



Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido

**CARACTERIZAÇÃO DE ISOLADOS DE *Colletotrichum musae* DE MINAS GERAIS E AVALIAÇÃO DE TÁTICAS DE CONTROLE DA ANTRACNOSE DA BANANEIRA**

**MARTIELLE BATISTA FERNANDES**

**2018**

**MARTIELLE BATISTA FERNANDES**

**CARACTERIZAÇÃO DE ISOLADOS DE *Colletotrichum musae* DE MINAS GERAIS E AVALIAÇÃO DE TÁTICAS DE CONTROLE DA ANTRACNOSE DA BANANEIRA**

Tese apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Manejo Fitossanitário, para obtenção do título de “*Doctor Science*”.

**Orientador**  
**Prof. DSc. Edson Hiydu Mizobutsi**

**JANAÚBA**  
**MINAS GERAIS – BRASIL**  
**2018**

Fernandes, Martielle Batista

F363  
c      Caracterização de isolados de *Colletotrichum musae* de Minas Gerais e avaliação de táticas de controle da antracnose da bananeira [manuscrito] / Martielle Batista Fernandes. – 2018. 55 p.

Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2018.

Orientador Prof. D. Sc. Edson Hiydu Mizobtusi.

1. Antracnose. 2. *Colletotrichum musae*. 3. Murcha bacteriana. I. Mizobtusi, Edson Hiydu. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 634.772

Catálogo: Joyce Aparecida Rodrigues de Castro Bibliotecária CRB6/2445

**MARTIELLE BATISTA FERNANDES**

**CARACTERIZAÇÃO DE ISOLADOS DE *Colletotrichum musae* DE  
MINAS GERAIS E AVALIAÇÃO DE TÁTICAS DE CONTROLE DA  
ANTRACNOSE DA BANANEIRA**

Tese apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração Manejo Fitossanitário, para obtenção do título de “*Doctor Science*”.

**APROVADA em 10 de maio de 2018.**

Prof. DSc. Edson Hiydu Mizobutsi  
UNIMONTES (Orientador)

Profa. DSc. Gisele Polete Mizobutsi  
UNIMONTES

Profa. DSc. Regina Cássia Ferreira  
Ribeiro  
UNIMONTES

Prof. DSc. Fernando da Silva Rocha  
UFMG

Prof. DSc. Danilo Batista Pinho  
UNB

**JANAÚBA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2018**

*A Deus, o único que é digno de toda honra e toda glória;  
Ao meu marido, pelo amor e apoio imensurável, e ao  
meu filho que já é tão amado, mesmo em meu ventre;  
Aos familiares e amigos, grandes incentivadores;*

*Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Montes Claros - Unimontes, *Campus* Janaúba, onde, com orgulho e imensa gratidão, concluo a minha pós-graduação.

À Fapemig, pela concessão de bolsa de doutorado.

Ao meu orientador, Professor DSc. Edson Hiydu Mizobutsi, pela oportunidade, amizade, e pelos ensinamentos.

Aos Professores Doutores Gisele Polete Mizobutzi, Regina Cássia Ferreira Ribeiro, Fernando da Silva Rocha e Danilo Batista Pinho, pela participação na banca de defesa e contribuições nas correções desta tese.

Aos companheiros de Laboratório, Maria Luísa, Paola, Paula, Emmely e Tuari, pela boa convivência, e pelas contribuições na execução deste trabalho.

Às colegas do laboratório de Fisiologia Pós-colheita, pela disponibilidade e ajuda nas avaliações do experimento.

Aos professores desta instituição, pelos ensinamentos, e aos funcionários, pela ajuda nos momentos necessários.

Os meus sinceros agradecimentos.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT .....	iii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS .....	3
2.1 Geral .....	3
2.2 Específicos.....	3
3 REFERENCIAL TEÓRICO .....	4
3.1 A cultura da banana .....	4
3.2 A antracnose da banana .....	5
3.3 <i>Colletotrichum musae</i> , agente causal da antracnose da banana.....	7
3.4 Caracterização e identificação de <i>Colletotrichum</i> .....	7
3.5 Medidas de controle da antracnose da banana .....	10
4 MATERIAL E MÉTODOS .....	12
4.1 Caracterização dos isolados de <i>Colletotrichum musae</i> obtidos de bananas ‘Prata-Anã’ do Norte de Minas Gerais .....	12
4.2 Determinação da concentração de conídios de <i>C. musae</i> para o desenvolvimento da antracnose em pós-colheita da banana ‘Prata-Anã’ .....	14
4.3 Avaliação da sensibilidade de <i>C. musae</i> a fungicida recomendado para banana ‘Prata-Anã’ .....	15
4.4 Determinação da época de ensacamento da banana ‘Prata-Anã’ para reduzir a infecção por <i>C. musae</i> , e análise da conservação pós-colheita dos frutos .....	16
4.5 Avaliação da época do ano e efeito dos fungicidas registrados na intensidade da antracnose da banana ‘Prata-Anã’ .....	19
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5.1 Caracterização dos isolados de <i>C. musae</i> obtidos de bananas ‘Prata-Anã’ do Norte de Minas Gerais .....	21
5.2 Determinação da concentração de conídios de <i>C. musae</i> para o desenvolvimento da antracnose em pós-colheita da banana ‘Prata-Anã’ .....	24
5.3 Avaliação da sensibilidade de <i>C. musae</i> a fungicida recomendado para banana ‘Prata-Anã’ .....	25
5.4 Determinação da época de ensacamento da banana ‘Prata-Anã’ para reduzir a infecção por <i>C. musae</i> e análise da conservação pós-colheita dos frutos .....	29
5.5 Avaliação da época do ano e efeito dos fungicidas registrados na intensidade da antracnose da banana ‘Prata-Anã’ .....	38
6 CONCLUSÕES .....	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

## RESUMO

FERNANDES, Martielle Batista. **Caracterização de isolados de *Colletotrichum musae* de Minas Gerais e avaliação de táticas de controle da antracnose da bananeira**. 2018. 55p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal no Semiárido) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.<sup>1</sup>

A antracnose é uma das principais doenças pós-colheita em bananas. O trabalho teve como objetivo caracterizar isolados de *Colletotrichum musae* de banana ‘Prata-Anã’ de diferentes regiões do Norte de Minas Gerais e avaliar táticas de controle da antracnose em pós-colheita. Para caracterizar os isolados de *C. musae* da região, foram coletados frutos de plantios comerciais de banana ‘Prata-Anã’ em diferentes municípios produtores no Norte de Minas Gerais, avaliados por medições de crescimento micelial e esporulação do fungo. Foi realizado o teste de patogenicidade destes isolados por avaliações do tamanho da lesão da antracnose nos frutos. Para avaliar a sensibilidade dos isolados ao fungicida, foram testadas diferentes concentrações de imazalil, analisados quanto ao crescimento micelial e esporulação do fungo. Também foi avaliada a concentração de conídios para o desenvolvimento da antracnose em banana ‘Prata-Anã’. Para determinar a época de ensacamento da banana para reduzir a antracnose, foram utilizados sacos de TNT (polipropileno) como método de barreira física. Os frutos foram avaliados quanto à incidência e severidade de antracnose e analisados quanto à conservação pós-colheita. Na avaliação da época do ano de maior ocorrência da antracnose da banana e o efeito dos fungicidas registrados, foram realizadas avaliações mensais da intensidade da doença nos frutos durante um ano e calculada a Área Abaixo da Curva de Progresso da Severidade (AACPS). Observou-se que os isolados de Nova Porteirinha, Capitão Enéas, Verdelândia e Janaúba apresentaram menores médias de crescimento micelial. Foi observado maior esporulação nos isolados de Pirapora e Matias Cardoso. Não houve relação entre o crescimento micelial e a esporulação dos isolados. Foi observado diferença em relação à agressividade dos isolados, demonstrando diversidade patogênica dentro da espécie de *C. musae* coletada. A severidade da antracnose em função da concentração de conídios de *C. musae* em banana ‘Prata-Anã’ foi gradativa, porém, a concentração  $10^7$  esporos mL<sup>-1</sup> proporcionou maior severidade da doença. A partir da concentração de 5 ppm, o fungicida inibiu o crescimento micelial e a produção de conídios em todos os isolados de *C. musae*, comprovando seu

---

<sup>1</sup> **Comitê de Orientação:** Prof. DSc. Edson Hiydu Mizobutsi – UNIMONTES (Orientador); Profª. DSc. Gisele Polete Mizobutsi – UNIMONTES; Profª. DSc. Regina Cássia Ferreira Ribeiro – UNIMONTES; Prof. DSc. Fernando da Silva Rocha – UFMG; Prof. DSc. Danilo Batista Pinho – UNB.



potencial em maiores concentrações. Com a utilização do ensacamento dos cachos no campo, a incidência da antracnose em banana 'Prata-Anã' foi reduzida em até 66,75% comparada aos cachos sem a proteção do ensacamento. Os cachos ensacados em menor estágio fenológico reduziu a intensidade da doença em pós-colheita. O período de ensacamento de cacho não interferiu na conservação pós-colheita da banana 'Prata-Anã'. A distribuição de chuvas interferiu de maneira significativa para o desenvolvimento da antracnose. O tratamento com o fungicida Imazalil apresentou os menores valores de AACPS ao longo do ano.

**Palavras-chave:** *Musa* sp., intensidade de doença, ensacamento, fungicida, pós-colheita.

## ABSTRACT

FERNANDES, Martielle Batista. **Characterization of *Colletotrichum musae* isolates from Minas Gerais State and evaluation of control tactics of banana anthracnose.** 2018. 55 p. Thesis (Doctor's degree in Plant Production in Semiarid) - State University of Montes Claros, Janaúba, MG.<sup>2</sup>

Anthracnose is one of the major post-harvest diseases in bananas. The objective of this work was to characterize *Colletotrichum musae* isolates of 'Prata-Anã' banana from different regions in the North of Minas Gerais and to evaluate post-harvest control tactics for anthracnose. In order to characterize the isolates of *C. musae* from the region, fruits of commercial 'Prata-Anã' banana plantations were collected in different producing municipalities in the North of Minas Gerais, evaluated by measurements of mycelial growth and sporulation of the fungus. The pathogenicity test of these isolates was performed by assessing the size of the anthracnose lesion in the fruits. To evaluate the sensitivity of the isolates to the fungicide, different concentrations of imazalil were tested for mycelial growth and fungal sporulation. The concentration of conidia for the development of anthracnose in 'Prata-Anã' banana was also evaluated. In order to determine the time of banana bagging to reduce anthracnose, polypropylene bags were used as a physical barrier method. The fruits were evaluated as for the incidence and severity of anthracnose and analyzed for post-harvest conservation. In the evaluation of the time of year of highest occurrence of anthracnose in banana and the effect of registered fungicides, monthly evaluations of the disease intensity were carried out on the fruits during one year and the Area Under the Severity Progression Curve (AUSPC) was calculated. It was observed that the isolates of Nova Porteirinha, Capitão Enéas, Verdelândia and Janaúba showed the smallest averages of mycelial growth. Higher sporulation was observed in the isolates of Pirapora and Matias Cardoso. There was no relationship between mycelial growth and sporulation of the isolates. It was observed a difference in relation to the aggressiveness of the isolates, demonstrating pathogenic diversity within the species of collected *C. musae*. The anthracnose severity as a function of the concentration of *C. musae* conidia in 'Prata-Anã' banana was gradual, but the concentration  $10^7$  spores  $\text{mL}^{-1}$  provided a higher disease severity. From the concentration of 5 ppm, the fungicide inhibited mycelial growth and conidia production in all isolates of *C. musae*, proving its potential in higher concentrations. With the use of bagging of bunches on the field, the incidence of the anthracnose in 'Prata-Anã' banana was reduced by up to 66.75% compared to

---

<sup>2</sup> **Guidance committee:** DSc. Edson Hydu Mizobutsi – UNIMONTES (Advisor); DSc. Gisele Polete Mizobutsi – UNIMONTES; DSc. Regina Cássia Ferreira Ribeiro – UNIMONTES; DSc. Fernando da Silva Rocha – UFMG; DSc. Danilo Batista Pinho – UNB.

the bunches without the bagging protection. Bunches bagged at a lower phenological stage reduced post-harvest disease severity. The period of bunch bagging did not interfere in the post-harvest conservation of 'Prata-Anã' banana. Rainfall distribution significantly interfered with the development of anthracnose. Treatment with the Imazalil fungicide presented the lowest AACPS values along the year.

