

Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 15 (7)

July 2022

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/15720221554>

Article link: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1554>



Eficiência de *Bacillus* spp. no controle de *Colletotrichum musae* em banana

Efficiency of *Bacillus* spp. in the control of *Colletotrichum musae* in banana

Solange Maria Bonaldo

Universidade Federal de Mato Grosso

solange.bonaldo@ufmt.br

Francieli Fernanda Mallmann

Universidade Federal do Mato Grosso

Ildelfonsa Benitez Zanatto

Universidade Federal do Mato Grosso

Juliana Aparecida da Silva

Universidade Federal do Mato Grosso

Heitor Augusto Sella

Universidade Federal do Mato Grosso

Sylvia Raquel Gomes Moraes

Universidade Federal de Mato Grosso

Gabriel Mendonça Guerino

Universidade Federal do Mato Grosso

Resumo. O Brasil é um dos maiores produtores de banana do mundo, entretanto sua produtividade é afetada por doenças pós-colheita como a antracnose. Assim, o objetivo foi avaliar o efeito de *Bacillus subtilis* e *Bacillus methylotrophicus*, comparado à ação de fungicida no controle da antracnose em pós-colheita. Para isto, frutos de banana (*Musa* spp.) na fase 1 de maturação foram submetidos aos seguintes tratamentos: testemunha, sem tratamento; Rizos_{og} (*B. subtilis*) (1,5 mL L⁻¹), Ônix_{og} (*B. methylotrophicus*) (90,9 mL L⁻¹) e fungicida tiofanato-metilico (1 mL L⁻¹), em que para cada tratamento empregou-se 10 frutos. Pode-se observar que a testemunha diferiu estatisticamente dos demais tratamentos, apresentando valor de área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) superior aos demais, enquanto o tratamento com *B. subtilis* foi o mais eficiente com menor valor de AACPD. Os tratamentos *B. methylotrophicus* (AACPD= 143,35) e fungicida (AACPD= 185,5) não diferiram entre si, entretanto apresentaram diferenças significativas em comparação aos frutos tratados com *B. subtilis* (AACPD= 23,15). No quarto dia após a imersão dos frutos todos os tratamentos apresentaram a mesma maturação fisiológica, porém nas demais avaliações os frutos tratados com *B. subtilis* apresentaram maior durabilidade pós-colheita, com menor índice de maturação fisiológica.

Palavras-chaves: Antracnose, controle biológico, *Musa* spp., bactéria.

Abstract. Brazil is one of the largest banana producers in the world, however its productivity is affected by post-harvest diseases such as anthracnose. Thus, the objective was to evaluate the effect of *Bacillus subtilis* and *Bacillus methylotrophicus* compared to the action of fungicide in the control of anthracnose in the post-harvest. For this, banana fruits (*Musa* spp.) in phase 1 of maturation were submitted to the following treatments: untreated control; Rizos_{og} (*B. subtilis*) (1.5 mL L⁻¹), Onyx (*B. methylotrophicus*) (90.9 mL L⁻¹) and thiophanate-methyl fungicide (1 mL L⁻¹), in which for each treatment used if 10 fruits. It can be observed that the control statistically differed from the other treatments, presenting a value of area under the disease progress curve (AACPD) higher than the others, while the treatment with *B. subtilis* was the most efficient with the lowest value of AACPD. The treatments, *B. methylotrophicus* (AACPD= 143.35) and fungicide (AACPD= 185.5) did not differ from each other, however they presented significant

differences in comparison to the fruits treated with *B. subtilis* (AACPD= 23.15). On the fourth day after immersion of the fruits, all treatments showed the same physiological maturation, but in the other evaluations the fruits treated with *B. subtilis* showed greater post-harvest durability, with a lower rate of physiological maturation.

Keywords: Anthracnose, biological control, *Musa* spp., bacteria.

