

Potencial antifúngico do fosfito de potássio no controle de *Cladosporium cladosporioides* e *Colletotrichum theobromicola* associados ao maracujazeiro¹

Ana Júlia Silva Rocha², Quelmo Silva de Novaes³, Natália Deniz Brito⁴, Maria Eduarda Almeida Matos⁵, Roniere Sousa Lima⁶

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar, *in vitro*, o efeito de diferentes concentrações do fosfito de potássio sobre o crescimento micelial do *Cladosporium cladosporioides* e do *Colletotrichum theobromicola*, agentes causais da verrugose e da antracnose do maracujazeiro (*Passiflora edulis*), respectivamente. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fitopatologia da UESB, em delineamento inteiramente casualizado, com dez repetições por tratamento. O bioestimulante comercial Phytogard (KH_2PO_3) foi incorporado ao meio BDA nas concentrações de 100, 200, 300, 400 e 500 $\mu\text{g mL}^{-1}$. Como controles, foram utilizados um fungicida à base de difenoconazol, na dose recomendada, e o meio sem aditivos. Discos de micélio de 7 mm foram inoculados no centro das placas, avaliando-se o diâmetro médio das colônias a cada dois dias para *C. cladosporioides* e diariamente para *C. theobromicola*. Os dados foram submetidos à ANOVA, teste de Tukey (5%) e regressão. O bioestimulante promoveu redução significativa no crescimento dos dois patógenos, em resposta dose-dependente. Para *C. cladosporioides*, foi observada uma inibição de 20,49% a 67,44% ($R^2 = 0,966$). Em *C. theobromicola*, a inibição foi de 12,23% a 59,80% ($R^2 = 0,989$). Em ambos, observou-se inibição próxima de 50% nas concentrações de 300–400 $\mu\text{g mL}^{-1}$, caracterizando valores próximos à EC_{50} . Conclui-se que o fosfito de potássio exerce efeito inibitório direto sobre *C. cladosporioides* e *C. theobromicola*, com maior eficácia em 400 e 500 $\mu\text{g mL}^{-1}$.

PALAVRAS-CHAVE: *Passiflora edulis*; *in vitro*; bioestimulante; inibição micelial

Antifungal potential of potassium phosphite in the control of *Cladosporium cladosporioides* and *Colletotrichum theobromicola* associated with passion fruit.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate, *in vitro*, the effect of different concentrations of potassium phosphite on the mycelial growth of *Cladosporium cladosporioides* and *Colletotrichum theobromicola*, causal agents of passion fruit (*Passiflora edulis*) scab and anthracnose, respectively. The experiments were carried out at the Phytopathology Laboratory of UESB, in a completely randomized design, with ten replications per treatment. The commercial biostimulant Phytogard (KH_2PO_3) was incorporated into PDA medium at concentrations of 100, 200, 300, 400, and 500 $\mu\text{g mL}^{-1}$. As controls, a difenoconazole-based fungicide at the recommended dose and the medium without additives were used. Mycelial discs (7 mm) were inoculated in the center of the plates, and the average colony diameter was evaluated every two days for *C. cladosporioides* and daily for *C. theobromicola*. Data were subjected to ANOVA, Tukey's test (5%), and regression analysis. The biostimulant significantly reduced the growth of both pathogens in a dose-

dependent response. For *C. cladosporioides*, inhibition ranged from 20.49% to 67.44% ($R^2 = 0.966$). In *C. theobromicola*, inhibition ranged from 12.23% to 59.80% ($R^2 = 0.989$). In both cases, inhibition close to 50% was observed at concentrations of 300–400 $\mu\text{g mL}^{-1}$, corresponding to values near the EC_{50} . It is concluded that potassium phosphite exerts a direct inhibitory effect on *C. cladosporioides* and *C. theobromicola*, with higher efficacy at 400 and 500 $\mu\text{g mL}^{-1}$.

KEYWORDS: *Passiflora edulis*; in vitro; biostimulant; mycelial inhibition

INTRODUÇÃO

O Brasil reúne ampla diversidade de *Passiflora* e é o maior produtor e consumidor mundial da fruta. Entre as espécies cultivadas, o maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims) é o mais relevante, com produção voltada ao mercado interno e exportação de suco, frutos frescos e derivados. A produção nacional é de cerca de 700 mil toneladas anuais em uma área de 46 mil hectares plantados representando 70% da produção mundial, resultado do uso de tecnologias de manejo e cultivo protegido. (Embrapa, 2025).