**Key words:** *Musa* sp., Disease intensity, bagging, fungicide, post-harvest.

## 1 INTRODUÇÃO

A banana é uma das frutas tropicais mais consumidas no mundo. No Brasil, dentre os maiores estados produtores estão São Paulo, produzindo 1.089.820 de toneladas; Bahia, 1.084.548 de toneladas, e Minas Gerais com uma produção de 773.197 toneladas de bananas (IBGE, 2018).

Em Minas Gerais, no ano de 2016, a região Norte destacou-se como a maior produtora, com produção de 345,9 mil toneladas em 16 mil hectares, sendo responsável por 44,7% da banana produzida no Estado. O cultivo de banana na região abrange cerca de 30 municípios, entretanto, 80,7% da produção estão concentrados nos municípios de Jaíba, Janaúba, Matias Cardoso, Nova Porteirinha, Verdelândia e Pirapora (IBGE, 2018). É uma importante atividade econômica e geradora de empregos na região semiárida do norte de Minas Gerais, onde predomina o cultivo de bananeira ‘Prata-Anã’ irrigada sob sistema convencional (CASTRICINE *et al.*, 2017).

A produtividade média nacional é baixa, ou seja, 14 t/ha/ano (IBGE, 2018). Este baixo rendimento deve-se, dentre outros fatores, a incidência de doenças causadas por fungos, vírus, bactérias e nematoides, tanto em pré como em pós-colheita.

Os fungos são responsáveis pela maioria das doenças que afetam a banana. Dentre as doenças fúngicas, destaca-se a antracnose causada por *Colletotrichum musae* (Berk & Curt.) von Arx. (Teleomorfo: *Glomerella musarum* Petch) que representa o mais grave problema na pós-colheita dessa fruta. Os sintomas da antracnose em frutos maduros são pequenas lesões com coloração marrom, que aumentam de tamanho com o avanço da maturação desses frutos, podendo coalescer e formar grandes áreas necróticas e deprimidas (PESSOA e OLIVEIRA, 2006). Em condições favoráveis, todos os frutos da penca podem ser afetados (VENTURA e HINZ, 2002), e sob alta umidade, os

frutos cobrem-se de frutificação cor-de-rosa a salmão, onde os acérvulos adquirem uma coloração acinzentada (CORDEIRO *et al.*, 2005).

A ausência de estudos sobre a epidemiologia de doenças em frutos de bananeiras tem dificultado o esclarecimento da influência do inóculo no progresso da podridão de antracnose dessa fruta. Para a compreensão da epidemiologia, deve-se conhecer os fatores ambientais, que unidos à influência do homem na natureza são elementos facilitadores da propagação da doença em questão (CORDEIRO *et al.*, 2004). De acordo com Adaskaveg *et al.* (2002), a temperatura é um dos fatores ambientais que mais afeta o desenvolvimento de fungos.

Na perspectiva de reduzir as podridões pós-colheita, várias tecnologias têm sido adotadas, como tratamento químico, práticas adequadas de manuseio, controle biológico, tratamentos físicos e indução de resistência (OLIVEIRA *et al.*, 2006). Porém, as tecnologias mais utilizadas que permitem aumentar a vida pós-colheita, estender o período livre de doenças dos frutos correspondem à quimioterapia e refrigeração (LABAVITCH, 1998). Os fungicidas constituem a principal forma de controle das doenças em pós-colheita de muitos frutos. Entretanto, a forma de aplicação, o surgimento de estirpes resistentes e as pressões socioeconômicas têm reduzido as oportunidades de se planejarem estratégias de controle com base em fungicidas. Vários métodos para o controle de doenças, como físicos, biológicos e alternativos vêm sendo estudados para minimizar ou substituir o uso de fungicidas (BASTOS e ALBUQUERQUE, 2004; CIA *et al.*, 2007)

O desenvolvimento de métodos adequados no controle de doenças exige inicialmente que se tenha conhecimento relacionado a aspectos nutricionais e fatores ambientais que influenciam o crescimento do fitopatógeno e, conseqüentemente, na relação patógeno hospedeiro-ambiente (AGRIOS, 2005).

Alguns trabalhos demonstram o aspecto da biologia, bem como a caracterização do *C. musae* (PERES *et al.*, 2002; COUTO e MENEZES, 2004); entretanto, não existem na literatura trabalhos sobre o desenvolvimento do *C. musae* e a intensidade de antracnose em banana ‘Prata-Anã’ nas condições do Norte de Minas Gerais. Diante disso, surge a necessidade do desenvolvimento de estudos sobre a epidemiologia de doenças em frutos de bananeiras como a antracnose.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Geral

O objetivo desse trabalho foi caracterizar isolados de *Colletotrichum musae* de banana 'Prata-Anã' de diferentes regiões do Norte de Minas Gerais e avaliar táticas de controle da antracnose em pós-colheita.

### 2.2 Específicos

- Caracterizar isolados de *C. musae* dos principais municípios produtores de banana 'Prata-Anã' no Norte de Minas Gerais.
- Determinar a concentração de conídios de *C. musae* para o desenvolvimento da antracnose em banana 'Prata-Anã'.
- Avaliar a sensibilidade dos isolados de *C. musae* a fungicida recomendado para a banana.
- Determinar a época de ensacamento da banana 'Prata-Anã' para reduzir a infecção por *C. musae* e análise da conservação pós-colheita dos frutos.
- Avaliar a época do ano e efeito dos fungicidas registrados na intensidade da antracnose na pós-colheita da banana 'Prata-Anã'.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 A cultura da banana

No cenário nacional, dentre os maiores produtores de banana estão São Paulo, Bahia, Minas Gerais, Santa Catarina, Pará, Pernambuco e Ceará (IBGE, 2018).

Em Minas Gerais, a região Norte destaca-se como a maior produtora, com produção de 345,9 mil toneladas em 16 mil hectares (IBGE, 2018). A cultivar mais plantada nessa região é a Prata-Anã. Essa cultivar é suscetível a sigatoka amarela, sigatoka negra e mal-do-panamá (DONATO *et al.*, 2009).

As exportações brasileiras de banana são insignificantes para os países mais desenvolvidos, que possuem mercados mais exigentes do mundo (IBGE, 2018).

Um dos motivos que dificultam as exportações brasileiras é o fato de o país ter 60% da área cultivada do produto voltada para a produção de banana ‘Prata’, menos valorizada no mercado internacional (BRASIL, 2007).

Apesar da quantidade e qualidade das frutas produzidas, o norte de Minas ainda não possui padrões de qualidade exigidos para a exportação para os mercados europeu e norte-americano. O potencial para produção de banana destinada para esses tipos de mercados é alto, pois grande parte da infraestrutura já está instalada na região, mas o paladar da principal variedade cultivada na região, a ‘Prata-Anã’, ainda é desconhecido no mercado internacional, dominado pela nanica. (MATTHIESEN e BOTEON, 2003).

Segundo os dados do IBGE (2018), nos últimos anos, a importância da cultura da banana na região norte-mineira aumentou vertiginosamente, saltando dos 11,3 mil hectares em 2000 para 16 mil hectares de bananeira colhidos em 2016.



### 3.2 A antracnose da banana

As perdas de frutos atingem níveis de até 40% do total produzido. Esses índices são influenciados principalmente por infecções causadas por microrganismos, favorecidas por danos físicos e fisiológicos, que predisõem os frutos à invasão de patógenos, os quais são responsáveis por severas perdas pós-colheita em banana (MEDINA e PEREIRA, 2004; MAQBOOL *et al.*, 2010). A ocorrência de patógenos causadores de doenças pós-colheita tem sido um dos problemas que mais prejudica a qualidade dos frutos e tem limitado a exportação de banana (VENTURA e HINZ, 2002).

Os fungos são responsáveis pela maioria das doenças que afetam essa fruta na pós-colheita. Dentre essas doenças, destacam-se a antracnose, a podridão-da-coroa, a podridão-de-charuto e podridão-por-Lasioidiplodia (PESSOA e OLIVEIRA, 2006). Dentre as doenças pós-colheita citadas, as lesões de antracnose em banana, causadas por *Colletotrichum musae*, representam o mais grave problema. Embora a doença se manifeste durante esse período, seu início acontece no campo (JEGER *et al.*, 1995).

A doença é um problema importante em pós-colheita porque a infecção quiescente vai se manifestar durante o período de transporte e maturação dos frutos, além das infecções que irão se estabelecer e se manifestar nesta fase. É a chamada infecção não quiescente. Normalmente nenhuma lesão se desenvolve em frutos verdes no campo (CORDEIRO *et al.*, 2005).

A doença caracteriza-se pela formação de lesões escuras e deprimidas sobre as quais, em condições de alta umidade, aparecem frutificações rosadas no fungo. Com o progresso da doença, as lesões aumentam de tamanho, podendo coalescer. Geralmente, a polpa não é afetada, exceto em condições de alta

temperatura ou quando o ponto de maturação é ultrapassado (CORDEIRO *et al.*, 2005). Em condições favoráveis, todos os frutos da penca podem ser afetados, cobrindo-se de lesões. A doença pode atingir a coroa e a partir desta afetar os outros frutos, evoluindo pelo pedicelo (VENTURA e HINZ, 2002).

Em frutos verdes injuriados mecanicamente, as manchas de antracnose são de cor marrom-escura ou preta e apresentam um halo esbranquiçado. As manchas aceleram o processo de maturação da fruta e, à medida que aumentam de tamanho, tornam-se deprimidas no centro, onde se formam os acérvulos cobertos por uma massa de esporos de cor salmão-alaranjada (JONES e SLABAUGH, 1994).

### **3.3 *Colletotrichum musae*, agente causal da antracnose da banana**

Embora se manifeste na fase pós-colheita, a antracnose, causada por *Colletotrichum musae*, tem início no campo, ocasião em que os conídios do fungo produzidos em folhas velhas, bem como em restos culturais e florais, são liberados por meio da água de chuva e de irrigação e disseminados por ventos e insetos. Durante a penetração da hifa fúngica, ocorre uma reação de hipersensibilidade nas células adjacentes da epiderme, que acumulam fitoalexinas e tornam a infecção quiescente até a maturação (JEGER *et al.*, 1995).

