

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI**

**Instituto de Ciências Agrárias - ICA**

**Núbia Mendes de Souza**

**CONTROLE QUÍMICO E BIOLÓGICO DA ANTRACNOSE EM FRUTOS DE  
BANANA NA PÓS-COLHEITA**

**Unai**

**2020**

**Núbia Mendes de Souza**

**CONTROLE QUÍMICO E BIOLÓGICO DA ANTRACNOSE EM FRUTOS DE  
BANANA NA PÓS-COLHEITA**

Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção do título de Engenheiro (a) Agrônomo (a).

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Nicoli

**Unai**

**2020**

**Núbia Mendes de Souza**

**CONTROLE QUÍMICO E BIOLÓGICO DA ANTRACNOSE EM FRUTOS DE  
BANANA NA PÓS-COLHEITA**

Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção do título de Engenheiro (a) Agrônomo (a).

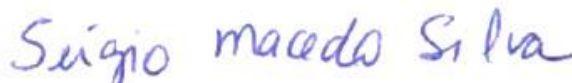
Orientador: Prof. Dr. Alessandro Nicoli

Data de aprovação 23/12/2020




---

Prof. Dr. Alessandro Nicoli  
Instituto de Ciências Agrárias - UFVJM



---

Prof. Dr. Sérgio Macedo Silva  
Instituto de Ciências Agrárias - UFVJM



Prof. Dr. Mariana R. Bueno  
ICAV/UFVJM - Unai/MG  
SIAPE: 1866353

---

Profa. Dra. Mariana Rodrigues Bueno  
Instituto de Ciências Agrárias - UFVJM

**Unai**

**2020**

## AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) e ao Instituto de Ciências Agrárias (Campus Unaí), em especial ao curso de Agronomia, por todo o aprendizado profissional adquirido.

Ao meu orientador, Alessandro Nicoli pela amizade, apoio e principalmente pela a orientação nesse Trabalho de Conclusão de Curso.

Aos meus colegas Iago e Thiago, além do técnico Rafael, por todo o auxílio nos experimentos realizados no laboratório.

Aos profissionais da Syngenta, Rodrigo Teles Mendes e Eduardo de Assis, pelo fornecimento do fungicida tiabendazol (Tecto<sup>®</sup> SC).

Ao Prof. Adalfredo, pela realização das análises estatística no software *Statistical Analysis System (SAS)*.

A toda minha família, minha mãe Gerusa, meu pai Elis, minha irmã Rúbia, Vovó Eni, Tios(as) e Primos(as). Vocês são minha base.

Aos meus amigos de Natalândia, que foram essenciais em meus momentos de descanso, aos da UFVJM, pela convivência e amizade, em especial a Família Fruti 2019/1, que sem dúvidas foi a melhor turma durante todos estes anos de estudo na UFVJM.

**Muito Obrigada**

## RESUMO

Sendo um dos frutos mais consumidos no mundo, a banana (*Musa sp.*) exibe um grande potencial alimentar, agrícola e econômico, sendo o Brasil um dos grandes produtores e exportadores do fruto que é consumido principalmente em natura. Assim como qualquer cultura agrícola, o manejo no campo e na pós colheita são fundamentais para o sucesso produtivo da mesma, necessitando dos produtores, técnicos e pesquisadores buscarem constantemente soluções para otimizar a irrigação, nutrição, e principalmente o manejo de pragas e doenças, sendo esta última de grande importância também na pós-colheita. Dentre as diversas doenças que acometem os frutos de banana destaca-se o fitopatógeno *Colletotrichum musae*, agente etiológico da doença popularmente conhecida como antracnose. A principal estratégia de manejo da doença preconizada pelos envolvidos na cadeia produtiva do fruto é a imersão em fungicidas químicos, pois tais moléculas interferem diretamente em algum aspecto da citologia do fungo, eliminando-o. Por outro lado, com a crescente pesquisa e oferta de alternativas de produtos biológicos, estes tem cada vez mais ganhado espaço nas estratégias de manejo de fitopatógenos, tais como o *C. musae*, muitas vezes substituindo ou sendo utilizados conjuntamente com fungicidas sintéticos. Uma destas tecnologias biológicas é denominada de EM® ou Tecnologia EM™ (“*Microorganismos Eficazes*”), que consiste em uma solução pré-preparada de inóculos de organismos benéficos tais como *Lactobacillus*, bactérias fotossintetizantes e leveduras *Saccharomyces*, que por relações ecológicas naturais, competem e suprimem os organismos patogênicos. Logo, o presente trabalho buscou avaliar a eficácia de fungicidas sintéticos e biológicos no manejo da antracnose, na pós-colheita dos frutos de banana.

**Palavras chave:** *Colletotrichum musae*, Fungicida, Microorganismos, *Musa*.

## ABSTRACT

Being one of the most consumed fruits in the world, the banana (*Musa sp.*) exhibits great food, agricultural and economic potential, with Brazil being one of the major producers and exporters of the fruit that is consumed mainly in natura. Just like any agricultural culture, handling in the field and in the post-harvest period is fundamental for its productive success, requiring producers, technicians and researchers to constantly seek solutions to optimize irrigation, nutrition, and mainly the management of pests and diseases, being the latter of great importance also in post-harvest. Among the different diseases that affect banana fruits, the phytopathogen *Colletotrichum musae*, is the etiological agent of the disease popularly known as anthracnose. The main disease management strategy advocated by those involved in the fruit's production chain is immersion in chemical fungicides, because such molecules directly interfere in some aspect of the fungus cytology, eliminating it. On the other hand, with the growing research and offer of alternatives for biological products, these have increasingly gained space in strategies for the management of phytopathogens, such as *C. musae*, often replacing or being used together with synthetic fungicides. One of these biological technologies is called EM® or EM™ Technology (“*Effective Microorganism*”), which consists of a pre-prepared solution of inoculants from beneficial organisms such as *Lactobacillus*, photosynthetic bacteria and yeasts *Saccharomyces* that compete for natural substances and suppress pathogenic organisms through natural ecological relationships. Therefore, the present work sought to evaluate the effectiveness of synthetic and biological fungicide in the management of anthracnose, in the post-harvest of banana fruits.

**Keywords:** *Colletotrichum musae*, Fungicide, Microorganisms, *Musa*.

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>INTRODUÇÃO (REFERENCIAL TEÓRICO).....</b> | <b>8</b>  |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>                     | <b>14</b> |
| <b>ARTIGO CIENTÍFICO .....</b>               | <b>18</b> |
| <b>RESUMO.....</b>                           | <b>18</b> |
| <b>ABSTRACT.....</b>                         | <b>19</b> |
| <b>INTRODUÇÃO.....</b>                       | <b>20</b> |
| <b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>              | <b>21</b> |
| <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>          | <b>23</b> |
| <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>             | <b>27</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>                     | <b>33</b> |

## INTRODUÇÃO (REFERENCIAL TEÓRICO)

A bananeira (*Musa* spp.) é uma cultura de grande importância no cenário nacional e internacional, sendo a espécie frutífera de maior consumo *in natura* devido ser grande fonte de potássio, mas também usada na fabricação de outros alimentos como bolos, sorvetes, sucos, doces, iogurtes, cachaça, cerveja e chips. Os cultivares de banana Marmelo ou da Terra possuem maior teor de amido, sendo recomendado seu consumo após o cozimento dos frutos. Além dos frutos, a palha das plantas de bananeira serve de matéria prima para confecções de artesanato, como a produção de bolsas, sandálias, cestas, almofadas, tapetes, jogo americano e bijuterias (BORGES & SOUZA, 2004; EPAMIG, 2015; SALOMÃO & SIQUEIRA, 2015).

A bananeira pertence ao gênero *Musa* e as espécies *M. acuminata* e *M. balbisiana* são as mais importantes, representando os cultivares comerciais que podem ser diploides (AA), triploides (AAA, AAB, ABB) ou tetraploides (AAAB). No Brasil, as bananas mais comuns de serem comercializadas são as do subgrupo Prata como a Prata Anã (AAB) e do subgrupo Cavendish (AAA) como a Nanica (BORGES & SOUZA, 2004; SALOMÃO & SIQUEIRA, 2015).