Introdução

A banana é uma das frutas *in natura* mais exportada mundialmente, com grande importância econômica, sendo um dos alimentos mais consumidos pois apresenta elevado teor energético e valor nutricional (LORENZETTI et al., 2019; SOARES et al., 2020). No entanto, a produção tem sido significativamente afetada pela ocorrência de doenças, com maior importância em pós-colheita. Dentre as doenças, destaca-se a antracnose, sendo considerada o mais grave problema em pós-colheita da fruta (CORDEIRO et al., 2016).

A antracnose causada por diferentes raças fisiológicas do fungo *Colletotrichum musae* (Berk & Curtis) von Arx. pode ser responsável por perdas que podem chegar a 40% do volume total produzido (SILVA et al., 2016).

Esporos do fungo, *C. musae* dispersos pelo ar são depositados sobre os frutos, onde germinam, formam apressório e penetram (CORDEIRO et al., 2016). Ferimentos nos frutos facilitam a penetração deste fungo, assim todas as práticas culturais e de pós-colheita devem ser conduzidas na intenção de minimizar ao máximo tais ferimentos.

Portanto, na redução das perdas causadas pela antracnose em frutos de banana, diversas formas de controle podem ser utilizadas, como o físico, cultural, alternativo e químico. Este último, na maioria das vezes, associado a outros métodos reduzem a maturação dos frutos. Os frutos são órgãos de metabolismo ativo que apresentam elevada quantidade de água e nutrientes, o que amplia a predisposição à ocorrência de doenças. Durante o processo de maturação, várias mudanças ocorrem nos frutos, principalmente as relacionadas à textura, cor e sabor, tornando os frutos mais suscetíveis à invasão de patógeno (SILVEIRA et al., 2005).

A forma mais comum para controle de patógenos de pós-colheita é através da utilização de fungicidas, onde os frutos são tratados por imersão ou atomização ainda no campo (CELOTO, 2005; CORDEIRO et al., 2014). Entretanto, a restrição ao uso de produtos químicos devido a problemas de efeitos residuais e resistência pelo patógeno tem levado a procura de métodos alternativos de controle, como uso de biofungicidas, extratos e óleos vegetais, os quais minimizam o uso de fungicidas convencionais (BASTOS; ALBUQUERQUE, 2004; FERNANDES et al., 2011).

Neste contexto, o trabalho tem por objetivo avaliar o efeito de produtos biológicos

(*Bacillus subtilis* e *Bacillus methylotrophicus*) e do fungicida tiofanato-metílico no controle de antracnose (*C. musae*) e maturação de frutos de banana.

Material e Métodos

Os frutos de banana (*Musa* sp.), cultivar Nanica, foram colhidos em plantio comercial com 8 meses de cultivo no município de Sinop, MT. Os frutos foram colhidos no estágio $\frac{3}{4}$ com quas menos salientes e lados mais largos e ligeiramente arredondados, assim como são comercializadas no mercado local.

Logo após a colheita, sem lavagem prévia, os frutos foram submetidos aos tratamentos no laboratório de Microbiologia e Fitopatologia da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Campus de Sinop. Os tratamentos consistiram de frutos tratados com suspensão dos produtos Rizos_{og} (*B. subtilis*); Ônix_{og} (*B. methylotrophicus*); do fungicida tiofanato-metílico e frutos não tratados (controle) (Tabela 1).

Os frutos permaneceram imersos nas soluções dos produtos por três minutos conforme proposto por Sponholz et al. (2004). Após o tratamento, os frutos foram acondicionados em bandejas de polietileno, previamente desinfetadas com álcool 70%, cobertos com papel filme e mantidos a temperatura ambiente.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 10 frutos por tratamento, sendo cada repetição representada por um fruto.

Após o aparecimento dos primeiros sintomas os frutos foram avaliados diariamente, levando em consideração as variáveis: porcentagem de área lesionada por fruto (severidade) segundo a escala diagramática proposta por Moraes et al. (2008), e a maturidade dos frutos, avaliada pela escala de Von Loesecke (1950) (Figura 1). As avaliações foram realizadas quatro, sete, dez, treze e dezoito dias após a imersão dos frutos.