O fungo se torna quiescente a partir da germinação do esporo, alongamento do tubo germinativo, formação do apressório e penetração ou subsequente colonização. O patógeno no estágio de quiescência mantém baixo nível de metabolismo, mas pode se tornar um parasita ativo nos tecidos do hospedeiro (PRUSK, 1996). A quiescência foi relatada pela formação de uma hifa subcuticular formada a partir do apressório. O apressório é considerado um

órgão de adesão que permite ao fungo sobreviver em condições adversas do ambiente antes da penetração no tecido do hospedeiro. A quiescência do patógeno está relacionada com fatores que determinam a inibição do apressório. Sabe-se hoje que essa estrutura é a responsável pela quiescência (LAPEYRE DE BELLAIRE *et al.*, 2000; COUTO e MENEZES, 2004).

A temperatura ótima para o crescimento e esporulação do patógeno é de 27 a 30 °C. Os conídios são mantidos viáveis por períodos longos nos tecidos da casca, em acérvulos que os protegem de variações extremas de umidade e temperatura (VENTURA e HINZ, 2002).

### **3.4 Caracterização e identificação de *Colletotrichum***

A caracterização morfológica de *C. musae*, por muitos anos, gerou dados que podem levar à classificação dessa espécie como sendo *C. gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. Todavia, trabalhos desenvolvidos com isolados de banana determinaram as características fenotípicas e moleculares, classificando essa espécie como um grupo monofilético dentro do complexo “*C. gloeosporioides*” (PHOTITA *et al.*, 2005; ZAKARIA *et al.*, 2009; ABD-ELSALAM *et al.*, 2010). Como o isolado da espécie-tipo descrita para *C. musae* foi perdido durante o processo de conservação no pericarpo de banana, um neótipo foi designado por Su *et al.* (2011). Essa espécie apresenta alto grau de especificidade em relação ao gênero *Musa* (UDAYANGA *et al.*, 2013).

Estudos de diversidade genética também são bastante úteis para estabelecer a estrutura de uma determinada população e o seu potencial evolutivo numa dada área de ocorrência da doença (SANTOS *et al.*, 2015).

Técnicas moleculares auxiliam na caracterização e identificação das espécies de *Colletotrichum*, e várias dessas técnicas têm sido utilizadas como

sucesso para complementar estudo de diferenciação de populações desses fungos (LOPEZ, 2001; BUENO, 2005; TOZZE JÚNIOR, 2007). Com a utilização de *primers* específicos para espécies de *Colletotrichum* obtidos a partir da análise de sequência da região ITS, pode-se confirmar os resultados de morfologia e patogenicidade (FREEMAM *et al.*, 2000, FREEMAM *et al.*, 2001).

Segundo Lowe *et al.* (2004), a variação genética dentro de uma espécie é um conceito fundamental para a genética aplicada à ecologia e possui três componentes: diversidade genética, diferenciação genética e distância genética dos seus componentes. A diversidade genética mede a quantidade de variação encontrada numa população, a diferenciação genética descreve como esta variação é distribuída entre populações, enquanto a distância genética quantifica o grau de similaridade entre indivíduos ou grupos de indivíduos.

Atualmente, diversas metodologias são adotadas visando a estudar a variabilidade genética e à identificação de patógenos, sendo que a maior parte é baseada na utilização de marcadores moleculares (GOUVEIA *et al.*, 2005; ZACCARO *et al.*, 2007).

Os marcadores moleculares são utilizados frequentemente para os estudos genéticos em fungos filamentosos. Marcas simples, com bastante repetibilidade, são obtidas quando se utilizam sequências de DNA. Regiões homólogas são reconhecidas por iniciadores de DNA (“primers”). Com o uso de condições de reações específicas para a replicação do DNA, podem ser realizadas ampliações e o produto pode ser observado posteriormente. Essas ampliações ocorrem em condições de aumento e redução de temperaturas em que há a atuação da enzima taq DNA polimerase (MC PHERSON e MOLER, 2000).

A caracterização realizada por meio de marcadores morfológicos é uma técnica tradicionalmente empregada para a identificação de fungos fitopatogênicos, como a do gênero *Colletotrichum* (BURGESS *et al.*, 1995; CAI

*et al.*, 2009). Os marcadores moleculares têm sido amplamente aplicados para acessar a repartição genética entre populações geograficamente isoladas para definir unidades evolutivas significativas abaixo do nível de espécie, para formulação de propostas de manejo e conservação e para revisar tradicionais designações de espécies e subespécies (DANTAS, 2007).

### **3.5 Medidas de controle da antracnose da banana**

A adoção de técnicas adequadas de controle pós-colheita é tão importante quanto às práticas desenvolvidas durante o cultivo. A otimização da produção deve vir acompanhada de redução das perdas e manutenção da qualidade do produto até a chegada à mesa do consumidor, principalmente para os produtos consumidos *in natura* (CORDEIRO *et al.*, 2004).

O controle da antracnose baseia-se em práticas adequadas de manuseio para a redução da quantidade de inóculo no campo, controle biológico, tratamentos físicos, indução de resistência e controle químico (OLIVEIRA *et al.*, 2006). As técnicas de controle físico, que visam à manipulação das condições para estender o período livre de doenças dos produtos vegetais, são benéficas, mas não são suficientes para sua completa proteção contra infecções pós-colheita (EL GHAOUTH *et al.*, 2004).

A eficiência de produtos no controle das doenças depende da quantidade do inóculo inicial, da profundidade da infecção no hospedeiro, da taxa de crescimento da infecção, da temperatura e umidade e do grau de penetração do produto no tecido hospedeiro (JONES e SLABAUGH, 1994).

O controle químico é o principal método disponível para reduzir a incidência de doença em pós-colheita de frutas (SILVA *et al.*, 2008). Entretanto, ele tem gerado o surgimento de patógenos resistentes (MAYMON *et al.*, 2006).

Os únicos fungicidas químicos liberados para uso na cultura da banana em pós-colheita, são tiabendazol e imazalil (AGROFIT, 2018).

O uso de fungicida em pós-colheita está cada vez mais limitado. Desse modo, vários métodos de controle de doenças, como físicos, biológicos e alternativos, vêm sendo estudados para minimizar ou substituir o uso de fungicidas (CIA *et al.*, 2007).

Algumas técnicas são recomendadas para diminuir a incidência de podridões em pós-colheita, como, por exemplo, o pré-resfriamento dos frutos logo após a colheita. O armazenamento em baixas temperaturas ou em condições de atmosfera controlada (AC) também diminui a incidência de podridões. O efeito positivo destas técnicas deve-se ao retardamento do metabolismo do fruto e, conseqüentemente, do amadurecimento, senescência, e da inibição do crescimento de fungos (AGAR *et al.*, 1990). Todavia, sob estas condições, ainda ocorrem perdas elevadas por podridões fúngicas, gerando a necessidade de desenvolvimento de novas estratégias de controle destes patógenos.

O controle de antracnose em banana deve ser iniciado no campo. Práticas culturais como desfolha frequente do bananal, remoção de restos foliares e florais e coração são as principais formas de manejar o inóculo em sua fonte. Frutas produzidas em cachos ensacados apresentam menor incidência de antracnose (VENTURA e COSTA, 2006).

Sabe-se que o patógeno sobrevive durante o período de amadurecimento do fruto. A eliminação desses restos de cultura pode diminuir a densidade do inóculo primário da doença (CORDEIRO *et al.*, 2004). Dentre os vários métodos de controle que podem ser iniciados no campo, destacam-se: o controle mecânico, químico e controle cultural (VENTURA *et al.*, 2012).

Dentre os métodos de manejo cultural, a fertilidade do solo é um dos fatores mais importantes, sendo que o adequado manejo pode resultar não somente em incrementos na produtividade da cultura, mas na melhoria da qualidade dos produtos, com reflexos na qualidade, composição e desenvolvimento dos frutos (SERRAT *et al.*, 2004). Existem evidências

suficientes de que a nutrição balanceada das plantas pode auxiliar no controle de doenças originárias de infecções quiescentes, bem como contribuir para que os frutos adquiram uma maior tolerância a uma variedade de microrganismos patogênicos (ZAMBOLIM, 2012).

O patógeno desenvolverá na medida em que os fatores externos já citados operem simultaneamente, e o produtor de banana deve estar atento para que tais fatores não comprometam sua produção. A melhor forma é a prevenção. Diante dessas constatações, percebe-se que a quantidade de doença no pomar é determinada pelo balanço de dois processos opostos: infecção e remoção. Em outras palavras, a infecção ganha força e a parte lesionada também. Tal fato ocasionará novas lesões e, por conseguinte, o aparecimento de novas infecções (CORDEIRO *et al.*, 2004). Diante do exposto, é de extrema importância conhecer o ciclo da doença e os fatores climáticos que contribuem para sua propagação, tanto para seu controle e quanto para redução do uso de agroquímicos.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Caracterização dos isolados de *Colletotrichum musae* obtidos de bananas ‘Prata-Anã’ do Norte de Minas Gerais

#### 4.1.1 Obtenção dos isolados

Os isolados de *Colletotrichum musae* foram obtidos de frutos coletados em três áreas com plantio comercial de banana ‘Prata-Anã’ dos principais municípios produtores no Norte de Minas Gerais, nas seguintes localizações: Jaíba (Área 1: 15°12’47” S, 43°47’14” W, 450 m de altitude; Área 2: 15°12’38” S, 43°48’37” W, 470 m de altitude; Área 3: 15°12’36” S, 43°49’31” W, 480 m de altitude), Nova Porteirinha (Área 1: 15°47’32” S, 43°16’53” W, 550 m de altitude; Área 2: 15°43’9” S, 43°14’46” W, 530 m de altitude; Área 3: 15°49’22” S, 43°16’41” W, 540 m de altitude), Janaúba (Área 1: 15°43’36” S, 43°18’23” W, 530 m de altitude; Área 2: 15°44’44” S, 43°18’38” W, 500 m de altitude; Área 3: 15°45’4” S, 43°23’13” W, 520 m de altitude), Matias Cardoso (Área 1: 14°51’29” S, 43°54’58” W, 470 m de altitude; Área 2: 14°50’45” S, 43°54’54” W, 460 m de altitude; Área 3: 14°48’51” S, 43°55’6” W, 440 m de altitude), Verdelândia (Área 1: 15°36’27” S, 43°35’59” W, 484 m de altitude; Área 2: 15°38’44” S, 43°36’31” W, 495 m de altitude; Área 3: 15°38’35” S, 43°33’11” W, 495 m de altitude), Pirapora (Área 1: 17°16’31” S, 44°51’56” W, 520 m de altitude; Área 2: 17°15’21” S, 44°50’13” W, 520 m de altitude; Área 3: 17°15’50” S, 44°50’31” W, 490 m de altitude), Capitão Enéas (Área 1: 16°1’50” S, 43°34’7” W, 540 m de altitude; Área 2: 16°6’24” S, 43°36’7” W, 570 m de altitude; Área 3: 16°7’4” S, 43°37’37” W, 560 m de altitude).

Para o isolamento do fungo, pedaços de tecido dos frutos de 0,5 mm de diâmetro foram retirados de lesões, na região de transição entre a área lesionada



e a área sadia. Esses fragmentos foram superficialmente desinfestados com álcool 70% durante 30 segundos e hipoclorito de sódio 1,5% durante 3 minutos e enxaguados três vezes em água destilada e esterilizada. Em seguida, os fragmentos dos tecidos foram transferidos para placas de Petri contendo o meio batata-dextrose-ágar (BDA), incubadas a  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  durante sete dias, em estufa incubadora do tipo BOD. Os isolados obtidos foram submetidos à cultura monospórica em placas de Petri contendo meio BDA.