A Índia é o país com maior produção de banana, sendo aproximadamente 31.000.000 de toneladas (FAO, 2020). Enquanto isso, no levantamento da Produção Agrícola Municipal em 2019, a banana ocupou uma área no Brasil de 5.309.429 ha, em destaque para a região sudeste com 2.441.406 ha e Minas Gerais com 1.124.890 ha (IBGE, 2020). A produção nacional é representada por 6.812.708 toneladas da fruta e as regiões nordeste e sudeste produzindo 2.332.671 e 2.320.541 toneladas, respectivamente. Embora Minas Gerais possui a maior área de plantio, sua produção é de 825.124 toneladas, enquanto São Paulo é o maior produtor, com 1.008.877 toneladas (IBGE, 2020). Quanto à exportação, a banana ocupa o quarto lugar no ranking de frutíferas exportadas do Brasil, evidenciando sua importância alimentar e econômica (SILVA et al. 2019).

As plantas de bananeira são monocotiledôneas típicas das regiões tropicais úmidas, possuindo hábito de crescimento herbáceo e seu caule subterrâneo (rizoma), juntamente com as bainhas das folhas que se projetam acima do solo, formam o pseudocaule, popularmente denominado de tronco da bananeira (PINO et al., 2000). O rizoma é rico em reservas, possuindo a gema apical responsável pela formação das raízes, folhas, brotações laterais e a inflorescência, a qual passa pelo eixo central do pseudocaule e abre em brácteas, emitindo o



engajo e o cacho com as pencas e frutos (EPAMIG, 2015; SALOMÃO & SIQUEIRA, 2015). A multiplicação da bananeira ocorre de forma espontânea devido às novas brotações que ocorrem lateralmente na planta adulta a partir do rizoma em atividade, encontrando-se assim diversas brotações em diferentes estágios de desenvolvimento, e na medida que essas brotações são emitidas, são conhecidas como planta “mãe”, “filha” e “neta” (PAULA-JÚNIOR, 2007, EPAMIG, 2015; SALOMÃO & SIQUEIRA, 2015).

Todo o ciclo da cultura desde a produção de mudas, plantio e colheita representam uma importância social devido a geração de empregos. Essas atividades estão relacionadas à produção de mudas como as micropopagadas em laboratório, preparo da área, correção e adubações do solo, desbrotas, desfolhas, retirada do pistilo, corte do coração, desbaste de pencas, escoramento, ensacamento dos cachos, colheita, limpeza, embalagem, transporte e tratamento para amadurecimento dos frutos (BORGES & SOUZA, 2004; EPAMIG, 2015; SALOMÃO & SIQUEIRA, 2015).

A colheita ocorre aproximadamente aos 100 dias após a emissão do cacho na planta e um dos critérios mais utilizados para decisão da colheita é por meio visual, baseando-se na redução das quinas dos frutos, os quais podem apresentar entre 30 e 38 mm de diâmetro. Após a colheita, os cachos são transportados por veículos como caminhões, ou por meio de cabos aéreos até o galpão de limpeza e embalagem. Após a limpeza com uso de detergente, os frutos são classificados e embalados em buquês nas caixas plásticas, conduzidos para câmaras frias, sendo aplicado o etileno como hormônio de amadurecimento para comercialização (EPAMIG, 2015; SALOMÃO & SIQUEIRA, 2015).

No entanto, a produtividade da bananeira pode ser afetada pela ocorrência das doenças, e além dos vários tratamentos culturais rotineiros da cultura, também é preciso realizar o monitoramento e aplicação de diversas medidas de manejo dessas doenças. Segundo Silva et al. (2013), a bananeira é infectada por vários patógenos sendo os principais de origem fúngica: sigatoka-amarela (*Mycosphaerella musicola*), sigatoka-negra (*Mycosphaerella fijiensis*) e mal-do-panamá (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*). O moko da bananeira causado pela bactéria *Ralstonia solanacearum*, as doenças virais *Banana Streak Virus* (BSV) e *Cucumber Mosaic Virus* (CMV), e o nematoide carvenícola (*Radopholus similis*) também podem representar grande problema durante a condução da cultura (BORGES & SOUZA, 2004; KIMATI et al., 2005).

Além das doenças durante o cultivo da bananeira, também podemos ter problemas na pós-colheita como a ocorrência da antracnose em frutos, depreciando-os comercialmente (SPONHOLZ et al., 2004; KIMATI et al., 2005; COELHO et al., 2010; NEGREIROS et al.,

2013). A antracnose é causada pelo fungo *Colletotrichum musae*, o qual produz conídios como esporos assexuais e que ao serem aderidos aos frutos, germinam na presença de água, emitem o tubo germinativo e formam o apressório. Em seguida, ocorre a penetração da hifa em frutos verdes com ou sem ferimentos, e permanece quiescente até o início da maturação dos frutos, quando surgem os primeiros sintomas da doença. O fungo pode penetrar também em frutos amadurecidos e colonizar os seus tecidos, como exemplo, durante o transporte e no local de comercialização dos frutos de banana (BORGES & SOUZA, 2004; KIMATI et al., 2005; PINHO et al., 2010).

Portanto, existe a infecção latente e não latente nos frutos, sendo a primeira ocasionada na casca verde que permanece dormente até a maturação, e a segunda, pela penetração do fungo em frutos em fase de amadurecimento, principalmente por meio de ferimentos durante o transporte e manuseio dos frutos (CORDEIRO et al., 2000). Os sintomas típicos da antracnose (FIGURA 1) iniciam por meio de pequenas pontuações marrom-escuras na casca dos frutos, progredindo para lesões ou manchas escuras e deprimidas, as quais se coalescem em condições de alta umidade, surgindo os sinais por meio de frutificações rosadas com os conídios do *C. musae*, tornando os frutos com tempo de prateleira inadequados para exportações e comercialização (VENTURA & HINZ, 2002; KIMATI et al., 2005; PINHO et al., 2010; EPAMIG, 2015; SOARES, 2016; SILVEIRA, 2018). Além disso, o amadurecimento dos frutos pode ser mais rápido devido à antracnose (OLIVEIRA et al., 2013).

As unidades propagativas do *C. musae* sobrevivem normalmente em folhas velhas e nos restos florais dos cachos, e a dispersão do fungo no campo pode ser por meio dos respingos de água da chuva ou irrigação e vento, principalmente quando entra em contato com folhas infectadas, além das brácteas e restos florais, levando os esporos até os frutos (KIMATI et al., 2005). A sanitização inadequada de ferramentas, bem como do local de despencamento e limpeza dos frutos, embalagem, câmaras frias, transporte e contato dos frutos na comercialização também pode representar os fatores de disseminação dessa doença (GARCIA & COSTA, 2000; EPAMIG, 2015). Quanto à epidemiologia da doença, podemos destacar temperaturas entre 25 e 30°C e umidade relativa do ar elevada (PESSOA et al., 2007).

No manejo integrado da antracnose, as medidas de controle devem iniciar-se ainda no pomar de bananeira, eliminando as folhas e restos florais infectados, uso de sacos de polietileno para cobertura dos cachos, controle de tripes para evitar ferimentos e penetração do *C. musae*, além da limpeza de ferramentas. No galpão de limpeza, é recomendado a

renovação de água para lavar os frutos, evitando-se a elevada concentração de esporos do fungo em água usada, além de realizar a desinfestação dos tanques. Após isso, manter a assepsia durante a embalagem e no período em câmara fria para amadurecimento, além dos cuidados no transporte, podendo usar veículos com sistemas de refrigeração (VENTURA & HINZ, 2002; BORGES & SOUZA, 2004; KIMATI, 2005; EPAMIG, 2015; SALOMÃO & SIQUEIRA, 2015).

Após o processo de limpeza dos frutos com a lavagem em solução com detergente, o controle químico pode ser utilizado por meio da imersão dos frutos em tanque separado com fungicidas. Alguns fungicidas para o controle da antracnose em banana são: tiabendazol (benzimidazol), imazalil (imidazol), azostrobina (estrobilurina) + fludioxonil (fenilpirrol), conforme registro no Agrofite (MAPA, 2020). Esses são sistêmicos, e o tiabendazol interfere na divisão do núcleo do fungo, inibindo a polimerização da  $\beta$ -tubulina na mitose; o imazalil impede a biossíntese de esteról como o ergosterol; a azostrobina é um fungicida inibidor de quinona, interferindo no complexo III da respiração fúngica, enquanto o fludioxonil atua na transdução de sinal osmótico (FRAC, 2020).

Fungicidas como o tiabendazol e imazalil são usados como produtos 'modelos' em pesquisas de controle da antracnose da banana (COELHO et al., 2010; NEGREIROS et al., 2013; SOARES, 2016; SILVEIRA, 2018). Coelho et al. (2010) demonstraram a eficiência do tiabendazol no controle da antracnose em frutas "Prata Anã" armazenadas à 12 °C e 20°C. Em trabalho com produtos alternativos, o tratamento com tiabendazol apresentou aos 18 dias uma severidade de 18,07%, enquanto a testemunha com 44,80%, reduzindo assim em 59,66% a severidade da antracnose nos frutos quando tratados com fungicida (NEGREIROS et al., 2013). No entanto, esse mesmo fungicida não apresentou controle satisfatório quando usado em diferentes doses, indicando a possível ocorrência de isolados do *C. musae* resistentes ao tiabendazol (MORAES et al., 2008).