A partir dos dados de severidade obtidos determinou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), através da equação proposta por Campbell e Madden (1990), comparando estatisticamente as médias da AACPD pelo teste de Scott-Knott a uma probabilidade de 5% através do software SASM-Agri (CANTERI et al., 2001).

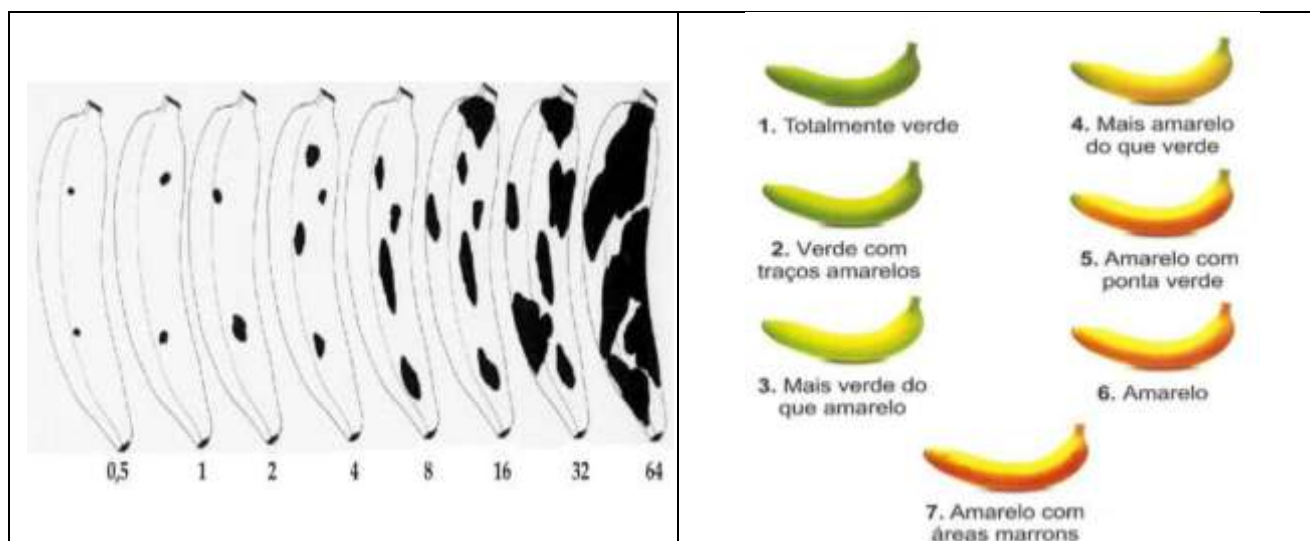


Figura 1. Escala diagramática de severidade de podridões em frutos de banana, cujos valores correspondem a percentagem de área lesionada por fruto (MORAES et. al., 2008), ao lado da escala de maturação de Von Loesecke (1950) para *Musa* sp.

Resultados e discussão

Controle de antracnose pós-colheita

O controle (T1) diferiu estatisticamente dos demais tratamentos, apresentando valor de AACPD de 573,9. Os frutos tratados com a bactéria *B. subtilis* (T2) apresentaram o menor valor de AACPD (23,15), porém os tratados com fungicida (T4) e bactéria *B. methylotrophicus* (T3) não diferiram entre si, entretanto, apresentaram valores de AACPD inferiores ao controle (Tabela 1).

Nos tratamentos com o componente biológico *B. methylotrophicus* e fungicida houve o aumento das lesões nos frutos, causadas por *Colletotrichum musae*, no entanto, houve diferença quanto à velocidade de desenvolvimento dessas lesões. No controle as lesões evoluíram mais rapidamente quando comparado aos dois tratamentos (dados não demonstrados). Em frutos tratados com o produto biológico a base de *B. subtilis* não foi observado aumento das lesões no período do experimento, se mostrando assim, eficiente no controle de antracnose pós-colheita. Esses frutos apresentaram pequenas lesões mecânicas provenientes do processo de colheita no campo, devendo assim, haver maior cuidado por parte do produtor no ato da colheita e transporte para evitar a entrada de fitopatógenos.