#### 4.1.2 Caracterização dos isolados

A caracterização dos isolados de *C. musae* foi realizada por meio de medições de crescimento micelial e esporulação do fungo. A avaliação do crescimento micelial foi realizada quando o micélio de algum dos isolados cobriu totalmente a superfície do meio de cultura. A leitura do experimento foi feita medindo-se o diâmetro da área de crescimento micelial do fungo em dois eixos ortogonais (média das duas medidas diametricamente opostas). O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com 21 isolados e cinco repetições. A avaliação da esporulação foi realizada após a avaliação do crescimento micelial. A suspensão de conídios foi obtida pela adição de 50 mL de água destilada e esterilizada uma gota de Tween 20 (1%) em cada placa de Petri, sendo a suspensão de conídios obtida pela raspagem da superfície da colônia com o auxílio de uma lâmina de microscopia. A suspensão de conídios foi filtrada em camada dupla de gaze, e a concentração de conídios determinada em câmara de Neubauer.

Para avaliar a agressividade dos isolados de *C. musae*, bananas ‘Prata-Anã’ saudáveis, colhidas em estágio pré-climatérico no índice de coloração 2, de acordo com a escala de cores do PBMH e PIF (2006), foram esterilizadas superficialmente com álcool 70% e feridas em cada fruto usando perfurador de 5

mm esterilizado. Em cada fruto, os ferimentos foram inoculados com discos de micélios (5 mm) a partir de uma cultura de sete dias de idade de cada isolado. A testemunha foi inoculada com um disco de BDA (5 mm) sem o isolado fúngico. As bananas inoculadas foram incubadas a  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  durante cinco dias. As avaliações foram realizadas com auxílio de um paquímetro medindo-se o diâmetro da área lesionada pelo isolado fúngico em dois eixos ortogonais (média das duas medidas diametricamente opostas).

O ensaio foi montado em delineamento inteiramente casualizado com 21 isolados e cinco repetições. Cada repetição foi constituída por três frutos.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ) com auxílio do programa estatístico Sisvar.

#### **4.2 Determinação da concentração de conídios de *C. musae* para o desenvolvimento da antracnose em pós-colheita da banana ‘Prata-Anã’**

Foram colhidos cachos de banana em estágio pré-climatérico, no índice de coloração 2, de acordo com a escala de cores do PBMH e PIF (2006). Os cachos foram despencados, e selecionadas as pencas centrais visando uma maior uniformidade dos frutos durante a maturação em pós-colheita. Em seguida, foram transportadas para o Laboratório de Patologia Pós-colheita.

Os frutos foram lavados e deixados para secar ao ar livre. Buquês contendo três frutos foram atomizados com diferentes concentrações de suspensão de conídios de *C. musae*, obtidas de colônias cultivadas em BDA, durante sete dias, isoladas de bananas com sintomas de antracnose provenientes de plantio comercial do município de Nova Porteirinha-MG.

Após a inoculação, os buquês foram incubados separadamente em câmara úmida a  $25^{\circ}\text{C}$ , por 24 horas. Em seguida, os frutos foram acondicionados

em bandejas de poliestireno expandido, identificados por tratamento, e mantidos em câmara de refrigeração ( $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $80 \pm 5\%$  UR) por 12 dias. Após esse período, foram realizadas as avaliações de intensidade da doença. A intensidade da doença nos frutos foi avaliada pela severidade de antracnose utilizando-se a escala diagramática desenvolvida por Moraes *et al.* (2008).

O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos (concentrações de conídios de *C. musae*: T1= 0; T2=  $10^4$ ; T3=  $10^5$ ; T4=  $10^6$ ; T5=  $10^7$  esporos.mL<sup>-1</sup>) e cinco repetições.

Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão. A análise estatística foi realizada com auxílio do programa estatístico Sisvar.

#### **4.3 Avaliação da sensibilidade de *C. musae* a fungicida recomendado para banana ‘Prata-Anã’**

A partir de uma solução estoque de 100.000 ppm do ingrediente ativo (i.a.), procedeu-se à diluição com água destilada para obter as soluções de 50.000, 25.000, 10.000, 5.000 e 1.000 ppm do i.a.. Após essas diluições, foram produzidas as concentrações desejadas de 100, 50, 25, 10, 5 e 1 ppm, respectivamente, por meio da incorporação de uma alíquota de 500  $\mu\text{L}$  das soluções-estoque em 500 mL de meio de cultura BDA, a temperatura de aproximadamente  $40^{\circ}\text{C}$ , em câmara de fluxo laminar. A seguir, os meios contendo os fungicidas foram vertidos em placas de Petri de nove centímetros de diâmetro. O fungicida utilizado foi o imazalil (Magnate®), mais a testemunha em que não foi acrescentado o fungicida no meio de cultura.

Após solidificação do meio contendo fungicida, foram retirados discos de micélio de 5 mm de diâmetro das placas contendo os isolados fúngicos (7 dias de idade) e colocados no centro das placas apresentando as diluições do

fungicida. As placas foram incubadas à temperatura de 25 °C sob fotoperíodo de 12 h em BOD.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 21 x 7, sendo 21 isolados e sete concentrações do fungicida, com cinco repetições. As variáveis avaliadas foram crescimento micelial e esporulação da colônia.

As avaliações foram realizadas quando o micélio de algum dos tratamentos cobriu totalmente a superfície do meio de cultura, medindo-se o crescimento micelial e esporulação das colônias. A avaliação do crescimento micelial foi feita medindo-se, com auxílio de um paquímetro, o diâmetro da área das colônias em dois eixos ortogonais (média das duas medidas diametricamente opostas). A esporulação de *C. musae* foi avaliada após o término da avaliação do crescimento micelial. O preparo da suspensão de conídios foi realizada pela adição de 50 mL de água destilada e esterilizada acrescido de Tween 20 (1%), em cada placa de Petri, sendo a suspensão de conídios obtida pela raspagem da superfície da colônia com o auxílio de uma lâmina de microscopia. A suspensão de conídios foi filtrada em camada dupla de gaze, e a concentração de conídios determinada em câmara de Neubauer.

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão, e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ) com auxílio do programa estatístico Sisvar.

#### **4.4 Determinação da época de ensacamento da banana ‘Prata-Anã’ para reduzir a infecção por *C. musae*, e análise da conservação pós-colheita dos frutos**

O experimento foi implantado nos meses de abril a setembro de 2016, repetido no mesmo período em 2017, em área de plantio comercial de banana

‘Prata-Anã’, irrigada pelo sistema de microaspersão, em Nova Porteirinha - MG (15° 49’ S, 43° 16’ W, 540 m de altitude, clima do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen).

Para determinar a época de ensacamento da banana ‘Prata-Anã’ para evitar à infecção por *C. musae*, foram utilizados sacos comerciais de TNT (polipropileno). Os tratamentos consistiram em cachos de banana ensacados em diferentes épocas (na emissão do cacho, 30, 60, 90, 120 dias após emissão) e cachos sem ensacamento. Decorridos 150 dias da emissão, os cachos foram colhidos em estágio pré-climatérico de acordo com escala de Von Loesecke (PBMH e PIF, 2006), despencados, e selecionadas as pencas centrais para maior uniformização dos frutos. As pencas foram transportadas ao Laboratório de Patologia Pós-colheita e subdivididas em buquês de três frutos. Os buquês foram lavados com detergente neutro e secos ao ambiente. Após serem secos, os buquês foram armazenados em bandejas de poliestireno expandido, identificados por tratamento e mantidos em câmara de refrigeração ( $25 \pm 1$  °C e  $80 \pm 5\%$  UR). A intensidade da doença nos frutos foi avaliada pela incidência e severidade de antracnose. A incidência foi obtida por número de frutos afetados por repetição, sendo esses valores expressos em porcentagem por tratamento. Para a variável severidade, foi adotada a escala diagramática desenvolvida por Moraes *et al.* (2008).

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado com seis tratamentos, cinco repetições, contendo três frutos por repetição, repetidos em dois anos. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) utilizando-se o *software* Sisvar.

Para análise da conservação pós-colheita dos frutos ensacados, foram realizadas avaliações das características físicas e químicas. Foram avaliados: Comprimento e diâmetro do fruto, obtido com o auxílio de um paquímetro.

Perda de massa fresca do fruto, obtida com o auxílio de balança semianalítica. Firmeza, por meio de texturômetro modelo CT3 10 KG, medida na região mediana do fruto com ponteira de 25 mm de comprimento e 4 mm de diâmetro. Sólidos solúveis, utilizando-se um refratômetro de bancada com leitura na faixa de 0 a 95 °Brix, após extrair a polpa da região central de cada fruto. O pH, por meio de peagômetro Digital, modelo DM20, utilizando-se 10 g de polpa do conjunto de frutos da repetição triturada e homogeneizada com 90 mL de água destilada. Acidez titulável, segundo técnica recomendada pela AOAC (1992).

Coloração da casca, realizada por meio de um colorímetro Color Flex 45/0(2200), stdz Mode: 45/0, com leitura direta de reflectância das coordenadas L\* (luminosidade), a\* (tonalidade vermelha ou verde) e b\* (tonalidade amarela e azul), do sistema Hunterlab Universal Software, empregando-se a escala CIELAB com iluminante 10°/D65. Com os valores de a\* e b\* foram obtidos o ângulo hue, expresso em graus e a cromaticidade, por meio da fórmula:  $C = (a^2 + b^2)^{0,5}$ .

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado com seis tratamentos, quatro períodos de avaliação, cinco repetições e três frutos por repetição, repetidos em dois anos. Os resultados foram submetidos à análise de variância e regressão ( $p < 0,05$ ) utilizando-se o *software* Sisvar.

#### **4.5 Avaliação da época do ano e efeito dos fungicidas registrados na intensidade da antracnose da banana ‘Prata-Anã’**

O estudo foi realizado durante o período de fevereiro de 2017 a janeiro de 2018. As coletas dos frutos foram realizadas mensalmente em propriedade comercial no município de Nova Porteirinha, Norte de Minas Gerais (15° 49’ 0” S, 43° 16’ 0” W, 540 m de altitude). A classificação do clima da região, segundo

Koppen, é Aw, caracterizado por chuvas concentradas no verão, e seco nos meses do inverno.

Os cachos de banana cultivar Prata-Anã foram colhidos em estágio pré-climatérico ou estágio de maturação 2 (frutos verdes com traços amarelos) de acordo com escala de Von Loesecke (PBMH e PIF, 2006). Em seguida, os cachos foram despencados, e selecionadas as pencas centrais, visando uma maior uniformidade dos frutos durante a maturação em pós-colheita.

As pencas foram acondicionadas em caixas plásticas previamente lavadas e sanitizadas, recobertas com papelão para evitar danos. Em seguida, foram encaminhadas ao Laboratório de Patologia Pós-Colheita da Unimontes, campus de Janaúba. As pencas foram subdivididas em buquês de três frutos, que foram lavados com água e detergente neutro e colocados para secar.