Embora a utilização de fungicidas sintéticos estejam mais difundidos entre os produtores e técnicos do setor, alternativas biológicas vem sendo cada vez mais utilizadas para o manejo fitossanitário dos cultivos agrícolas (KOSOSKI et al., 2001). O manejo na pós-colheita normalmente é realizado com fungicidas como o tiabendazol, entretanto, estratégias alternativas com biofungicidas como os extratos vegetais, óleos essenciais, óleo de alho, entre outros, tem sido avaliados, podendo trazer mais opções como mecanismos de ação no controle do *C. musae* e reduzindo a possibilidade do surgimento de indivíduos na população resistentes aos fungicidas sintéticos (CELOTO et al., 2011; NEGREIROS et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2016; SILVA et al., 2016; SOARES, 2016).

Uma das vantagens dos produtos alternativos é evitar o possível comércio de frutos com resíduos de fungicidas acima do limite permitido, e essa necessidade em substituir os fungicidas tradicionais está relacionado com a procura da sociedade por alimentos mais saudáveis (NEGREIROS et al., 2013; SILVA et al., 2016; HELING et al., 2017). Torna-se interessante ressaltar que Silveira et al. (2018) realizando testes sob isolados de *C. musae* e *C. aracearum in vitro*, observaram o efeito do fungicida biológico à base de *Bacillus subtilis* tendo alta eficiência, enquanto os fungicidas químicos imazalil e tiabendazol apresentaram eficiência moderada. Outro exemplo de sucesso foram os resultados obtidos por Heling et al. (2017) que notou significativo controle da antracnose em frutos de banana com a utilização de leveduras do gênero *Saccharomyces ssp.*

Dentre as tecnologias que estabelecem o método biológico está o produto conhecido como EM<sup>®</sup> ou Tecnologia EM<sup>™</sup> (“*Microrganismos Eficazes*”), representado por uma solução de células bacterianas ácido-lácticas de *Lactobacillus* e de bactérias fotossintéticas, além de leveduras do gênero *Saccharomyces* (TECNOLOGIA EM<sup>®</sup>, 2020). Esses organismos foram selecionados em 1980 por Teruo Higa e não possuem patogenicidade, alteração genética ou sintetização química, sendo utilizados na agricultura a muitos anos (HIGA & WIDIDANA, 1991a). Cabe ressaltar que sua utilização tem grande potencial na redução dos impactos ambientais causados pelos tratamentos fitossanitários convencionais, o que permite a manutenção do ecossistema, bem como sendo aparato para a melhoria de outras técnicas que visam principalmente a sanidade vegetal (HIGA & WIDIDANA, 1991a; HIGA & WIDIDANA, 1991b; ALFONSO et al., 2005).

A ação dos “*microrganismos eficazes*” como inibidores de organismos fitopatogênicos como os nematoides das galhas (*Meloidogyne spp.*) se dá principalmente por interações ecológicas de antagonismo entre estes. Ou seja, o conjunto de organismos presentes na tecnologia EM<sup>®</sup> estabelecem relações de competição e antibiose com os organismos fitopatogênicos e, além disso, os “*microrganismos eficazes*” são probióticos, favorecendo o desenvolvimento de outros microrganismos benéficos que já se encontrem no ambiente (BETTIOL, 1989; HIGA & WIDIDANA, 1991b; HIGA & PARR, 1994).

De modo geral, a tecnologia EM<sup>®</sup> apresenta inúmeros benefícios e pode ser explorada na agricultura, produção animal, meio-ambiente, consumo humano e indústria (TECNOLOGIA EM<sup>®</sup>, 2020). Portanto, considerando a importância da antracnose na pós-colheita da banana e a busca por novas alternativas de controle com o uso de biológicos, torna-se importante a avaliação de tratamentos com os “*microrganismos eficazes*” em conjunto com o tradicional controle químico, os fungicidas sintéticos.

**Figura 1 - Quadro sintomatológico da antracnose em frutos de banana, mostrando o progresso da doença desde o surgimento de pequenas pontuações, manchas isoladas e coalescidas, e esporulação rósea do fungo.**



**Fonte: Núbia Mendes de Souza**

## REFERÊNCIAS

ALFONSO, E. T.; LEYVA Á.; HERNÁNDEZ A. **Microorganismos benéficos como biofertilizantes eficientes para el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill)** Rev. Colomb. Biotecnol. Vol. VII No. 2; 2005 47-54 p.

BETTIOL, W. Seleção de microrganismos antagônicos a fitopatógenos. In: **Embrapa Meio Ambiente-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE CONTROLE BIOLÓGICO DE DOENÇAS DE PLANTAS, 3., 1989, Piracicaba. Anais. [SI]: ESALQ/EMBRAPA-CNPDA, 1989., 1989.

BORGES, A.L.; SOUZA, L.S. O cultivo da bananeira. 1 ed. **Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2004. 279 p.

CELOTO, M. I. B., PAPA, M. F. S., SACRAMENTO, L. V. S., & CELOTO, F. J.. Atividade antifúngica de extratos de *Momordica charantia* L. Sobre *Colletotrichum musae*. **Revista Brasileira de plantas medicinais**, v. 13, n. 3, p. 337-341, 2011.

COELHO, A.F.S.; DIAS, M.S.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**. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 34, n. 4, p. 1004-1008, jul./ago., 2010.

CORDEIRO, Z. J. M. Banana. **Produção: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia**, 2000.

DE PAULA JÚNIOR, T. J. **101 culturas: Manual de tecnologias agrícolas**. EPAMIG, 2007.

EPAMIG, Informe Agropecuário. **Cultivo da bananeira**. v. 36, n. 288, 2015, 128p.

FAO. Food and Agriculture Organization. Disponível em: <http://faostat.fao.org>. Acesso em 08 de dezembro de 2020.

FRAC. Comitê de Ação a Resistência a Fungicidas. Disponível em: <https://www.frac-br.org/>. Acesso em 10 de dezembro de 2020.

GARCIA, A.; COSTA, JNM. Principais doenças fúngicas da bananeira em Rondônia: sintomatologia e controle. **Embrapa Rondônia-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2000.

HELING, A. L., KUHN, O. J., STANGARLIN, J. R., HENKEMEIER, N. P. Controle biológico de antracnose em pós colheita de banana “Maçã” com *Saccharomyces* spp. **Summa Phytopathologica**, v. 3, n. 1, p. 49-51, 2017.

HIGA, T., WIDIDANA, G.N. Concept and theories of effective microorganisms. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING**, 1, 1989, Khon Kaen. *Proceedings...* Washington: s.n., 1991a. p.118-24.

HIGA, T., WIDIDANA, G.N. Changes in the soil microflora induced by effective microorganisms. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING**, 1, 1989, Khon Kaen. *Proceedings...* Washington: s.n., 1991b. p.153-62.

HIGA, T., PARR, J.F. *Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment*. Atami: **International Nature Farming Research Center**, 1994. 16p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em 08 de dezembro de 2020.

KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Ceres, 2005.

KOSOSKI, R. M., FURLANETTO, C., TOMITA, C. K., & CAFÉ FILHO, A. C. Efeito de fungicidas em *Colletotrichum acutatum* e controle da antracnose do morangueiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, n. 3, p. 662-666, 2001.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Agrofit. Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em 08 de dezembro de 2020.

MORAES, W.S.; ZAMBOLIM, L.; LIMA, J.D. Quimioterapia de banana 'prata anã' no controle de podridões em pós-colheita. *Arq. Inst. Biol., São Paulo*, v.75, n.1, p.79-84, jan./mar., 2008.

NEGREIROS, R.J.Z.; SALOMÃO, L.C.C.; PEREIRA, O.L.; CECON, P.R.; SIQUEIRA, D.L. Controle da antracnose na pós-colheita de bananas-'Prata' com produtos alternativos aos agrotóxicos convencionais. **Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP**, v. 35, n. 1, 51-58, 2013.

OLIVEIRA, E. S., VIANA, F., MARTINS, M., & PESSOA, M.. **Alternativas limpas para controle da podridão pós-colheita causada por *Colletotrichum* em banana**. Fortaleza: EMBRAPA Agroindústria Tropical, 2013. 8 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 83).

