. 44 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.
- ALBUQUERQUE, D. **Os 10 países que mais produzem bananas**. 2022. Disponível em: <https://sociotecnica.com.br/paises-que-mais-produzem-bananas/>. Acesso em: 28 mai. 2024.
- AMARAL, D.R.; RESENDE, M.L.V.; RIBEIRO JÚNIOR, P.M.; BOREL, J.C.; MAC LEOD, R.E.O.; PÁDUA, M.A. Silicato de potássio na proteção do cafeeiro contra *Cercospora coffeicola*. **Tropical Plant Pathology**, v. 63, n. 6, p. 425- 431, 2008.
- ANJOS, D. C. D.; HERNANDEZ, F. F. F.; COSTA, J. M. C. D.; CABALLERO, S. S. U.; MOREIRA, V. O. G. Fertilidade do solo, crescimento e qualidade de frutos do mamoeiro Tainung sob fertirrigação com potássio. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 4, p. 774-785, 2015.
- ARAUJO, M. B. F.; MACHADO, N. A. F.; DE ANDRADE, H. A. F.; LEITE, M. R. L.; PINHEIRO, J. B. S.; DA SILVA-MATOS, R. R. S. Produtividade da bananeira 'Nanicão' sob doses crescentes de potássio associado a cobertura do solo com palha de carnaúba. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 10, n. 2, p. 41-49, 2019.
- AYRES, M. I. D. C. **Avaliação da sustentabilidade agroecológica dos sistemas agroextrativistas do açai-do-amazonas (*Euterpe precatoria* Martius) em Codajás**. 2022. 190 f. Tese (Doutorado em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus - AM, 2022.
- BI, Y.; TIAN, S. P.; GUO, Y. R.; GE, Y. H.; QIN, G. Z. Sodium silicate reduces postharvest decay on Hami melons: induced resistance and fungistatic effects. **Plant Disease**, v. 90, n. 3, p. 279-283, 2006.
- COELHO, A. F. S.; DIAS, M. S. de C.; RODRIGUES, M. L. M.; LEAL, P. A. M. Controle pós-colheita da antracnose da banana-prata anã tratada com fungicidas e mantida sob refrigeração. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 1004-1008, 2010.
- CONCEIÇÃO, E. G. J. **Uso do silício na nutrição da banana e no controle do mal-do-panamá**. 2010. 69 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2010.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim Hortigranjeiro 2023**. Brasília, DF, v. 9, n. 8. Disponível em: <file:///C:/Users/Cliente/Downloads/Boletim-Hortigranjeiro-Agosto-2023.pdf>. Acesso em: 27 ago. de 2023.
- CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P.; KIMATI, H. **Doenças da bananeira. Manual de Fitopatologia**. 5.ed. v. 2. São Paulo: Agronômica Ceres, 2016. p. 109-123.
- CAROLLO, E. M.; SANTOS, H. P. F. **Manual básico de técnicas fitopatológicas: laboratório de fitopatologia**. Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária (Embrapa) - Mandioca e Fruticultura. 2016. 109 p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1054670/1/ManualManualFito21514Hermes.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2023.
- ELSHARBINY, E. A.; TAHER, M. A. Silicon induces resistance to postharvest rot of carrot

caused by *Sclerotinia sclerotiorum* and the possible of defense mechanisms. **Postharvest Biology and Technology**, v. 140, n. 2, p. 11-17, 2018.

DATNOFF, L. E.; SNYDER, A.; KORNDÖRFER, G. H. **Silicon in agriculture**. Amsterdam: Elsevier, 2007. p. 149-158.

FALCÃO, H. A. S.; FONSECA, A. O.; OLIVEIRA, F. J. G.; PIRES, M. C.; PEIXOTO, J. R. Armazenamento de variedades de bananas em condições de atmosfera modificada com permanganato de potássio. **Revista de Agricultura Neotropical**. v. 4, n. 1??, p. 1-7, 2017.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019. Disponível em: <<https://biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>>. Acesso em: 16 set. 2022.

HEATH, M.C.; STUMPF, M. A. Ultrastructural observations of penetration sites of the cowpea rust fungus in untreated and silicon depleted French bean cells. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 29, n. 1, p. 27-39, 1986.

HERMIDA, C.; PELAEZ, V.; DA SILVA, L. Limites de resíduos de pesticidas e barreiras técnicas ao comércio. **Agroalimentaria**, v. 21, n. 41, p. 151-170, 2015. Disponível em: <<http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/agroalimentaria/article/view/7167/7043>>. Acesso em: 15 jan. 2025.