Parte dos frutos foi tratada com fungicidas recomendados para a cultura. Os tratamentos consistiram em frutos tratados por imersão em calda com fungicida imazalil (Magnate®) e tiabendazol (Tecto®), por dois minutos, nas concentrações recomendadas para cada produto de 2 mL.L<sup>-1</sup> e 0,92 mL.L<sup>-1</sup>, respectivamente. Os frutos sem aplicação de fungicida foram utilizados como testemunha. Posteriormente os tratamentos foram colocados em bandejas e armazenados em câmara de refrigeração a 25±1 °C e 80±5 % UR.

A intensidade da doença foi avaliada pela severidade de antracnose nos frutos com auxílio de escala diagramática, durante um período de 12 dias e calculada a área abaixo da curva de progresso da doença nos frutos. Para a variável severidade, foi adotada a escala diagramática desenvolvida por Moraes *et al.* (2008).

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado com três tratamentos, doze períodos de avaliações, cinco repetições e três frutos por repetição. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) utilizando-se o *software* Sisvar.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Caracterização dos isolados de *C. musae* obtidos de bananas ‘Prata-Anã’ do Norte de Minas Gerais

Dentre os isolados estudados, foram observadas diferenças quanto ao crescimento micelial, a esporulação e a agressividade apresentada pelo tamanho da lesão que o isolado promoveu na banana ‘Prata-Anã’ inoculada (Tabela 1).

**TABELA 1.** Desenvolvimento e agressividade dos isolados de *C. musae* coletados em diferentes municípios produtores de banana no norte de Minas Gerais.

Isolados	Crescimento micelial (cm)	Esporulação ( $10^6$ esporos.mL <sup>-1</sup> )	Lesão em banana (cm)
Capitão Enéas A1	8,25 a	1,00 b	2,60 a
Capitão Enéas A2	8,25 a	0,00 a	2,60 a
Capitão Enéas A3	8,75 b	1,00 b	2,60 a
Jaíba A1	9,00 b	0,50 b	4,70 e
Jaíba A2	9,00 b	1,00 b	4,70 e
Jaíba A3	9,00 b	0,00 a	4,67 e
Janaúba A1	8,75 b	1,00 b	3,22 c
Janaúba A2	9,00 b	0,50 b	3,10 c
Janaúba A3	8,00 a	0,00 a	2,93 b
Matias Cardoso A1	9,00 b	2,50 d	4,80 e
Matias Cardoso A2	9,00 b	1,75 c	4,65 e
Matias Cardoso A3	9,00 b	2,00 c	4,72 e
Nova Porteirinha A1	8,25 a	0,00 a	3,10 c
Nova Porteirinha A2	8,50 a	0,00 a	2,95 b
Nova Porteirinha A3	8,50 a	0,00 a	3,18 c
Pirapora A1	9,00 b	7,25 g	3,47 d
Pirapora A2	9,00 b	6,50 f	3,40 d
Pirapora A3	9,00 b	5,25 e	3,32 d
Verdelândia A1	9,00 b	0,50 b	4,67 e
Verdelândia A2	8,50 a	0,75 b	4,70 e
Verdelândia A3	8,50 a	0,75 b	4,67 e
CV (%)	5,54	27,69	3,13



Médias seguidas por mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ).

Em relação ao crescimento micelial, verifica-se que os isolados de todas as áreas provenientes do município de Nova Porteirinha, isolados das áreas 1 e 2 de Capitão Enéas, isolados das áreas 2 e 3 de Verdelândia e o isolado da área 3 de Janaúba apresentaram menores médias de crescimento micelial, entre 8 cm e 8,5 cm. Esses isolados diferiram estatisticamente dos demais, com crescimento micelial de até 11,11% a menos, comparados aos isolados que apresentaram médias entre 8,75 cm e 9 cm, ocupando por completo o diâmetro da placa de Petri avaliada.

Para a variável esporulação, foi observado maior número de conídios.mL<sup>-1</sup> nos isolados pertencentes às áreas 1, 2 e 3 em Pirapora, seguido das áreas 1, 3 e 2 em Matias Cardoso. Os isolados de Nova Porteirinha, área 2 em Capitão Enéas e área 3 em Jaíba não apresentaram esporulação durante a avaliação; no entanto, tiveram a capacidade de causar a doença quando inoculados nos frutos.

Assis *et al.* (2001) trabalharam com *Colletotrichum gloesporioides* e não encontraram relação entre o crescimento micelial e a esporulação dos isolados. Esse fato também foi observado pela avaliação do desenvolvimento dos isolados de *C. musae* neste estudo. Couto e Menezes (2004) verificaram em trabalho com *C. musae*, isolados que apresentaram crescimento micelial e esporulação variável. Nozaki *et al.* (2004) afirmam que nem sempre as condições que favorecem o crescimento são as mesmas para esporulação, alguns meios de cultura favorecem mais a esporulação de fungos que outros, por apresentarem carboidratos complexos que são menos adequados para a produção de hifas vegetativas, porém, mais adequados à produção de esporos.

Os valores obtidos permitem também observar uma diferença em relação à agressividade dos isolados. O tamanho da lesão provocada pelos

isolados das áreas 1, 2 e 3 em Capitão Enéas apresentou a menor média de agressividade, com 2,60 cm, seguido dos isolados de Janaúba, Nova Porteirinha e Pirapora. As maiores lesões foram encontradas nos frutos inoculados com os isolados das áreas de Verdelândia, Jaíba e Matias Cardoso, não diferindo entre si e apresentando lesões de até 4,80 cm, ou seja, 45,83% superiores às ocasionadas pelos isolados de Capitão Enéas, revelando maior agressividade para esses isolados. Essas variações nos níveis de infecção dos isolados demonstram diversidade patogênica dentro da espécie de *C. musae* coletada.

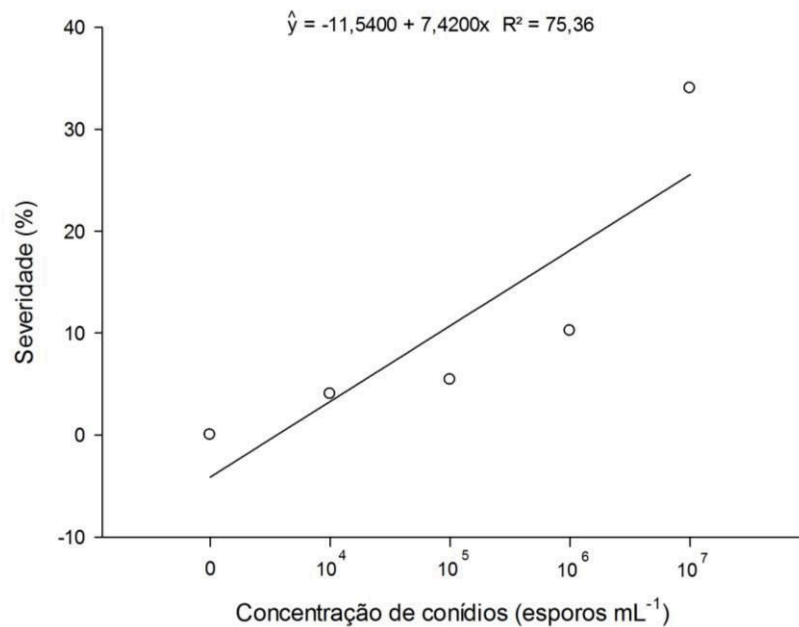
Diferenças na agressividade entre isolados podem ser explicadas por fatores externos, como as diferenças edafoclimáticas das regiões de onde procederam, ou por fatores internos, em que o isolado dentro da mesma espécie difere de outro devido à suas características genéticas (PEREIRA *et al.*, 2006). Fungos do gênero *Colletotrichum* comumente são relatados como tendo ampla variabilidade patogênica (SERRA *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2015)

Almeida e Côelho (2007), trabalhando com isolados de *Colletotrichum* spp. provenientes de três regiões produtoras no estado de Pernambuco, também constataram agressividade variada nos isolados inoculados nos frutos de maracujá, com lesões de diâmetros diferentes, suficientes para separá-los em dois grupos de agressividade: alta e baixa.

Esses estudos de caracterização são fundamentais para que se identifique corretamente e se conheça a amplitude da variabilidade existente entre isolados de um determinado patógeno. Essas informações são essenciais para o desenvolvimento de métodos de controle, seja químico, genético ou cultural, os quais tornam possível o manejo adequado da doença (TOZZE JÚNIOR *et al.*, 2006).

## 5.2 Determinação da concentração de conídios de *C. musae* para o desenvolvimento da antracnose em pós-colheita da banana ‘Prata-Anã’

A severidade da antracnose em função da concentração de conídios apresentou comportamento linear, observando-se aumento da severidade à medida que elevou a concentração do inóculo nos frutos (Figura 1).



**FIGURA 1.** Severidade da antracnose em diferentes concentrações de conídios de *Colletotrichum musae*.

O incremento da severidade observado em banana ‘Prata-Anã’ foi gradativo, porém, os frutos inoculados com a concentração 10<sup>7</sup> esporos mL<sup>-1</sup>, tornaram-se muito suscetíveis à doença, chegando a apresentar 34,13% de área lesionada pela antracnose. Essa concentração testada resultou em aumento de 87,9% da severidade da doença quando comparada aos frutos inoculados com a concentração 10<sup>4</sup> esporos mL<sup>-1</sup>, sugerindo que esse patógeno necessita de uma quantidade maior de propágulos para o progresso rápido da doença. Os frutos

que foram borrifados apenas com água (concentração 0 esporos mL<sup>-1</sup>) não apresentaram sintomas da doença.

De acordo com Berton (2010), o fungo *Colletotrichum* tem capacidade de infectar o tecido sadio por penetração direta; no entanto, deve conter a concentração de inóculo suficiente para que ocorra a infecção. Noe e Starkey (1982) demonstraram que *Colletotrichum* é incapaz de causar penetração direta em concentrações de até 10<sup>3</sup> conídios mL<sup>-1</sup>. Quando há concentração de inóculo suficiente, também é necessário um período de molhamento de 10 ou mais horas sobre os tecidos vegetais. Dessa forma, a junção desses dois fatores aliados à presença de tecido suscetível e temperatura favorável deverá produzir a doença (BERTON, 2010).

### **5.3 Avaliação da sensibilidade de *C. musae* a fungicida recomendado para banana ‘Prata-Anã’**

Os resultados da análise da variância dos dados de crescimento micelial e da esporulação dos isolados de *C. musae* indicam que houve efeito significativo dos fatores: isolados e concentrações do fungicida, assim como interação entre os fatores: isolados x concentrações do fungicida. Os dados foram submetidos a teste de comparação de médias, Scott-Knott a 5% de probabilidade, devido à falta de ajuste aos modelos da análise de regressão.

Pelo teste de médias para o crescimento micelial verificou-se que todos os isolados, independente do município em que foram coletados, cresceram completamente na placa de Petri quando não houve a presença do fungicida imazalil (concentração 0 ppm). Ao utilizar a concentração de 1 ppm do fungicida fundido em meio BDA, observou-se maior inibição do crescimento dos isolados das áreas 1, 3 e 2 provenientes de Janaúba. As maiores médias foram constatadas nos isolados do município de Pirapora, nas áreas 1, 2 e 3, com

crescimento micelial de até 60,34% a mais que os obtidos pelos isolados de Janaúba. A partir da concentração de 5 ppm, o fungicida inibiu o crescimento micelial de todos os isolados de *C. musae*, comprovando seu potencial em maiores concentrações (Tabela 2).

A análise estatística foi realizada com sete concentrações do fungicida (0, 1, 5, 10, 25, 50 e 100 ppm), porém, a partir da concentração de 5 ppm não houve crescimento dos isolados de *C. musae*.