OLIVEIRA, E. S., VIANA, F. M. P., MARTINS, M. V. V. Alternativas a fungicidas sintéticos no controle da antracnose da banana. **Summa Phytopathologica**, v. 42, n. 4, p. 340-350, 2016.

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**, Botucatu, v. 33, n. 2, p. 147-151, 2007.

PINHO, D. B., MIZOBUTSI, E. H., SILVA, S. D. O., REIS, S. T. D., MIZOBUTSI, G. P., XAVIER, A. A. Avaliação de genótipos de bananeira à *Colletotrichum musae* em pós-colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 786-790, 2010.

PINO, F. A., DOS SFRANCISCO, V. L. F., PEREZ, L. H., & AMARO, A. A. A cultura da banana no estado de São Paulo. **INFORMACOES ECONOMICAS-GOVERNO DO ESTADO DE SAO PAULO INSTITUTO DE ECONOMIA AGRICOLA**, v. 30, n. 6, p. 45-75, 2000.

SALOMÃO, L.C.C; SIQUEIRA, D.L. Cultivo da bananeira. Viçosa-MG. **Editora UFV**, 2015, 109p.



SILVA, E.P.B.; FERNANDES, M.B.; RODRIGUES, M.L.M.; MIZOBUTSI, E.H.; PRATES, P.J.L.; ALMEIDA, L.B.; DUARTE, P.V.L. Manejo da antracnose em banana 'Prata Anã' com uso de bicarbonato de sódio. **10º FÓRUM DE ENSINO, PESQUISA, EXTENSÃO E GESTÃO**, 2016.

SILVA, A., SANTANA, A., GÓES, N. D. H., dos SANTOS, T. O., ROCHA, A. D. J., SEREJO, J. D. S., & AMORIM, E. Perfil dos consumidores de frutos de banana em Cruz das Almas, BA. In: **Embrapa Mandioca e Fruticultura-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: JORNADA CIENTÍFICA EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA, 13., 2019. Foco e valor: resumos. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2019. 119 p. il., 2019.

SILVA, S. D. O., AMORIM, E. P., SANTOS-SEREJO, J. A. D., FERREIRA, C. F., & RODRIGUEZ, M. A. D. Melhoramento genético da bananeira: estratégias e tecnologias disponíveis. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 3, p. 919-931, 2013.

SILVEIRA, A. L., SOARES, M. G., GUIMARÃES, S. D. S. C., PEREIRA, F. D., POZZEBON, B. C., & ALVES. **Etiologia e controle da antracnose em frutos de banana no brasil**. Tese em Fitopatologia. Universidade Federal de Lavras. 78p, 2018.

SOARES, M.G.O. Padronização da inoculação e controle da antracnose em bananas com película à base de fécula de mandioca e óleos essenciais. **Dissertação em Fitopatologia. Universidade Federal de Lavras**. 100p, 2016.

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** 29:480-485. 2004.

TECNOLOGIA EM<sup>®</sup> - Microorganismos Eficazes. Disponível em: <http://www.em-la.com/>. Acesso em 24 de dezembro de 2020.

VENTURA, J.A.; HINZ, R.H. Controle das doenças da bananeira. In: ZAMBOLIN, L.; VALE, F.X.R.; MONTEIRO, A.J.A.; COSTA, H. **Controle de doenças de plantas fruteiras**. Viçosa, MG: UFV, 2002. p.839-926.

## ARTIGO CIENTÍFICO

### CONTROLE QUÍMICO E BIOLÓGICO DA ANTRACNOSE EM FRUTOS DE BANANA NA PÓS-COLHEITA

#### RESUMO

Considerando a importância da antracnose (*Colletotrichum musae*) em pós-colheita dos frutos de banana, o objetivo do trabalho foi avaliar o controle dessa doença por meio de microorganismos como controle biológico e de fungicida sintético. Três experimentos foram realizados no Laboratório Multidisciplinar de Produção Vegetal da UFVJM, Campus Unaí. Foi usado o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 6 com parcelas subdivididas, sendo os tratamentos dos frutos como parcelas e os dias de prateleira (tempo) como subparcelas. Os seis níveis do fator qualitativo foram: testemunha (tratamento com água); EM-5 (0,5%); EM-5 (1%); tiabendazol; EM-5 (0,5%) + tiabendazol; EM-5 (1%) + tiabendazol. No primeiro e terceiro experimento não foi realizada a inoculação dos frutos com *C. musae*, enquanto no segundo experimento os frutos foram inoculados. A severidade da antracnose foi avaliada ao longo dos dias como tempo de prateleira e verificado as interações significativas. No primeiro experimento a menor severidade da doença foi no EM-5 (0,5%), tiabendazol, e EM-5 (0,5%) + tiabendazol. No entanto, no segundo experimento e com a inoculação do *C. musae*, não teve interação e efeito dos produtos no controle da antracnose. No terceiro experimento o melhor resultado foi com o fungicida tiabendazol com 9,3% de severidade aos 9 dias, sendo estatisticamente igual ao EM-5 (0,5%) e quando em mistura com as duas doses de EM-5. Portanto, o EM-5 na dose 0,5% apresentou como promissor no controle da antracnose em pós-colheita de frutos de banana, bem como o fungicida tiabendazol utilizado como controle padrão.

**Palavras-chave:** *Colletotrichum musae*, Microorganismos Eficazes, Tiabendazol

## SCIENTIFIC ARTICLE

### CHEMICAL AND BIOLOGICAL CONTROL OF ANTHRACNOSE ON BANANA FRUITS IN POST-HARVEST

#### ABSTRACT

Considering the importance of anthracnose (*Colletotrichum musae*) in postharvest of banana fruits, the objective of the work was to evaluate the control of this disease through microorganisms as biological control and fungicide synthetic. Three experiments were carried out at the Multidisciplinary Laboratory of Plant Production at UFVJM, Campus Unai. A completely randomized design was used in factorial 6 x 6 with subdivided plots, with the treatment of fruits as plots and the shelf days (time) as subplots. The six levels of the qualitative factor were: control (water); EM-5 (0.5%); EM-5 (1%); thiabendazole, EM-5 (0.5%) + thiabendazole; EM-5 (1%) + thiabendazole. In the first and third experiments, the fruits were not inoculated with *C. musae*, while in the second experiment the fruits were inoculated. The severity of anthracnose was assessed over the days as shelf time and verified the interactions significant. In the first experiment the lowest severity of the disease was in EM-5 (0.5%), thiabendazole, and EM-5 (0.5%) + thiabendazole. However, in the second experiment with inoculation, there was no interaction and effect on the control of anthracnose. In the third experiment, the best result was with the fungicide thiabendazole with 9.3% severity at 09 days, equal to EM-5 (0.5%) and when combined with the two doses of EM-5. Therefore, the EM-5 in the 0.5% dose showed as promising in the control of anthracnose in postharvest of banana fruits, as well as the fungicide thiabendazole used as a standard control.

**Keywords:** *Colletotrichum musae*, Effective Microorganisms, Thiabendazole

## INTRODUÇÃO

Extremamente populares na mesa dos brasileiros, os frutos da bananeira (*Musa spp.*) podem ser consumidos *in natura*, em geleias, sorvetes, doces processados, dentre uma infinidade de maneiras de consumo e preparo (EPAMIG, 2015; SALOMÃO & SIQUEIRA, 2015). O consumo da fruta é popular não só no Brasil, mas também estando entre uma das mais consumidas em todo o mundo. Agronomicamente é uma espécie frutífera com grande popularidade, sendo comumente encontradas em pomares domésticos e cultivos comerciais, exigindo tratamentos culturais como adubações, irrigação, desbrotas, desfolhas, retirada do pistilo, corte do coração, desbaste de pencas, escoramento, ensacamento dos cachos, controle fitossanitário e o manejo pós-colheita, sendo este último, fundamental para o sucesso comercial dos cultivos da bananeira (BORGES & SOUZA, 2004; EPAMIG, 2015; SALOMÃO & SIQUEIRA, 2015).

Na pós-colheita, o patógeno mais comum de ocorrer é o fungo *Colletotrichum musae*, conhecido por causar a antracnose, doença que deprecia consideravelmente o valor comercial dos frutos. A infecção pelo patógeno pode ser latente e não latente nos frutos, sendo a primeira ocasionada na casca verde, permanecendo dormente até a maturação, e a segunda pela penetração do fungo em frutos em fase de amadurecimento (CORDEIRO et al., 2000). Os sintomas da antracnose são manchas marrom-escuras na casca dos frutos, as quais se coalescem em condições de alta umidade, surgindo os sinais por meio de frutificações rosadas com os conídios do *C. musae*, tornando os frutos com menor tempo de prateleira e inadequados para exportações e comercialização (VENTURA & HINZ, 2002; KIMATI et al., 2005; PINHO et al., 2010; EPAMIG, 2015; SOARES, 2016; SILVEIRA, 2018).