Apesar da importância econômica, a cultura é altamente suscetível a pragas, doenças e fatores climáticos que afetam produtividade e qualidade. Destacam-se a verrugose, causada por *Cladosporium cladosporioides*, e a antracnose, causada por *Colletotrichum theobromicola*, que provocam manchas foliares, necroses e lesões em frutos, reduzindo o valor comercial.

O controle é feito principalmente com fungicidas sintéticos, práticos e eficazes a curto prazo. Entretanto, o uso contínuo favorece resistência dos patógenos e compromete o manejo, tornando necessária a busca por alternativas sustentáveis.

Bioestimulantes surgem como ferramentas promissoras. Definidos como substâncias ou microrganismos que aumentam o aproveitamento de nutrientes, a tolerância a estresses e a qualidade da produção, também podem auxiliar na sanidade vegetal. O fosfito de potássio se destaca por induzir respostas de defesa, estimulando mecanismos fisiológicos associados à resistência, além de apresentar efeito antifúngico direto sobre o micélio de diferentes patógenos. (Alejano et al. 2025)

Assim, considerando a relevância das doenças causadas por *C. cladosporioides* e *C. theobromicola* e a necessidade de reduzir a dependência de fungicidas, levantou-se a hipótese de que o fosfito de potássio exerce efeito inibitório direto sobre o crescimento micelial desses patógenos. O objetivo deste estudo foi avaliar, in vitro, sua ação sob diferentes concentrações.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial, com dez repetições por tratamento. Ensaios independentes foram realizados para os patógenos *Cladosporium cladosporioides* e *Colletotrichum theobromicola*, cujos isolados pertencem à coleção de fungos do próprio laboratório.

O bioestimulante utilizado foi o Phytogard, produto comercial à base de fosfito de potássio (KH_2PO_3), incorporado ao meio de cultura BDA nas concentrações de 100, 200, 300, 400 e 500 $\mu\text{g mL}^{-1}$. Após a solidificação do meio, discos de micélio de 7 mm de diâmetro foram depositados no centro de cada placa de Petri. O delineamento incluiu como controle positivo um fungicida comercial à base de difenoconazol, aplicado na dose recomendada pelo fabricante, e como testemunha o meio de cultura sem aditivos.

O crescimento micelial foi mensurado pelo diâmetro médio das colônias, obtido a partir de duas medidas perpendiculares. As avaliações foram realizadas a cada dois dias para *C. cladosporioides* (sete medições no total) e diariamente para *C. theobromicola* (cinco medições).

Os dados de diâmetro das colônias foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Adicionalmente, análises de regressão foram conduzidas para estimar a taxa de crescimento micelial e a porcentagem de inibição em função das concentrações do produto. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software R.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O bioestimulante à base de fosfito de potássio apresentou efeito inibitório significativo sobre *Cladosporium cladosporioides* e *Colletotrichum theobromicola*, reduzindo progressivamente o crescimento micelial conforme o aumento das concentrações. Para *C. cladosporioides*, o diâmetro médio das colônias variou de 7,12 cm (testemunha) para 5,62 cm ($100 \mu\text{g mL}^{-1}$), 5,27 cm ($200 \mu\text{g mL}^{-1}$), 4,52 cm ($300 \mu\text{g mL}^{-1}$), chegando a 2,80 cm e 2,30 cm em 400 e 500 $\mu\text{g mL}^{-1}$, enquanto o fungicida reduziu para 1,80 cm. A regressão confirmou a relação dose-resposta ($R^2 = 0,966$), com inibição de 20,49% a 67,44% (Figura 1A – D). Para *C. theobromicola*, a testemunha apresentou 8,16 cm, reduzidos para 7,07 cm ($100 \mu\text{g mL}^{-1}$), 6,55 cm ($200 \mu\text{g mL}^{-1}$), 5,47 cm ($300 \mu\text{g mL}^{-1}$), 4,53 cm ($400 \mu\text{g mL}^{-1}$) e 3,28 cm ($500 \mu\text{g mL}^{-1}$); o fungicida também resultou em 1,80 cm. A regressão indicou redução linear ($R^2 = 0,989$), com inibição variando de 12,23% a 59,80% (Figura 2 A – D).