**TABELA 2.** Crescimento Micelial (cm) dos isolados de *C. musae* coletados em diferentes municípios produtores de banana no Norte de Minas Gerais submetidos a diferentes concentrações de fungicida.

Isolados	Concentrações de Imazalil (ppm)	
	0	1
Capitão Enéas A1	9,0 Aa	4,3 Eb
Capitão Enéas A2	9,0 Aa	3,3 Cb
Capitão Enéas A3	9,0 Aa	4,0 Eb
Jaíba A1	9,0 Aa	4,0 Eb
Jaíba A2	9,0 Aa	4,3 Eb
Jaíba A3	9,0 Aa	4,5 Fb
Janaúba A1	9,0 Aa	2,3 Ab
Janaúba A2	9,0 Aa	2,8 Bb
Janaúba A3	9,0 Aa	2,3 Ab
Matias Cardoso A2	9,0 Aa	3,8 Db
Matias Cardoso A1	9,0 Aa	4,3 Eb
Matias Cardoso A3	9,0 Aa	3,5 Db
Nova Porteirinha A1	9,0 Aa	4,7 Fb
Nova Porteirinha A2	9,0 Aa	4,0 Eb
Nova Porteirinha A3	9,0 Aa	3,3 Cb
Pirapora A1	9,0 Aa	5,8 Hb
Pirapora A2	9,0 Aa	5,5 Hb
Pirapora A3	9,0 Aa	5,0 Gb
Verdelândia A1	9,0 Aa	3,3 Cb
Verdelândia A2	9,0 Aa	3,8 Db
Verdelândia A3	9,0 Aa	3,5 Db
CV (%)	13,12	

Médias seguidas por mesma letra minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste F, e maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ).

Quanto à esporulação dos conídios dos isolados de *C. musae* submetidos a concentrações do fungicida recomendado para a banana, pode-se observar que houve diferença estatística entre os isolados coletados e as concentrações testadas (Tabela 3).

**TABELA 3.** Esporulação ( $10^6$  conídios.mL<sup>-1</sup>) dos isolados de *C. musae* coletados em diferentes municípios produtores de banana no Norte de Minas Gerais submetidos a diferentes concentrações de fungicida.

Isolados	Concentrações de Imazalil (ppm)	
	0	1
Capitão Enéas A1	6,2 Ca	4,0 Bb
Capitão Enéas A2	5,5 Ca	3,5 Bb
Capitão Enéas A3	6,0 Ca	4,0 Bb
Jaíba A1	7,0 Da	4,7 Cb
Jaíba A2	7,5 Da	5,0 Cb
Jaíba A3	4,5 Ba	3,2 Bb
Janaúba A1	6,2 Ca	4,5 Cb
Janaúba A2	5,0 Ba	3,5 Bb
Janaúba A3	5,5 Ca	3,5 Bb
Matias Cardoso A1	19,0 Ia	5,7 Db
Matias Cardoso A2	16,0 Ha	5,7 Db
Matias Cardoso A3	14,5 Ga	5,7 Db
Nova Porteirinha A1	4,0 Ba	3,2 Bb
Nova Porteirinha A2	3,2 Aa	2,2 Ab
Nova Porteirinha A3	3,2 Aa	2,5 Ab
Pirapora A1	10,7 Fa	5,2 Db
Pirapora A2	10,5 Fa	5,2 Db
Pirapora A3	9,5 Ea	5,2 Db
Verdelândia A1	5,7 Ca	3,7 Bb
Verdelândia A2	7,2 Da	4,7 Cb
Verdelândia A3	6,7 Da	4,5 Cb
CV (%)	35,51	

Médias seguidas por mesma letra minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste F, e maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ).

Os isolados que apresentaram menor esporulação de conídios na concentração 0 ppm foram os coletados nas áreas 2 e 3 no município de Nova Porteirinha, não diferindo entre si. A maior produção de conídios foi observada no isolado da área 1 em Matias Cardoso, com esporulação de 83,16% superior quando comparada aos isolados de Nova Porteirinha. Ao utilizar a concentração de 1 ppm, verificou-se também as menores esporulações nos isolados coletados nas áreas 2 e 3 no município de Nova Porteirinha e as maiores foram observadas em todas as áreas coletadas em Pirapora e Matias Cardoso, não diferindo entre si com esporulação de até 61,4% a mais que os isolados de das áreas 2 e 3 de Nova Porteirinha.

Couto e Menezes (2004), estudando a morfologia e características culturais de *C. musae* em BDA, constataram que isolados pertencentes à mesma espécie apresentaram entre si grande variabilidade, admitindo tal variabilidade com a presença de raças fisiológicas. Segundo os mesmos autores, se for considerado que uma espécie fúngica é representada por populações de biótipos, e que estes não possuem a mesma constituição genética, de acordo com o ambiente de cultivo da espécie, possivelmente ocorrerá segregação de biótipos de comportamento variável.

Houve um efeito inibitório do imazalil na produção de conídios de *C. musae* quando aplicado nas concentrações acima de 5 ppm em todos os isolados dos municípios coletados.

O fungicida imazalil age de maneira sistêmica, com ação protetora e curativa. É moderadamente solúvel em água, degrada lentamente em solos (sob condição aeróbica), é estável à hidrólise e fotodegrada moderadamente rápido (PPDB, 2018).

Tavares e Souza (2005) avaliaram o efeito de fungicidas no controle *in vitro* de *C. gloeosporioides* e verificaram que dentre os fungicidas inibidores da

síntese de esteróis, o fungo demonstrou alta sensibilidade ao imazalil, com ED50 calculado menor que 1 ppm. Resultados semelhantes foram registrados por Senhor *et al.* (2009) com *Alternaria alternata* em mamão, comprovando a eficiência do fungicida imazalil que, por sua vez, inibiu 100% do crescimento micelial e 100% da esporulação na dosagem comercial.

#### 5.4 Determinação da época de ensacamento da banana ‘Prata-Anã’ para reduzir a infecção por *C. musae*, e análise da conservação pós-colheita dos frutos

O ensacamento da banana ‘Prata-Anã’ no momento da emissão do cacho e aos 30 e 60 dias após a emissão proporcionou menor porcentagem de incidência da antracnose em relação aos cachos ensacados aos 90 e 120 dias após emissão e aos cachos não ensacados (Tabela 4). Como não houve diferença entre os dois anos de avaliação para a incidência de antracnose nos frutos, utilizou-se a média do período avaliado.

**TABELA 4.** Médias de incidência da antracnose em banana ‘Prata-Anã’ submetida ao ensacamento em diferentes épocas.

Época do Ensacamento (Dias Após Ensacamento)	Incidência (%)*
Emissão do cacho	11,00 a
30 DAE	16,50 a
60 DAE	33,25 a
90 DAE	58,25 b
120 DAE	58,33 b
Cacho sem ensacamento	77,75 b
CV (%)	47,67

\*Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).



Apesar da menor incidência nas fases de emissão do cacho e aos 60 dias após emissão, nota-se que a banana é suscetível à infecção por *C. musae* em todos os períodos; todavia, o ensacamento dos frutos reduziu significativamente a ocorrência da antracnose. Pode-se observar que a infecção ocorre durante o florescimento ou durante a diferenciação floral e formação dos cachos a serem emitidos. A diferenciação floral é o ponto que indica o término do período vegetativo e inicia o processo de frutificação, que após cessar a produção de folha se transforma no órgão de frutificação da bananeira, a inflorescência (GUERRA, 2014).

Houve maior incidência da antracnose nos frutos submetidos ao ensacamento a partir dos 90 dias após emissão do cacho, os quais também não diferiram dos frutos que não foram ensacados. Observou-se uma redução de 47,33% de incidência da doença nos cachos ensacados no dia da emissão, comparada aos cachos ensacados aos 120 dias após a emissão e uma redução de 67% de incidência quando comparada aos cachos sem a proteção do ensacamento no campo (Tabela 4). As técnicas de controle físico como o ensacamento dos cachos da bananeira que visam à manipulação das condições para estender o período livre de doenças são benéficas, mas não suficientes para sua completa proteção contra infecções pós-colheita (EL GHAOUTH *et al.*, 2004).

A época de ensacamento dos cachos influenciou diretamente a incidência de antracnose na pós-colheita da banana 'Prata-Anã', indicando o aumento da porcentagem de frutos doentes à medida que o ensacamento foi retardado. O ensacamento inicial dos cachos facilita a execução no campo e reduz a ocorrência da doença (LICHTEMBERG e LICHTEMBERG, 2011).

Na avaliação da severidade da doença foram observados resultados semelhantes aos obtidos na avaliação da incidência (Tabela 5).

**TABELA 5.** Médias de severidade da antracnose em banana ‘Prata-Anã’ submetida ao ensacamento em diferentes épocas.

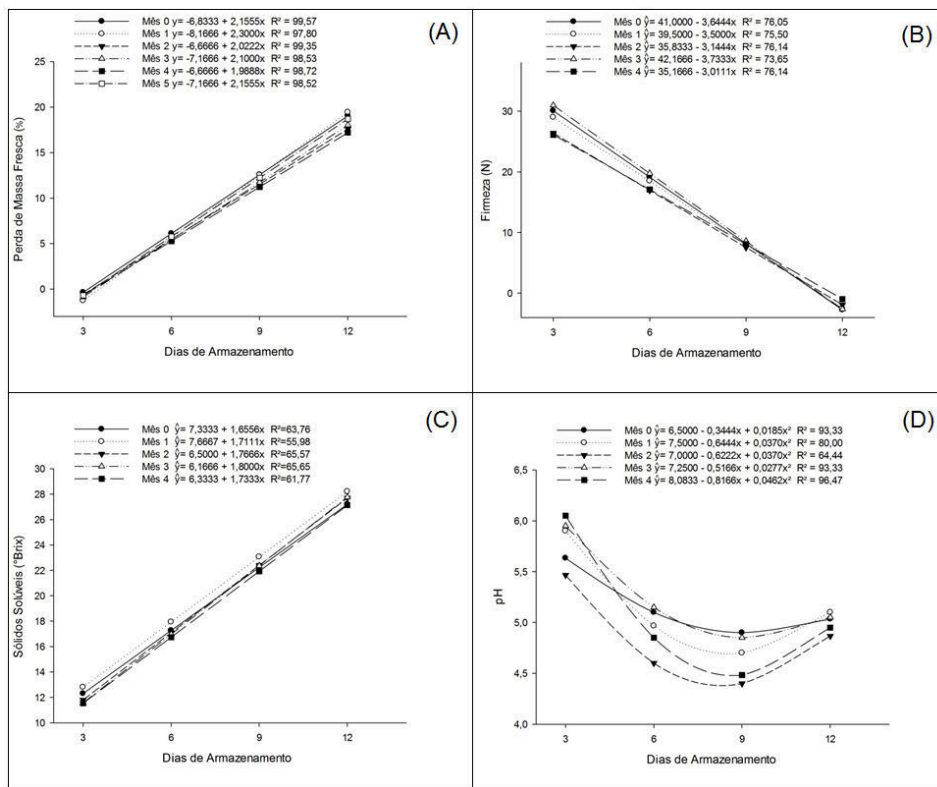
Época do Ensacamento (Dias Após Ensacamento)	Severidade (%)*
Emissão do cacho	0,00 a
30 DAE	0,00 a
60 DAE	0,08 a
90 DAE	0,50 b
120 DAE	0,42 b
Cacho sem ensacamento	0,58 b
CV (%)	27,67

\*Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Os cachos ensacados em até 60 dias após a emissão apresentaram a menor severidade de antracnose, comparados aos cachos ensacados após esse período, embora a maior porcentagem de doença tenha atingido 0,58% nos frutos não ensacados. A baixa porcentagem de severidade da doença pode ser explicada pelo fato de os frutos serem produzidos na época do inverno, ocasião menos propícia para o desenvolvimento da doença. Valores elevados de severidade de antracnose em frutos podem ocorrer em condições meteorológicas favoráveis com chuvas frequentes, temperatura e umidade relativa do ar elevada (CACCIOLA *et al.*, 2012). A proteção dos cachos com a embalagem plástica cria um microclima favorável à doença. Entretanto, a utilização do TNT reduz as condições ideais de umidade dentro da embalagem, desfavorecendo a germinação dos conídios. Valores crescentes do aumento da severidade de antracnose são observados em função do período de ensacamento dos cachos. Esse fato confirma o efeito da barreira física na redução da severidade da doença, uma vez que os cachos nos primeiros meses de desenvolvimento possuem baixa severidade de antracnose. O ensacamento dos cachos reduz os danos causados por doenças, além de propiciar frutos com melhores atributos físicos (LICHTEMBERG E LICHTEMBERG, 2011).