Embora a antracnose seja fonte de preocupação, diversas estratégias podem ser utilizadas visando o manejo da doença, principalmente no momento da pós-colheita e agregando viabilidade comercial ao produto. Uma das medidas é a utilização de fungicidas (MAPA, 2020), no entanto, o uso do controle alternativo também tem se mostrado viáveis para o manejo pós-colheita de fruteiras como a antracnose em banana, trazendo alimentos mais saudáveis (NEGREIROS et al., 2013; HELING et al., 2017). Estratégias alternativas com biofungicidas aumentam os mecanismos de ação no controle do *C. musae* e reduzem a possibilidade do surgimento de indivíduos na população resistentes aos fungicidas sintéticos (CELOTO et al., 2011; NEGREIROS et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2016; SILVA et al.,

2016; SOARES, 2016).

Dentre estas possíveis alternativas, a utilização de complexos biológicos conhecidos como “*Microrganismos Eficazes*” (EM<sup>®</sup> ou Tecnologia EM<sup>TM</sup>) consiste em células bacterianas ácido-lácticas de *Lactobacillus* e fotossintéticas, além de leveduras do gênero *Saccharomyces*, os quais naturalmente controlam organismos patogênicos principalmente por vias de competição interespecíficas (HIGA & WIDIDANA, 1991a; HIGA & WIDIDANA, 1991b; TECNOLOGIA EM<sup>®</sup>, 2020). Existem relatos do efeito dos “*Microrganismos Eficazes*” no controle de diferentes doenças de plantas, como exemplos: *Meloidogyne* em tomate (HIGA & WIDIDANA, 1991b); *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* em pimentão (CASTRO, 1993); *Tilletia tritici* em trigo (BORGEM, 1999); *Mycosphaerella fijiensis* em banana (ELANGO et al., 1999); *Alternaria porri* em alho (VERZIGNASSI, 2000); *Fusarium solani* f.sp. *piperis* em pimenta-do-reino (DUARTE et al., 2006), *Ralstonia solanacearum* em tomate (LWIN & RANAMUKHAARACHCHI, 2006) e *Sclerotinia sclerotiorum* em berinjela (AL-TAMEEMI & MATLOOB, 2019).

Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito dos “*Microrganismos Eficazes*” (Tecnologia EM-5) e do fungicida tiabendazol no controle da severidade da antracnose em pós-colheita da banana, com e sem a inoculação do *C. musae* nos frutos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Amostras e preparo dos frutos

Frutos de bananeira Prata Anã, variedade Rio (AAB) foram colhidos em estágio pré-climatérico (frutos com redução das quinas e casca totalmente verde) na fazenda Galho, a qual possui 20 ha em plantio da cultura no município de Unaí-MG (Latitude: 16° 08'50.0"S; Longitude: 46° 51'47.0"W; Altitude: 724 m), e apresenta histórico de ocorrência da antracnose em pós-colheita. Em seguida, os frutos foram lavados em solução contendo 200 ml de detergente/100 litros de água, acondicionadas em caixas plásticas e transportados para câmara fria, onde receberam a aplicação do etileno gasoso (100 ppm) como hormônio de amadurecimento e permaneceram por 24 horas em temperatura de 16 °C e umidade relativa entre 85 a 90%. Após esse período, os frutos foram conduzidos ao Laboratório Multidisciplinar de Produção Vegetal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Campus Unaí, onde os experimentos foram realizados.

## Experimentos

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado (DIC) no esquema fatorial 6 x 6 com parcelas subdivididas no tempo, sendo os tratamentos dos frutos considerados as parcelas (seis níveis qualitativos) e os dias de prateleira (tempo) as subparcelas (seis níveis quantitativos). Os seis níveis do fator qualitativo foram: testemunha (tratamento com água); EM·5 (0,5%); EM·5 (1%); tiabendazol; EM·5 (0,5%) + tiabendazol; EM·5 (1%) + tiabendazol. O fungicida utilizado com o princípio ativo tiabendazol foi o comercial Tecto<sup>®</sup> SC (Syngenta), na concentração de 92 mL/100 L de água (MAPA, 2020), e os “*Microrganismos Eficazes*” foi a Tecnologia EM·5.

Nos tratamentos com mistura, primeiramente foram preparadas as duas soluções separadamente contendo 05 L, sendo a primeira com 0,5% (25 mL de EM·5 + 4.975 mL de água) e a segunda com 1% (50 mL de EM·5 + 4.950 mL de água), adicionando-se, em seguida, 4,6 mL de Tecto<sup>®</sup> SC em cada solução, obtendo-se assim a mistura de EM·5 com tiabendazol.

Cada buquê com frutos foi imerso durante 02 minutos em um balde com a solução de 05 L de acordo com cada nível qualitativo citado acima e, em seguida, distribuídos nas bandejas de isopor (repetições). Os experimentos foram realizados com quatro repetições no primeiro (sem inoculação) e segundo experimento (com inoculação) e oito repetições no terceiro experimento (sem inoculação), utilizando-se como unidade experimental uma bandeja de isopor com uma penca (buquê) de quatro frutos, e a presença de algodão umedecido para manter a umidade relativa do ar (FIGURA 1).

No experimento com inoculação, primeiramente o fungo *C. musae* foi isolado por meio de raspagens diretas dos esporos em frutos de bananas com antracnose e inseridos em placas de petri com o meio de cultura BDA (Batata Dextrose Ágar). Sete dias após o crescimento fúngico nas placas, a cultura foi raspada com auxílio de lâmina e água destilada, filtrado em béquer e realizado a quantificação dos esporos em câmara de Neubauer. Em seguida, uma suspensão foi ajustada na concentração de  $10^6$  conídios/mL e realizada a inoculação dos frutos por meio de pulverização com uso de pulverizador manual (ALFENAS & MAFIA, 2016). A inoculação foi realizada até o ponto de escorrimento da suspensão nos frutos de banana. Esses frutos foram mantidos por 24 horas nas bandejas e após esse período foram realizados os tratamentos com as soluções durante os 02 minutos, conforme mencionado acima.

## **Avaliações**

A severidade da antracnose foi utilizada como variável e as avaliações foram realizadas ao longo dos dias como tempo de prateleira após os tratamentos dos frutos com a solução dos produtos. Essas avaliações foram realizadas com auxílio de uma escala diagramática conforme a Figura 2 (MORAES, 1999; MORAES et al., 2008; SILVA et al., 2016). No primeiro e segundo experimento, a antracnose foi avaliada aos 02, 04, 05, 06, 07 e 08 dias após os tratamentos, enquanto o terceiro experimento foi avaliado aos 04, 05, 06, 07, 08 e 09 dias após os tratamentos. De acordo com a experiência dos comerciantes, o padrão desejado são frutos com maior tempo de prateleira e de severidade da antracnose abaixo de 16%, conforme observado na Figura 2.

## **Análises**

As análises de variância foram realizadas para a variável severidade da antracnose nos frutos das bananas e os efeitos foram considerados significativos a um nível de significância de 5% para o teste aplicado. Quando as interações foram significativas, os desdobramentos foram realizados para verificar dentro de quais níveis haviam diferenças entre as médias e o teste de Tukey foi aplicado para discriminar essas médias. Quando não houve interação entre os fatores, uma análise de regressão foi usada para complementar o teste de média aplicado no fator tempo de prateleira que apresentou efeito significativo. A análise de variância e regressão dos dados foram conduzidas usando respectivamente os procedimentos MIXED e GLM do software *Statistical Analysis System* (SAS, versão 9.4).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O resultado do primeiro experimento mostrou interação entre os fatores e aos oito dias de prateleira a menor severidade da antracnose nos frutos foi nos tratamentos EM-5 (0,5%), tiabendazol, e na mistura de EM-5 (0,5%) com tiabendazol. Esses três foram estatisticamente iguais ao EM-5 (1%) e ao EM-5 (1%) + tiabendazol, no entanto, foram diferentes da testemunha que apresentou a maior severidade média (TABELA 1). Nesse experimento, enquanto a testemunha apresentou na última avaliação uma severidade média de 48,1%, o tratamento EM-5 (0,5%) foi com severidade de 11,4%, o tiabendazol com 13,8%

e em mistura com 12,9%, reduzindo-se assim na comparação à testemunha em 76,3%, 71,31% e 73,18% da severidade, respectivamente. Além disso, é possível observar que a severidade da antracnose se manteve estatisticamente igual entre os 02 e 08 dias de avaliações no EM·5 (0,5%), tiabendazol, e EM·5 (0,5%) + tiabendazol, com valores abaixo de 16% (TABELA 1).