INBAR, M.; DOOSTDAR, H.; GERLING, D.; MAYER, R. T. Induction of systemic acquired resistance in cotton by BTH has a negligible effect on phytophagous insects. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 99, n. 1, p. 65-70, 2001.

ISLAM, M. Z.; MELE, M. A.; KI-YOUNG, C. H. O. I.; HO-MIN, K. A. N. G. The effect of silicon and

boron foliar application on the quality and shelf life of cherry tomatoes. **Zemdirbyste-Agriculture**, v. 105, n. 2, p. 159-164, 2018.

KAISER, C.; van der MERWE, R.; BEKKER, T.F.; LABUSCHAGNE, N. In-vitro inhibition of mycelial growth of several phytopathogenic fungi, including *Phytophthora cinnamomi* by soluble silicon. **South African Avocado Growers' Association Yearbook**, v. 23, n. 3, p. 169-172, 2005.

LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, v. 20, n. 3, p. 207-220, 2000.

LORENZETTI, E.; SOUZA D. H. G.; TARTARO J.; STANGARLIN J. R.; BRAGA G. C. Formulário de Alecrim no controle de antracnose e conservação em pós-colheita de banana Nanicao. **Multi-Science Journal**, v. 2, n. 2, p. 16-19, 2019.

LU, Y. L.; YANG, X. L.; LI, R.; LI, S. L.; TONG, Y. A. Effects of different potassium fertilizer application periods on the yield and quality of Fuji apple. **The Journal of Applied Ecology**, v. 26, n. 4, p. 1179-1185, 2015.

MAFRA, N. M.; NAVES, M. E. F.; RODRIGUES JR., J. L.; REZENDE, D. C. Alternative products in the management of green mold in postharvest oranges. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, e9629109330, 2020.

MARODIN, J. C.; RESENDE, J. T.; MORALES, R. G.; FARIA, M. V.; TREVISAM, A. R.; FIGUEIREDO, A. S.; DIAS, D. M. Tomato post-harvest durability and physicochemical quality depending on silicon sources and doses. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 361- 366, 2016.

MEDEIROS, S. V. **Efeito de filmes de quitosana e bentonita na conservação pós-colheita de banana prata (*Musa spp.*)**. 2020. 130 f.

Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020.

NOJOSA, G. B. A. **Efeito de indutores na resistência de *Coffea arabica* L. a *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. e *Phoma costaricensis* Echandi.** 2003. 102 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003

REIS, M. S. M.; REZENDE, D. C.; MAFRA, N. M.; MACHADO, L. F. C.; REIS, L. L.; GONÇALVES, A. S.; SILVA, L. G. M. Potassium phosphite in the management of green mold in citrus. **Revista Observatório de La Economia Latino Americana**, v. 22, n. 1, p. 422-442, 2024.

RESENDE, G. M.; YURI, J. E.; MOTA, J. H.; RODRIGUES JÚNIOR, J. C.; SOUZA, R. J.; CARVALHO, J.G. Production of crisphead lettuce affected by rates and application time of Supa Potássio. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 2, p. 174-178, 2005.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.

SHANER, G.; FINNEY, R.R. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow mildewing in knox wheat. **Phytopathology**, v. 67, n. 8, p. 1052-1056, 1977

SILVA, J. C.; DUARTE, I. N.; COELHO, E. A. C. M. L. Crescimento de *Cylindrocladium* sp. e *Botrytis cinerea* em meio de cultivo com silício. **Enciclopedia Biosfera**, v. 6, n. 11, p. 1-6, 2010.

SILVA, L. C.; CHAVARRIA, G.; MARODIN, G. A. B.; SANTOS, H. P.; ANTONIOLLI, L. R.; TESSMER, M. A.; ÁVILA, R.; SPAGNOL, F.; MORO, L. **Aplicação de cálcio e silício na pré-colheita de uvas finas de mesa cv. BRS**

Morena sob cultivo protegido e seus efeitos pós-colheita. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2009. 1p.

VAN LOON, L. C. Induced resistance in plants and the role of pathogenesis-related proteins, **European Journal of Plant Pathology**, v. 103, n. 9, p. 759-765, 1997.

WANG, Y.; WU, W.H. Regulation of potassium transport and signaling in plants. **Current opinion in plant biology**, v. 39, p. 123-128, 2017.

ZHANG, M.; LIANG, Y.; CHU, G. Applying silicate fertilizer increases both yield and quality of table grape (*Vitis vinifera* L.) grown on calcareous grey desert soil. **Scientia Horticulturae**, v. 225, p. 757-763, 2017.