Não houve diferença entre os dois anos de avaliação para as características físicas e químicas dos frutos ensacados, desse modo utilizou-se a média do período avaliado. Os valores médios referentes ao comprimento e diâmetro do fruto foram 167,35 mm e 40,16 mm, respectivamente. Estas variáveis não apresentaram diferenças significativas em relação ao ensacamento e aos períodos de armazenamento. Com relação ao diâmetro, baseado na classificação para bananas tipo 'Prata' (PBMH e PIF, 2006), os frutos avaliados enquadram-se na categoria extra ou de melhor qualidade. Rodrigues *et al.* (2001), ao estudar a influência do ensacamento do cacho de banana 'Prata-Anã' em três ciclos de produção, também não observaram efeito significativo dos tratamentos sobre o comprimento e diâmetro dos frutos. Segundo Donato *et al.* (2009), essas variáveis são características importantes para classificação comercial da banana. De acordo com Soto Ballester (2008), os frutos que não atingem o comprimento e o diâmetro adequado são descartados.

Para a variável perda de massa fresca, pela análise de variância, houve interação entre os tratamentos e os dias de armazenamento ( $p < 0,05$ ). Inicialmente, no primeiro dia de avaliação, as bananas apresentavam o peso médio de 345,72 g. Após os 12 dias de armazenamento, o peso médio reduziu para 282,14 g, uma perda média de 18,39% do peso (Figura 2-A). Esses resultados corroboram os encontrados por Damatto Júnior *et al.* (2005). Estes autores avaliaram bananas 'Prata-Anã' após 12 dias de armazenamento e observaram um aumento da perda de massa de 20,4%. O processo de transpiração durante o armazenamento dos frutos é a causa principal da perda de massa fresca. A perda de massa por transpiração não implica somente na perda de massa comercializável, mas também a perda de qualidade do produto (BRACKMANN *et al.*, 2007). A banana apresenta picos de produção de etileno e de CO<sub>2</sub> durante o processo de amadurecimento, o que a torna muito susceptível a perdas pós-colheita (SINGH *et al.*, 2016; AHMED e PALTA, 2016).



**FIGURA 2.** Valores de perda de massa fresca (A), firmeza (B), sólidos solúveis (C) e pH (D) em função dos dias de armazenamento e ensacamento dos cachos de banana ‘Prata-Anã’ em diferentes épocas.

Em relação à firmeza dos frutos em função dos dias de armazenamento e ensacamento dos cachos de banana, observa-se que os valores decresceram linearmente ao longo do período de armazenamento, com comportamento semelhante em todas as épocas de ensacamento, não havendo, portanto, influência do tratamento para essa variável (Figura 2-B). No início, foram obtidos valores médios de firmeza de 30 N atingindo valores próximos a zero no fim do período de armazenamento. Santos *et al.* (2017), avaliando a conservação de banana ‘Prata-Anã’ a 12 °C e 14 °C, encontraram valores de firmeza

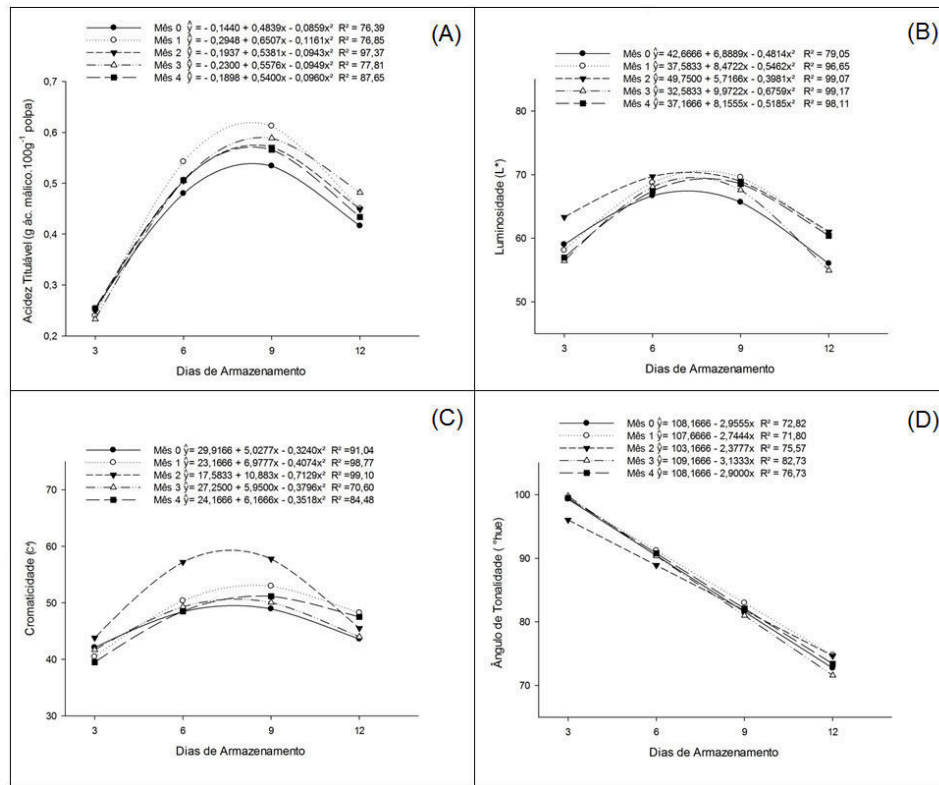
semelhantes aos obtidos neste trabalho, entre 49,43 N e 43,67 N no primeiro dia de avaliação para 8,35 N e 6,70 N ao final do período avaliado, respectivamente. O processo de amadurecimento da banana gera uma série de alterações fisiológicas e bioquímicas no fruto, que incluem a perda da firmeza da polpa, a diminuição do teor de amido, gerando um aumento no teor de açúcares bem como alterações na cor e aroma dos frutos, tornando-os muito perecíveis (NASCIMENTO JÚNIOR *et al.*, 2008).

O teor de sólidos solúveis também apresentou comportamento semelhante em todos os tratamentos, com incremento dos valores em função dos dias de armazenamento, independente da época em que os cachos foram ensacados (Figura 2-C). Nos frutos maduros, teor de sólidos solúveis chegou ao final do período de armazenamento em média de 27 °Brix. Em trabalho com proteção do cacho em banana 'Prata', Euleuterio *et al.* (2010) constataram, em frutos protegidos com saco plástico verde, TNT e saco plástico + TNT, valores próximos ao encontrados neste trabalho com 20,8; 30 e 22,6 °Brix, respectivamente. As bananas sofrem modificações consideráveis nos teores de açúcares após a colheita em razão de serem frutas climatéricas, sendo colhidas do início do amadurecimento, com baixos teores de açúcar. Após a colheita, os frutos são climatizados e atingem o pico respiratório climatérico, aumentando o teor de açúcar conforme o amadurecimento (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Para o pH foi observada uma redução ao longo do armazenamento, de 5,5 a 6,1 no terceiro dia de armazenamento para 4,3 a 4,9 no nono dia, seguido de um aumento no 12º dia de armazenamento de 4,8 a 5,1 (Figura 2-D). Botrel *et al.* (2002) relataram para a cultivar Prata-Anã valores semelhantes de pH, de 5,0 a 5,6, em frutos verdes, e de 4,2 a 4,7, em frutos maduros. Na cultivar Prata, Euleuterio *et al.* (2010) observaram o decréscimo do pH conforme o amadurecimento de 5,79 a 4,54, em cachos protegidos com sacos de TNT. Consoante Silva *et al.* (2006) e Nascimento Júnior *et al.* (2008), os valores de

pH diminuíram após a colheita dos frutos e aumentam no final do amadurecimento ou início de senescência.

Em relação à acidez titulável nos frutos ensacados, foi observado o aumento da acidez em todos os tratamentos conforme o amadurecimento da banana; sendo de 0,25 g ác.málico 100 g de polpa<sup>-1</sup> no terceiro dia de armazenamento para 0,56 g ác.málico 100 g de polpa<sup>-1</sup> no nono dia de armazenamento, seguido de decréscimo no 12º dia de armazenamento para 0,45 g ác.málico 100 g de polpa<sup>-1</sup> (Figura 3-A).



**FIGURA 3.** Valores de Acidez Titulável (A), luminosidade (B), cromaticidade (C) e ângulo de tonalidade (D) em função dos dias de armazenamento e ensacamento dos cachos de banana ‘Prata-Anã’ em diferentes épocas.

Euleuterio *et al.* (2010) também não verificaram interferência na acidez em relação ao uso ou não da proteção física do cacho. O principal ácido orgânico encontrado na banana é o málico. O fruto possui como característica baixa acidez no início do amadurecimento, e à medida que vai amadurecendo aumenta lentamente a acidez, para depois, na fase madura, decrescer (DURIGAN e RUGGIERO, 1995).

Para a variável coloração dos frutos, observa-se que o valor da luminosidade ( $L^*$ ) da casca da banana oscilou em torno de 57 a 63 para 55 a 61 nos frutos ao terceiro dia de armazenamento e aos 12 dias, respectivamente. Esses valores foram crescentes até o sétimo dia de armazenamento, cujo valor de  $L^*$  variou de 65 a 69 com diminuição da luminosidade ao final do armazenamento, para todos os tratamentos (Figura 3-B). O índice de luminosidade ( $L^*$ ) representa o brilho do fruto, a escala de avaliação vai de 0 (fruto opaco ou sem brilho) a 100 (fruto brilhante). Segundo Silva *et al* (2007), bananas ‘Nanica’ armazenadas por zero, 14 e 32 dias apresentaram valores médios de  $L^*$  de 53,86; 53,97 e 43,47, respectivamente, sendo esses valores menores que os apresentados neste trabalho. O ensacamento do cacho propicia frutos com melhor coloração e maior brilho e suavidade da casca (LICHTEMBERG e LICHTEMBERG, 2011).