No entanto, no segundo experimento, usando a inoculação dos frutos com o fungo *C. musae*, não ocorreu a interação entre os fatores e não teve efeito significativo no controle da antracnose, independente dos produtos aplicados, obtendo médias estatisticamente iguais à testemunha. O maior valor médio de severidade foi aos 8 dias de prateleira, com 32,6%, mostrando que a antracnose progride rapidamente nos frutos ao longo dos dias (FIGURA 3).

Baseando-se nesses resultados, o terceiro experimento foi realizado sem inoculação do *C. musae*, no entanto, aumentando-se o número de repetições para oito bandejas de isopor. Nesse experimento existiu a interação entre os fatores e houve diferença dos tratamentos em relação à testemunha a partir do sétimo dia de prateleira (TABELA 2). Na avaliação do sétimo dia, as severidades médias entre os produtos foram estatisticamente iguais e abaixo de 9,2%, sendo todos diferentes da testemunha (15,9%). No oitavo e nono dia, o melhor resultado foi por meio da aplicação do fungicida tiabendazol, com 7,7% e 9,3% de severidade, respectivamente, embora estatisticamente igual ao EM·5 (0,5%) e quando em mistura com as duas doses de EM·5 (TABELA 2). Considerando o último dia de avaliação nesse experimento, o EM·5 (0,5%), o tiabendazol, e o EM·5 (0,5%) + tiabendazol reduziram a severidade em relação à testemunha em 62,67%, 74,66% e 65,12%, respectivamente. Além disso, nesses tratamentos a severidade da antracnose manteve-se abaixo de 16% até a última avaliação, reduzindo a progressão rápida da doença ao longo dos dias de prateleira (TABELA 2).

Em todos os experimentos foi observado a ocorrência da antracnose nos frutos das unidades experimentais, mostrando a grande importância dessa doença na pós-colheita. Esse resultado confirma o histórico da antracnose em banana do subgrupo Prata, a qual é suscetível e sido explorada em outras pesquisas com esse patossistema (SPONHOLZ et al., 2004; MORAES et al., 2008; NEGREIROS et al., 2013; SILVA et al., 2016; SOARES, 2016; SILVEIRA, 2018).

A tecnologia EM·5 na dose de 0,5% foi promissora de forma isolada e quando em mistura com o fungicida tiabendazol nos experimentos sem inoculação, aumentando o tempo útil de prateleira dos frutos de banana. Acredita-se que a maior concentração de antioxidantes no EM·5 possa contribuir para esse efeito no controle da severidade da antracnose. Existe



relato de uso desse produto principalmente em parte aérea das plantas para o controle de pragas e doenças (FUNDAÇÃO, 1998). Conforme mencionado, a tecnologia EM<sup>®</sup> contém leveduras como um dos ingredientes ativos, auxiliando nesse controle biológico. Em pesquisa com banana “Maça” (AAB), as leveduras *Saccharomyces cerevisiae* e *S. boulardii* foram consideradas como agentes biológicos eficientes no controle da antracnose (HELING et al., 2017). Esse conjunto de microorganismos presentes no EM<sup>®</sup> estabelecem relações de competição e antibiose com os agentes fitopatogênicos e ativam o desenvolvimento de outros microrganismos benéficos que se encontram no ambiente (HIGA & WIDIDANA, 1991b; HIGA & PARR, 1994).

Controle alternativo da antracnose da banana por meio de óleo de alho, óleo de nim e quitosana também se destacaram, principalmente o óleo de alho sendo igual ao fungicida padrão tiabendazol em severidade da doença e na porcentagem de perda de massa da matéria fresca (NEGREIROS et al., 2013). Outros óleos como de capim limão e tomilho, e películas a base de fécula de mandioca em concentração de 2% e 3% também apresentaram bons resultados (SOARES, 2016), além do bicarbonato de sódio na concentração entre 2% a 4%, sendo considerados alternativos promissores para redução da severidade da antracnose em frutos de banana (SILVA et al., 2016).

Em trabalho com produtos alternativos, o tratamento com tiabendazol apresentou aos 18 dias uma severidade de 18,07%, enquanto a testemunha com 44,80%, reduzindo em 59,66% a severidade da antracnose nos frutos quando tratados com esse fungicida (NEGREIROS et al., 2013). Esses mesmos autores também verificaram que a menor perda de massa de matéria fresca foi no tratamento com o tiabendazol, sendo 9,04% neste e 12,31% na testemunha. Em trabalho conduzido na temperatura de 12° C e 20 °C, os tratamentos que receberam a aplicação do tiabendazol foram os mais eficientes no controle da antracnose, e a maioria não apresentando sintomas da doença nos dias avaliados (COELHO et al., 2010).

Entretanto, mesmo o fungicida tiabendazol sendo usado como padrão aqui na pesquisa, não foi observado controle da antracnose no experimento inoculado. Acredita-se que dois fatores podem estar relacionados no favorecimento da doença, sendo a aplicação do hormônio etileno para o amadurecimento rápido e uniforme, além da inoculação de esporos (conídios), aumentando-se a concentração das unidades propagativas infectivas do *C. musae* existente nos frutos. O uso do etileno não foi observado em outros trabalhos (SPONHOLZ et al., 2004; COELHO et al., 2010; NEGREIROS et al., 2013; SILVA et al., 2016; SOARES, 2016; HELING et al., 2017), no entanto, acreditamos ser interessante realizar o experimento de acordo com as técnicas normalmente usadas pelos produtores na pós-colheita.

O fungicida tiabendazol é sistêmico do grupo químico benzimidazol, interferindo na divisão do núcleo do fungo e inibindo a polimerização da  $\beta$ -tubulina na mitose, no entanto, espécies de fungos têm sido relatadas como resistentes a esse grupo de fungicida, com relatos dos locais de mutações no gene da  $\beta$ -tubulina (FRAC, 2020). Esse mesmo fungicida não apresentou controle satisfatório da antracnose em banana quando usado em diferentes doses, indicando a possível ocorrência de isolados do *C. musae* resistentes ao tiabendazol (MORAES et al., 2008).

Para evitar o surgimento da resistência desse patógeno, será importante a rotação com fungicidas de modo de ação diferente, além da possível associação com a aplicação da tecnologia EM-5 e trazendo essa competição biológica, afetando assim o progresso dos sintomas da antracnose e esporulação do *C. musae* nos frutos da banana. Outra visão importante do uso do EM<sup>®</sup> é na modalidade de agricultura voltada para o orgânico, onde não se aplicam fungicidas como o tiabendazol. Além disso, outras medidas devem ser mantidas no manejo da antracnose da banana, como a eliminação das folhas e restos florais infectados no campo, ensacamento dos cachos, controle de tripes, renovação de água e desinfestação dos tanques de limpeza, assepsia em câmara fria e cuidados para evitar ferimentos no transporte (EPAMIG, 2015; SALOMÃO & SIQUEIRA, 2015).

Portanto, acreditamos que experimentos com teste de compatibilidade entre tiabendazol e EM-5 possam ser realizados, além da aplicação do produto em maior escala de frutos, avaliando o controle de forma mais prática.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A antracnose ocorreu normalmente nos experimentos sem e com inoculação do fungo *C. musae*.

Os tratamentos EM-5 (0,5%) e tiabendazol, isolados ou em mistura, reduziram a severidade da antracnose em frutos de banana não inoculados.