Segundo Senhor et al. (2009), a ação de organismos antagonistas utilizados no controle biológico é menos eficaz no controle de patógenos pós-colheita em comparação a fungicidas sistêmicos. Entretanto, resultado oposto a esse foi obtido neste trabalho, onde a imersão dos frutos em produto biológico a base de *B. subtilis* apresentou eficiência superior no controle da antracnose pós-colheita. O tratamento com fungicida sistêmico se mostrou menos eficiente do que o controle da doença com *B. subtilis*, mostrando assim, o potencial do controle biológico para o tratamento pós-colheita de banana. A curva de progresso da doença é utilizada quando o autor quer representar a epidemia de uma doença, sendo possível determiná-la para qualquer patossistema (COSTA, 2007). Dessa forma, nota-se menor progressão da doença para tratamentos onde se utilizou produtos de controle biológico (*B. subtilis*, *B. methylotrophicus*). O controle biológico com *B. subtilis* apresentou redução de 95,97% da área abaixo da curva de progresso da doença quando comparado ao controle, seguido pelo tratamento com *B. methylotrophicus* (75,02%) e pelo fungicida (67,68%).

Tabela 1. Tratamentos utilizados no controle de antracnose (*Colletotrichum musae*) com respectivos resultados da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e redução percentual nos frutos.

Tratamentos	Dose	AACPD ¹	Redução (%)
T1 - Controle	-	573,9 a	-
T2 - <i>Bacillus subtilis</i>	1,5 mL L ⁻¹ água	23,15 c	95,97
T3 - <i>Bacillus methylotrophicus</i>	90,9 mL L ⁻¹ água	143,35 b	75,02
T4 - Fungicida tiofanato-metílico	1 mL L ⁻¹ água	185,5 b	67,68
CV (%)	-	29,46%	-

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Skott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Conservação dos frutos

O patógeno infecta o fruto ainda no campo, no entanto, o sintoma aparece apenas com o amadurecimento (JEFFRIES et al., 1990). Neste contexto, é necessário que se faça o estudo da maturação destes frutos, que para a banana é dada através da escala de Von Loesecke (1950).

Até o quarto dia após o início do experimento todos os tratamentos mantiveram-se com a mesma maturação fisiológica (índice de maturação 2). Entretanto, no sétimo dia o controle alcançou o índice de maturação 4 (mais amarelo do que verde), os frutos tratados com o produto biológico a base de *B. methylotrophicus* alcançaram o índice de maturação 3, e os demais tratamentos permaneceram no índice de maturação 2. No 10º dia o controle alcançou o índice de maturação máxima, ou seja, 7, enquanto os demais tratamentos mantiveram-se no índice de maturação avaliado no sétimo dia. A partir do 13º dia os tratamentos apresentaram frutos com índices de maturação superiores, entretanto nota-se que os frutos tratados com os produtos biológicos a base de *B. subtilis* e *B. methylotrophicus* mantiveram os

melhores resultados. Com isso a aplicação dos produtos irá prolongar a vida de prateleira dos frutos de banana.

A capacidade dos produtos à base de microrganismos antagonísticos em tornar mais lenta a maturação do fruto é uma característica importante no manejo em pós-colheita. De acordo com os resultados obtidos pode-se concluir que os fungicidas químicos poderiam ser substituídos no tratamento de pós-colheita em banana, que além de apresentarem controle inferior aos tratamentos biológicos, deixam resíduos nos frutos e tem agrado cada vez menos os consumidores (SENHOR et al., 2009).

A utilização de produtos alternativos para o controle de doenças pós-colheita pode auxiliar produtores que não possuem recursos para manterem seus produtos refrigerados, aumentando o tempo de prateleira e conseqüentemente reduzindo a perda do produto. Além disso, há a possibilidade de expandir o mercado com a oferta de produtos orgânicos, sem o uso de fungicidas.