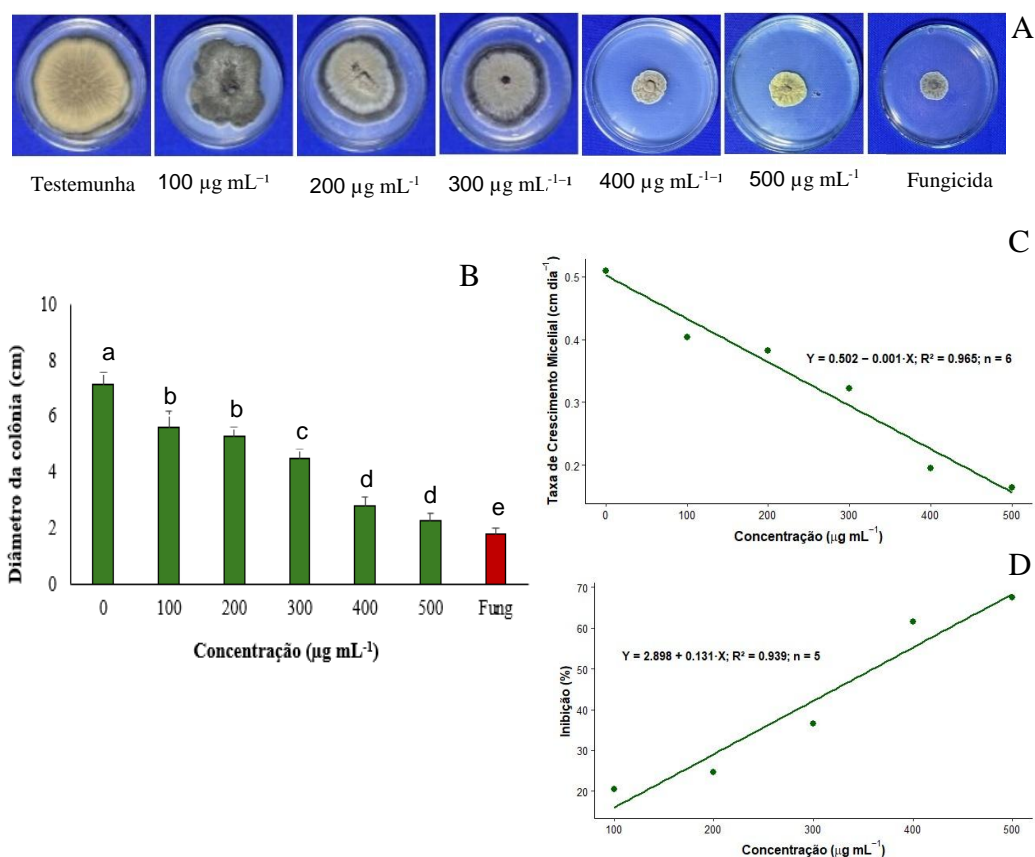


FIGURA 1. Efeito de diferentes concentrações do bioestimulante à base de fosfito de potássio sobre *Cladosporium cladosporioides*: (A) colônias fúngicas após o período experimental; (B) diâmetro médio das colônias (médias \pm erro padrão), sendo médias seguidas por letras distintas significativamente diferentes entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); (C) taxa de crescimento micelial (cm dia^{-1}) em função das concentrações; (D) porcentagem de inibição do crescimento micelial em relação à testemunha.

Os resultados evidenciam resposta dose-dependente, com inibições próximas de 50% em 300–400 $\mu\text{g mL}^{-1}$, valores próximos à EC_{50} . Embora inferiores ao fungicida, confirmam o potencial antifúngico do bioestimulante *in vitro*. O efeito pode estar associado ao acúmulo de polifosfato e pirofosfato, desviando ATP de vias metabólicas, além da inibição de enzimas glicolíticas e do fosfogluconato, reforçando a ação fungitóxica direta. Outro aspecto é o duplo modo de ação descrito, combinando toxicidade direta e indução de defesas em plantas. (Dempsey et al., 2018)

Estudos prévios corroboram esses achados: Carmona et al. (2017) observaram inibição de *Fusarium spp.* em concentrações $>500 \mu\text{g mL}^{-1}$, enquanto Marin et al. (2023) relataram sensibilidade de *Phytophthora* a 50–100 $\mu\text{g mL}^{-1}$, com resistência acima de 300 $\mu\text{g mL}^{-1}$. Esses dados, aliados aos resultados obtidos, reforçam o potencial dos

fosfitos como alternativas eficazes e sustentáveis no manejo de doenças do maracujazeiro.