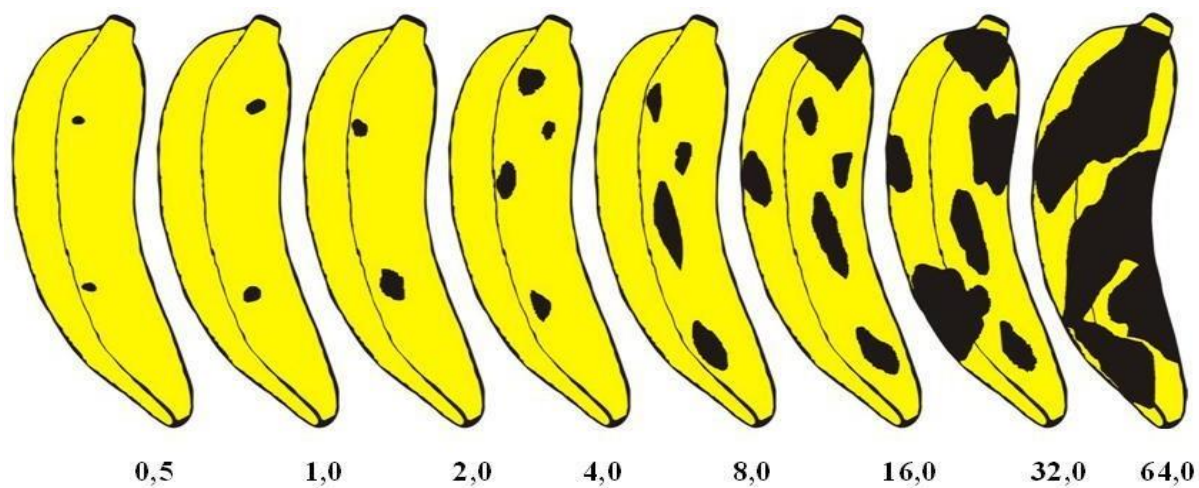
A tecnologia EM-5 mostrou ser promissora no manejo da antracnose em banana na dose de 0,5%.

**Figura 1 - Aspecto geral da distribuição das parcelas experimentais em bandejas.**



**Fonte: Núbia Mendes de Souza**

**Figura 2 - Escala diagramática para avaliação da severidade da antracnose em frutos de banana (MORAES, 1999; MORAES et al., 2008; SILVA et al., 2016).**

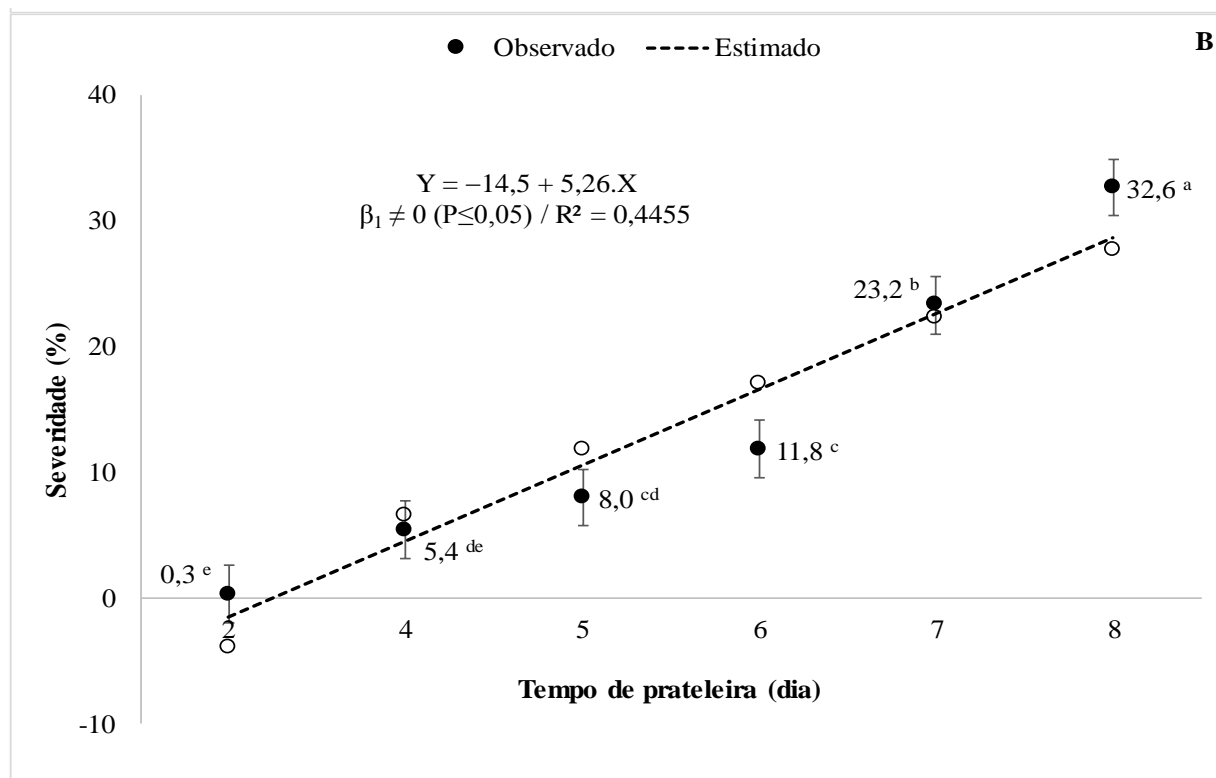


**Tabela 1 - Efeito dos “*microrganismos eficazes*” EM-5 e fungicida tiabendazol na severidade da antracnose em frutos de banana não inoculados, ao longo do tempo (primeiro experimento).**

| Tratamentos               | Tempo de prateleira (dias) |                    |                      |                     |                     |                     |
|---------------------------|----------------------------|--------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                           | 2                          | 4                  | 5                    | 6                   | 7                   | 8                   |
| Testemunha                | 0,7 <sup>dA</sup>          | 8,1 <sup>cdA</sup> | 14,9 <sup>bcdA</sup> | 22,4 <sup>bcA</sup> | 30,4 <sup>abA</sup> | 48,1 <sup>aA</sup>  |
| EM-5 (0,5%)               | 0,1 <sup>aA</sup>          | 0,8 <sup>aA</sup>  | 1,8 <sup>aA</sup>    | 3,0 <sup>aA</sup>   | 7,4 <sup>aA</sup>   | 11,4 <sup>aB</sup>  |
| EM-5 (1,0%)               | 0,2 <sup>cA</sup>          | 6,1 <sup>cA</sup>  | 8,3 <sup>bcA</sup>   | 13,6 <sup>bcA</sup> | 28,2 <sup>abA</sup> | 36,4 <sup>aAB</sup> |
| Tiabendazol               | 0,3 <sup>aA</sup>          | 1,8 <sup>aA</sup>  | 2,7 <sup>aA</sup>    | 5,5 <sup>aA</sup>   | 8,0 <sup>aA</sup>   | 13,8 <sup>aB</sup>  |
| EM-5 (0,5%) + tiabendazol | 0,1 <sup>aA</sup>          | 1,0 <sup>aA</sup>  | 2,1 <sup>aA</sup>    | 3,9 <sup>aA</sup>   | 7,9 <sup>aA</sup>   | 12,9 <sup>aB</sup>  |
| EM-5 (1,0%) + tiabendazol | 0,2 <sup>bA</sup>          | 4,2 <sup>bA</sup>  | 6,2 <sup>bA</sup>    | 9,3 <sup>abA</sup>  | 17,9 <sup>abA</sup> | 29,3 <sup>aAB</sup> |

Erro padrão = 3,0%. <sup>a-d</sup> médias seguidas por letras minúsculas diferentes entre os tempos de prateleira dentro de cada tratamento diferem a um nível de significância de 5% pelo teste de Tukey (linha). <sup>A,B</sup> médias seguidas por letras maiúsculas diferentes entre os tratamentos dentro de cada tempo de prateleira diferem a um nível de significância de 5% pelo teste de Tukey (coluna).

**Figura 3 - Efeito dos dias de prateleira (tempo) sobre a severidade da antracnose em frutos de bananas inoculados e tratados com EM-5 e fungicida tiabendazol. <sup>a-e</sup> médias seguidas por letras diferentes entre os dias de prateleira, independente do tratamento, diferem pelo teste de Tukey à 5% (segundo experimento).**



**Tabela 2 - Efeito dos “*microrganismos eficazes*” EM·5 e fungicida tiabendazol na severidade da antracnose em frutos de banana não inoculados, ao longo do tempo (terceiro experimento).**

| Tratamentos               | Tempo de prateleira (dias) |                   |                    |                    |                     |                     |
|---------------------------|----------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
|                           | 4                          | 5                 | 6                  | 7                  | 8                   | 9                   |
| Testemunha                | 0,7 <sup>eA</sup>          | 5,9 <sup>dA</sup> | 8,2 <sup>dA</sup>  | 15,9 <sup>cA</sup> | 28,6 <sup>bA</sup>  | 36,7 <sup>aA</sup>  |
| EM·5 (0,5%)               | 0,6 <sup>cA</sup>          | 1,6 <sup>cA</sup> | 3,7 <sup>bcA</sup> | 6,4 <sup>bB</sup>  | 10,8 <sup>aBC</sup> | 13,7 <sup>aBC</sup> |
| EM·5 (1,0%)               | 1,2 <sup>dA</sup>          | 3,2 <sup>dA</sup> | 4,6 <sup>dA</sup>  | 9,2 <sup>cB</sup>  | 15,1 <sup>bB</sup>  | 19,6 <sup>aB</sup>  |
| Tiabendazol               | 0,3 <sup>cA</sup>          | 0,5 <sup>cA</sup> | 1,9 <sup>bcA</sup> | 5,1 <sup>abB</sup> | 7,7 <sup>aC</sup>   | 9,3 <sup>aC</sup>   |
| EM·5 (0,5%) + tiabendazol | 0,3 <sup>cA</sup>          | 2,0 <sup>cA</sup> | 3,2 <sup>bcA</sup> | 6,6 <sup>bB</sup>  | 10,9 <sup>aBC</sup> | 12,8 <sup>aBC</sup> |
| EM·5 (1,0%) + tiabendazol | 0,2 <sup>cA</sup>          | 1,2 <sup>cA</sup> | 2,3 <sup>bcA</sup> | 5,4 <sup>bB</sup>  | 10,1 <sup>aBC</sup> | 11,5 <sup>aC</sup>  |