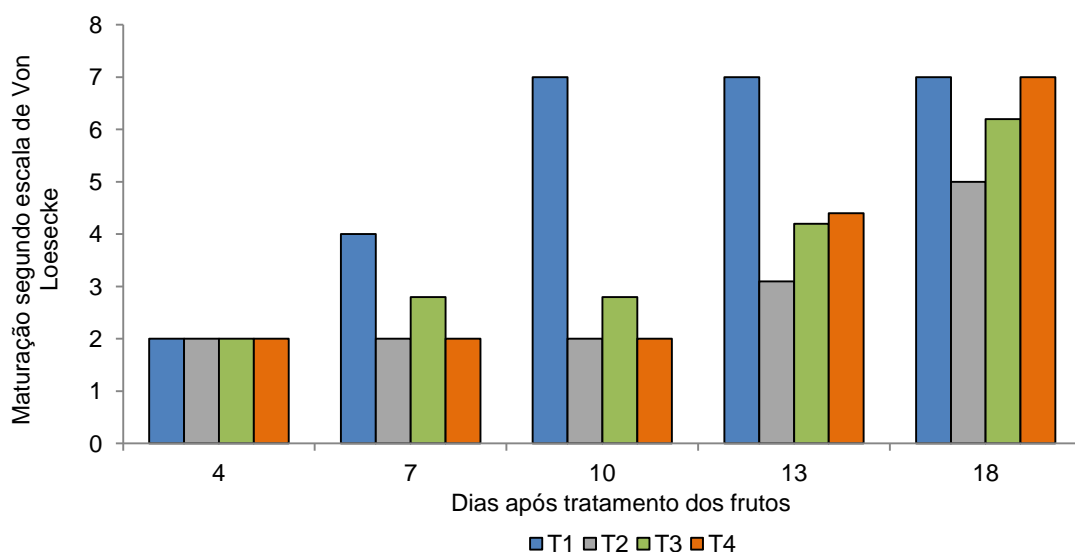


Figura 2. Maturação dos frutos de banana, cultivar Nanica, segundo escala de Von Loesecke (1950). A maturação foi quantificada aos quatro, sete, dez, treze e dezoito dias após início do experimento em condições ambientais. Tratamentos: T1 – controle, T2 – *Bacillus subtilis*, T3 – *Bacillus methylotrophicus*, T4 – Fungicida tiofanato-metílico.

Conclusões

O tratamento dos frutos com produto biológico a base de *B. subtilis* apresenta a maior eficiência no controle de antracnose pós-colheita em *Musa* sp., assim como o melhor resultado em retardar a maturação dos frutos. O produto biológico a base de *B. methylotrophicus* difere estatisticamente de *B. subtilis*, porém não difere do tratamento com fungicida tiofanato-metílico quanto a progressão da doença. Conclui-se então que utilizar microrganismos antagonistas pode resultar

em controle da antracnose em pós-colheita, em banana, quando comparado ao fungicida; além de prolongar a vida útil do fruto.

Referências

BARBOSA, G.C.; COSTA F.A.; COSTA A.C.; ULHOA C. J. Avaliação do potencial de isolados de *Trichoderma* spp. nativos do estado de Mato Grosso do Sul contra fungo *Colletotrichum musae*. Brazilian Journal of Development, v.7, n.3, p. 29484- 29502, 2021.

BASTOS, C.N.; ALBUQUERQUE, P.S.B. Efeito do óleo de *Piper aduncum* no controle em pós-colheita de *Colletotrichum musae* em banana. Fitopatologia Brasileira, v.29, n.5, p.255-7, 2004.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. Introduction to plant disease epidemiology. New York: J. Wiley, 532p., 1990.

CANTERI, M.G.; ALTHAUS, R.A.; VIRGENS FILHO, J.S. das; GIGLIOTI, E.A.; GODOY, C.V. SASM-Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas 41 pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. Revista Brasileira de Agrocomputação, v.1, p.18-24, 2001.