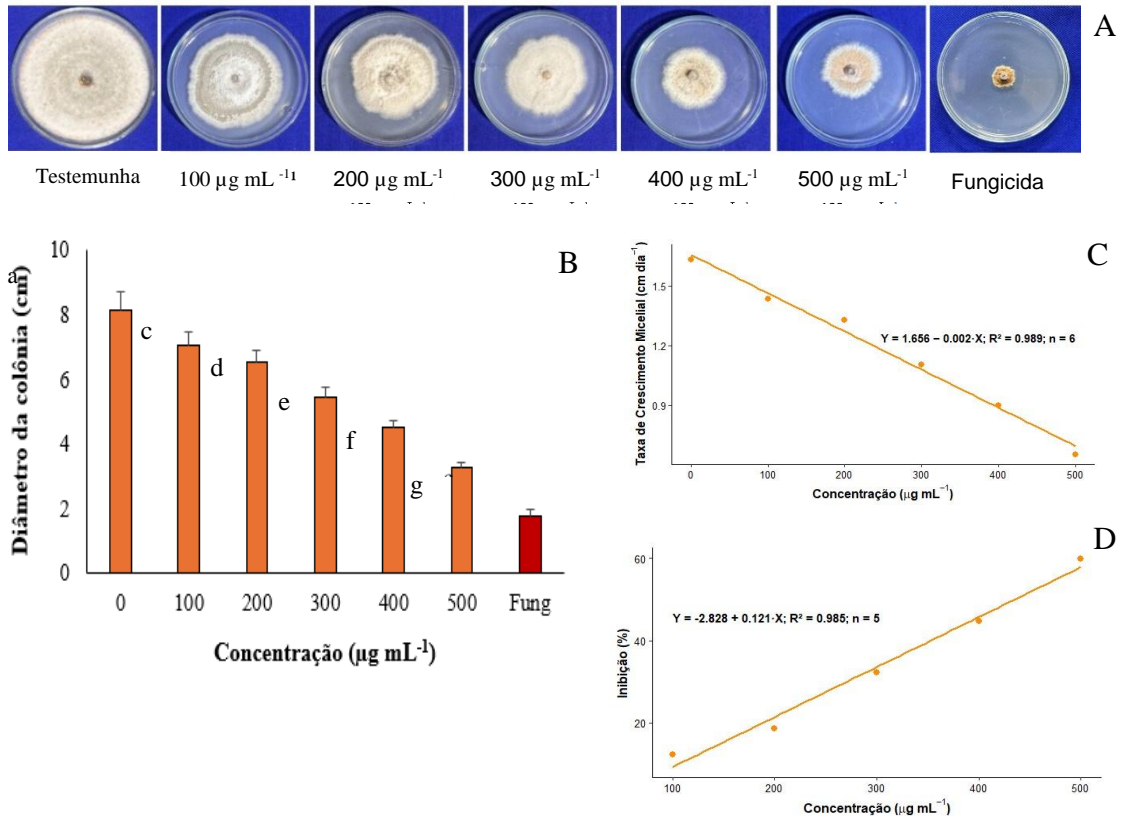


FIGURA 2. Efeito de diferentes concentrações do bioestimulante à base de fosfito de potássio sobre *Colletotrichum theobromicola*: (A) colônias fúngicas após o período experimental; (B) diâmetro médio das colônias (médias \pm erro padrão), sendo médias seguidas por letras distintas significativamente diferentes entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); (C) taxa de crescimento micelial (cm dia^{-1}) em função das concentrações; (D) porcentagem de inibição do crescimento micelial em relação à testemunha.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o bioestimulante à base de fosfito de potássio apresenta efeito inibitório direto sobre os fungos *Cladosporium cladosporioides* e *Colletotrichum theobromicola*, com resposta dose-dependente e maior eficácia nas concentrações de 400 e 500 $\mu\text{g mL}^{-1}$. Esses resultados evidenciam o potencial do produto como alternativa sustentável ao controle químico e ressaltam sua relevância dos resultados in vitro como base sólida para futuros estudos in vivo voltados ao manejo das doenças verrugose e antracnose do maracujazeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arejano, L. M., et al. (2025). Uso de bioestimulantes na produção agrícola (Cap. 2). Mérida Publishe. <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-08-4.c2>
2. Carmona, M. A., Simonetti, I., Ravotti, M. E., et al. (2017). In vitro antifungal/fungistatic activity of manganese phosphite against soybean soil-borne pathogens. *Fundación Rómulo Raggio; Phytón*; 86; 12-2017; 265-269
3. Dempsey, J. J., et al. (2018). Suppression of the in vitro growth and development of *Microdochium nivale* by phosphite. *Plant Pathology*, 67, 1296–1306. <https://doi.org/10.1111/ppa.12846>
4. Embrapa. (2022). Maracujá. In Embrapa, Portal Embrapa. Embrapa. <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/maracuja>
5. Marin, V. M., Baggio, J. S., et al. (2023) Phosphite Is More Effective Against *Phytophthora* Crown Rot and Leather Rot Caused by *Phytophthora cactorum* than *P. nicotianae*. *Plant disease*, 107(5), 0191-2917. <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-22-1481-RE>