Erro padrão = 1,3%. <sup>a-e</sup> médias seguidas por letras minúsculas diferentes entre os tempos de prateleira dentro de cada tratamento diferem a um nível de significância de 5% pelo teste de Tukey (linha). <sup>A,B,C</sup> médias seguidas por letras maiúsculas diferentes entre os tratamentos dentro de cada tempo de prateleira diferem a um nível de significância de 5% pelo teste de Tukey (coluna).



## REFERÊNCIAS

ALFENAS, A.C.; MAFIA, R.G. Métodos em Fitopatologia. **Editora UFV, Viçosa-MG**, 2 ed, 516p, 2016.

AL-TAMEEMI, S.K.M.; MATLOOB, A.A.A.H. Effect of some biological control agents in reducing the disease incidence and severity of white mold disease on eggplant caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Archives**, 19: 673-679, 2019.

BORGEN, A. Effect of seed treatments with E.M. in control of common bunt (*Tilletia tritici*) in wheat. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING**, 5, 1997, Bangkok. *Proceedings...* Bangkok: APNAN, 1999. p.201-6.

BORGES, A.L.; SOUZA, L.S. O cultivo da bananeira. 1 ed. Cruz das Almas: **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2004. 279 p.

CASTRO, C.M., MOTTA, S.D., PEREIRA, D.S., AKIBA, F., RIBEIRO, R.L.D. Microrganismos Eficazes (EM) no controle da *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* em pimentão (*Capsicum annum* cv. Margareth). In: Fundação Mokiti Okada. *Experimentos sobre o uso de microrganismos eficazes (E.M.) no Brasil*. **São Paulo: Fundação Mokiti Okada**, 1993. p.103-4.

CELOTO, M. I. B., PAPA, M. F. S., SACRAMENTO, L. V. S., & CELOTO, F. J.. Atividade antifúngica de extratos de *Momordica charantia* L. Sobre *Colletotrichum musae*. **Revista Brasileira de plantas medicinais**, v. 13, n. 3, p. 337-341, 2011.

COELHO, A.F.S.; DIAS, M.S.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**. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 34, n. 4, p. 1004-1008, jul./ago., 2010.

CORDEIRO, Z. J. M. Banana. Produção: aspectos técnicos. **Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia**, 2000.

DUARTE, M.L.R.; LIMA, W.G.; CHU, E.Y.; KONAGANO, M.; ALBUQUERQUE, F.A.B. Controle alternativo da podridão-das-raízes da pimenteira-do-reino com microorganismos eficazes (EM). Boletim de pesquisa e desenvolvimento, número 55, ISSN 1676–5265, **Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental**, 22 p, 2006.

ELANGO, F., TABORA1, P., VEGA, J.M. Control of black sigatoka disease (*Mycosphaerella fijiensis*) using effective microorganisms. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 5, 1997, Bangkok. *Proceedings...* **Bangkok: APNAN**, 1999. p.226-9.

EPAMIG, Informe Agropecuário. **Cultivo da bananeira**. v. 36, n. 288, 2015, 128p.

FRAC. Comitê de Ação a Resistência a Fungicidas. Disponível em: <https://www.frac-br.org/>. Acesso em 10 de dezembro de 2020.

FUNDAÇÃO MOKITI OKADA. *Microorganismos eficazes EM na agricultura*. **São Paulo: Fundação Mokiti Okada Centro de Pesquisa**, 1998. 30p.

HELING, A. L., KUHN, O. J., STANGARLIN, J. R., HENKEMEIER, N. P. Controle biológico de antracnose em pós colheita de banana “Maçã” com *Saccharomyces* spp. **Summa Phytopathologica**, v. 3, n. 1, p. 49-51, 2017.

HIGA, T., WIDIDANA, G.N. Concept and theories of effective microorganisms. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 1, 1989, Khon Kaen. *Proceedings...* Washington: s.n., 1991a. p.118-24.

HIGA, T., WIDIDANA, G.N. Changes in the soil microflora induced by effective microorganisms. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 1, 1989, Khon Kaen. *Proceedings...* Washington: s.n., 1991b. p.153-62.

HIGA, T., PARR, J.F. *Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment*. **Atami: International Nature Farming Research Center**, 1994. 16p.

KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Ceres, 2005.

LWIN, M.; RANAMUKHAARACHCHI, S.L. Development of biological control of *Ralstonia solanacearum* through antagonistic microbial populations. **International Journal of Agriculture & Biology** 8: 657-660, 2006.

MORAES, W.S. Interação de métodos de controle de podridões em pós-colheita da banana 'Prata-anã' (AAB). (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Viçosa, 1999.

MORAES, W.S.; ZAMBOLIM, L.; LIMA, J.D. Quimioterapia de banana 'Prata Anã' no controle de podridões em pós-colheita. **Arq. Inst. Biol., São Paulo**, v.75, n.1, p.79-84, 2008.

NEGREIROS, R.J.Z.; SALOMÃO, L.C.C.; PEREIRA, O.L.; CECON, P.R.; SIQUEIRA, D.L. Controle da antracnose na pós-colheita de bananas-'Prata' com produtos alternativos aos agrotóxicos convencionais. **Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP**, v. 35, n. 1, 51-58, 2013.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Agrofit. Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em 08 de dezembro de 2020.

OLIVEIRA, E. S; VIANA, F. M. P; MARTINS, M. V. V. Alternativas a fungicidas sintéticos no controle da antracnose da banana. **Summa Phytopathologica**, v. 42, n. 4, p. 340-350, 2016.

PINHO, D. B., MIZOBUTSI, E. H., SILVA, S. D. O., REIS, S. T. D., MIZOBUTSI, G. P., XAVIER, A. A. Avaliação de genótipos de bananeira à *Colletotrichum musae* em pós-colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 786-790, 2010.

SALOMÃO, L.C.C; SIQUEIRA, D.L. Cultivo da bananeira. **Viçosa-MG. Editora UFV**, 2015, 109 p.

SILVA, E.P.B.; FERNANDES, M.B.; RODRIGUES, M.L.M.; MIZOBUTSI, E.H.; PRATES, P.J.L.; ALMEIDA, L.B.; DUARTE, P.V.L. Manejo da antracnose em banana 'Prata Anã' com uso de bicarbonato de sódio. **10º FÓRUM DE ENSINO, PESQUISA, EXTENSÃO E GESTÃO**, 2016.

SILVEIRA, A. L., DE OLIVEIRA SOARES, M. G., GUIMARÃES, S. D. S. C., PEREIRA, F. D., POZZEBON, B. C., & ALVES. **Etiologia e controle da antracnose em frutos de banana no brasil**. Tese em Fitopatologia. Universidade Federal de Lavras. 78p, 2018.

SOARES, M.G.O. **Padronização da inoculação e controle da antracnose em bananas com película à base de fécula de mandioca e óleos essenciais**. Dissertação em Fitopatologia. Universidade Federal de Lavras. 100p, 2016.

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** 29:480-485. 2004.

TECNOLOGIA EM<sup>®</sup> - Microorganismos Eficazes. Disponível em: <http://www.em-la.com/>. Acesso em 24 de dezembro de 2020.

VENTURA, J.A.; HINZ, R.H. Controle das doenças da bananeira. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; MONTEIRO, A.J.A.; COSTA, H. **Controle de doenças de plantas fruteiras**. Viçosa, MG: UFV, 2002. p.839-926.

VERZIGNASSI, J.R. **Viabilidade do controle da mancha púrpura e efeitos nos aspectos físicos, químicos e biológicos do solo e na produção do alho pelos microrganismos eficazes**. Tese em Agronomia. Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, 182p. 2000.