CELOTO, M.I.B. Atividade antifúngica de extratos de melão-de-são-caetano (*Momordica charantia* L.) sobre *Colletotrichum musae* (Berk. & Curtis) Arx. 2005. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – área de concentração Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, 2005.

CORDEIRO, Z.J.; FILHO, P.E.; RITZINGER, C.H.; MATOS, A.P. Cultivo de Banana Irrigada no Submédio São Francisco. Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2ª edição; p. 23- 29, 2014.

CORDEIRO, Z.J.M.; MATOS, A.P.; KIMATI, H. Doenças da bananeira. In KIMATI, H. et al. (Ed.) Manual de Fitopatologia. 5ª ed. v. 2. São Paulo: Agronômica Ceres, p. 109-123. 2016.

COSTA, F. M. Curvas de progresso de doenças foliares do milho, sob diferentes tratamentos fungicidas. 49 f. (Dissertação de mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, Brasil, 2007.

FERNANDES, S.; BONALDO, S.M. Controle de antracnose (*Colletotrichum musae*) e conservação em pós-colheita de banana nanica no norte de Mato Grosso. Enciclopédia Biosfera, v.7, p.237-247, 2011.

JEFFRIES, P.; DODD, J.C.; JEGER, M.J.; PLUMBLEY, R.A. The biology and control of *Colletotrichum* species on tropical fruit crops. Plant Pathology, v.39, p.343-366, 1990.

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 Nanicão. Multi- Science Journal, v.2, n.2, p.16-19, 2019.

MORAES, W.S.; ZAMBOLIM, L.; LIMA, J.D. Quimioterapia de banana 'prata anã' no controle de podridões em pós-colheita. Arquivos do Instituto Biológico, v.75, n.1, p.79-84, 2008.

PESSOA, W.R.L.S.; OLIVEIRA, S.M.A.; DANTAS, S.A.F.; TAVARES, S.C.C. H.; SANTOS, A.M.G. Efeito da temperatura e período de molhamento sobre o desenvolvimento de lesões de *Colletotrichum musae* em banana. Summa Phytopathologica, v.33, n.2, p.147-151, 2007.

SENHOR, R. F.; SOUZA, P. A.; ANDRADE NETO, R. C.; MARACAJÁ, P. B.; NASCIMENTO, F. J. Manejo de doenças pós-colheita. Revista Verde. v.4, n.1, p.00-13, 2009.

SILVEIRA, N.S.S.; MICHEREFF, S.J.; SILVA, I.L.S.S.; OLIVEIRA, S.M. A. Doenças fúngicas pós-colheita em frutas tropicais: patogênese e controle. Caatinga, v.18, n.4, p. 283-299, 2005.

SILVA, L. M.; BARBOSA, M. G.; FERNANDES, M. B.; RIBEIRO, R. C. F.; MIZOBUTSI, E. H. Progresso temporal e controle da antracnose em banana no semiárido norte mineiro. Revista Brasileira de Fruticultura, v.38, n.1, p.81-91, 2016.

SOARES, J.M.S.; SILVA, M.S.; NASCIMENTO, F.S.; GONÇALVES, Z.S.; SOUZA, T.R.; RODRIGUES, T.C.; SOUSA, Y.M.; SOUZA, H.B.F. Preferências dos consumidores de banana quanto à qualidade do fruto em Cruz das Almas –BA. Revista Agrária Acadêmica, v.3, n.6, p.86-95, 2020.

SPONHOLZ, C.; BATISTA, U.G.; ZAMBOLIM, L.; SALOMÃO, L.C.C.; CARDOSO, A.A. Efeito do tratamento hidrotérmico e químico de frutos de banana 'prata' no controle da antracnose em pós-colheita. Fitopatologia Brasileira, v.29, n.5, p.480-485. 2004.

VON LOESECKE, H. Bananas, 2nd ed. New York: InterScience, 1950.