Na figura 3-C, são apresentados os valores de cromaticidade, que expressa a intensidade da cor. Durante o armazenamento, observou-se que houve um aumento nos valores de cromaticidade dos frutos, seguido de redução no último dia de armazenamento, indicando o amadurecimento e início de senescência. Nota-se que, para todos os tratamentos, a intensidade de cor aumentou do terceiro dia de 39 a 44 para 45 a 49, ao décimo segundo dia de armazenamento. Castricini *et al.* (2015) analisaram a cromaticidade na casca de

bananas 'Prata-Anã' maduras e encontraram valores médios estimados de 53,32, quando armazenadas a 25°C.

Observou-se na figura 3-D que os valores de ângulo hue da casca decresceram durante o armazenamento, de 97° a 100° para 72° a 75°. Esses resultados mostram a evolução da tonalidade da cor da casca da banana de verde para amarelo. Segundo Braz *et al.* (2007), valores de ângulo hue próximos a 90° representam cor mais amarelada, à medida que os valores se distanciam e se aproximam de 0°, a cor torna-se mais alaranjada indicando que ocorreu o amadurecimento. A coloração é o atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor, em razão de ser um dos principais critérios de julgamento para identificação do amadurecimento dos frutos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os métodos alternativos como o uso de barreiras físicas têm sido utilizados por vários produtores para evitar danos por pragas na cultura da bananeira. Neste experimento foi observado influência direta sobre a antracnose causada por *C. musae* em banana 'Prata-Anã', controlando a doença na pós-colheita e mantendo as características físicas e químicas, assegurando a qualidade dos frutos ensacados.

### **5.5 Avaliação da época do ano e efeito dos fungicidas registrados na intensidade da antracnose da banana 'Prata-Anã'**

No mês de fevereiro de 2017 e janeiro de 2018, o fungicida imazalil reduziu a Área Abaixo da Curva de Progresso da Severidade da antracnose (AACPS) em relação ao tratamento com o tiabendazol e ao controle (Tabela 6). Em março de 2017, o imazalil e o tiabendazol reduziram a AACPS da antracnose em relação ao controle. Nos demais meses não houve diferença significativa entre os fungicidas e o tratamento-controle. Os frutos tratados com o imazalil apresentaram os menores valores de AACPS quando comparados aos



demais tratamentos em todo o período de avaliação, mesmo não controlando totalmente a doença nos meses de fevereiro e março de 2017 e janeiro de 2018. Contudo, durante os meses avaliados não houve diferença significativa na AACPS nos frutos desse tratamento.

**TABELA 6.** Médias da Área Abaixo da Curva de Progresso da Severidade da antracnose (AACPS) da banana ‘Prata-Anã’ produzida em fevereiro de 2017 a janeiro de 2018, submetida ao controle químico.

Mês	AACPS (*)		
	Imazalil	Tiabendazol	Controle
Fevereiro	3,50 Aa	68,50 Ab	71,25 Ab
Março	1,00 Aa	11,50 Ba	44,50 Bb
Abril	0,00 Aa	0,25 Ca	0,75 Ca
Maio	0,00 Aa	0,00 Ca	0,00 Ca
Junho	0,00 Aa	0,00 Ca	0,00 Ca
Julho	0,00 Aa	0,00 Ca	0,00 Ca
Agosto	0,00 Aa	0,00 Ca	1,00 Ca
Setembro	0,00 Aa	0,00 Ca	1,25 Ca
Outubro	0,00 Aa	1,25 Ca	4,50 Ca
Novembro	0,00 Aa	3,25 Ca	6,50 Ca
Dezembro	0,00 Aa	3,00 Ca	9,25 Ca
Janeiro	1,00 Aa	22,25 Bb	20,25 Cb
CV (%)	35,23		

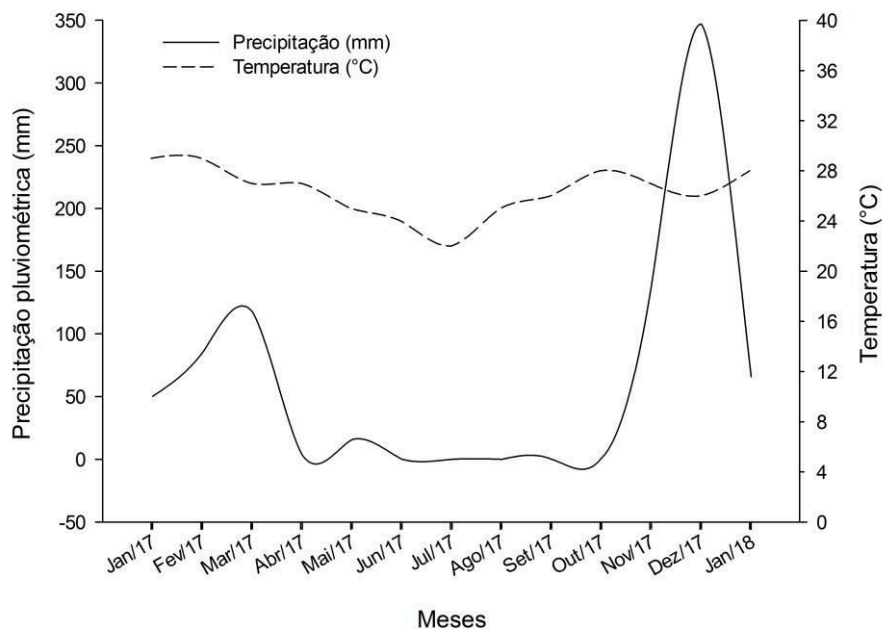
Médias seguidas por mesma letra minúscula, na linha, e maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ).

Estes resultados corroboram os reportados por Silva *et al.* (2016) relatando que a aplicação do fungicida imazalil em banana ‘Prata-Anã’ proporcionou a redução da intensidade da doença em todos os meses de avaliação. Segundo os autores, a redução ocasionada por esse tratamento está relacionada à ação direta sobre o patógeno. Coelho *et al.* (2010), estudando a antracnose da banana ‘Prata-Anã’ tratada com o fungicida imazalil, também não verificaram controle total da doença.

O tiabendazol na dose recomendada para a banana teve pouco efeito no controle da doença nos frutos colhidos nos meses de fevereiro de 2017 e janeiro de 2018, apresentando as maiores médias de AACPS durante todo o período avaliado, com aumento de até 68,5% da intensidade da doença nos meses de maior severidade. Não houve diferença na intensidade da doença entre os meses de abril e dezembro de 2017, com médias de AACPS próximas a zero.

O tratamento-controle comportou-se de maneira semelhante aos frutos tratados com o fungicida tiabendazol, apresentando as maiores médias de AACPS nos meses de fevereiro e março de 2017. Nos demais meses não houve diferença significativa na AACPS da antracnose nos frutos sem uso de fungicida. Verificou-se um aumento de 95,09% e 97,75% da AACPS nos meses de fevereiro e março de 2017, respectivamente, quando comparado aos frutos tratados com o fungicida imazalil no mesmo período.

A distribuição de chuvas na região produtora nos meses de janeiro, fevereiro, março, novembro e dezembro de 2017 está dentre as condições climáticas que mais interferiram no surgimento da antracnose, relacionada com a disponibilidade de água livre para o desenvolvimento da doença. Em contrapartida, os meses com ausência do período de molhamento e temperaturas mais amenas (maio, junho e julho) proporcionaram o melhor controle no desenvolvimento da antracnose, o que foi observado nos frutos sem tratamento (controle) e frutos tratados com tiabendazol (Figura 4).



**FIGURA 4.** Dados de precipitação pluviométrica e temperatura média observados no Posto Meteorológico da EPAMIG Nova Porteirinha, nos meses de janeiro de 2017 a janeiro de 2018.

Para o desenvolvimento do fungo *C. musae*, a água se torna um elemento essencial, uma vez que os conídios são liberados e distribuídos apenas quando os acérvulos estão molhados e germinam somente na presença de água livre ou quando a umidade relativa do ar é bastante elevada. Geralmente, são disseminados por ventos, respingos e chuvas fortes (MENEZES, 2002; AGRIOS, 2005).

Em trabalho realizado por Pessoa *et al.* (2007), utilizando diferentes temperaturas e período de molhamento de bananas inoculadas com *C. musae*, observaram que temperaturas baixas, em torno de 15°C, e a ausência do período de molhamento também proporcionaram o melhor controle no desenvolvimento da antracnose. As altas temperaturas também proporcionam o maior

desenvolvimento da antracnose. Chillet *et al.* (2006), avaliando a influência de oscilações de condições climáticas no desenvolvimento de *C. musae*, concluíram que a temperatura é um fator importante para esse patossistema, pois influencia o aumento da infecção, acelerando o estágio de maturação do fruto, e as perdas provocadas pelo patógeno.

O tratamento com o fungicida imazalil apresentou poucas variações da AACPS nos meses de avaliação dos frutos coletados, com valores próximos a zero durante todo o período de estudo. Os frutos pertencentes ao tratamento com o fungicida tiabendazol e tratamento-controle apresentaram a AACPS decrescendo de fevereiro até o mês de agosto de 2017 com ascensão em setembro de 2017 a janeiro de 2018. Contudo, o tratamento com o tiabendazol resultou em uma AACPS um pouco menor quando comparado ao tratamento-controle (Figura4).

Os resultados encontrados neste trabalho apontam o fungicida tiabendazol, que é registrado para o controle da antracnose em pós-colheita da banana, sendo pouco eficiente para esse fim.

Negreiros *et al.* (2013), utilizando o fungicida tiabendazol no controle da antracnose em pós-colheita de banana 'Prata', constataram eficiência na redução da severidade, porém não houve redução da incidência da doença.

Os fungicidas recomendados para a pós-colheita da banana podem sofrer mudanças na resposta ao tratamento em frutos produzidos em condições favoráveis ao patógeno.

A antracnose pode atingir rápido progresso e é facilmente introduzida e disseminada. Sob condições ambientais favoráveis à doença, o uso de fungicidas torna-se a única alternativa viável. Entretanto, a pressão de seleção promovida pelas moléculas de fungicidas frequentes na lavoura geram grandes problemas como a sensibilidade ao fungicida (GHINI e KIMATI, 2000). Diferença na sensibilidade a defensivos pode ser decorrente do seu uso intensivo nos pomares,

resultando em pressão de seleção sobre a população dos patógenos (FICHER *et al.*, 2017). O fenômeno da resistência teve início com o surgimento dos fungicidas sistêmicos, agindo apenas em determinadas rotas metabólicas dos fungos (RODRIGUES *et al.*, 2007).

## 6 CONCLUSÕES

- Houve variabilidade dos isolados de *C. musae* em relação ao crescimento micelial e à esporulação. Há diferença em relação à agressividade dos isolados dos principais municípios produtores de banana ‘Prata-Anã’ no Norte de Minas Gerais;
- A concentração de conídios de  $10^7$  esporos  $\text{mL}^{-1}$  de *C. musae* inoculados em banana ‘Prata-Anã’ resulta em maior severidade de antracnose, porém a concentração  $10^4$  é suficiente para causar doença.
- Na Avaliação da sensibilidade ao fungicida, a partir da concentração de 5 ppm, há inibição do crescimento micelial e produção de conídios em todos os isolados de *C. musae*;
- O ensacamento até 60 dias após a emissão dos cachos é eficiente na redução da antracnose da bananeira. O período de ensacamento de cacho não interfere na conservação pós-colheita da banana ‘Prata-Anã’;
- O período chuvoso interfere de maneira significativa no desenvolvimento da antracnose da banana ‘Prata-Anã’ no Norte de Minas Gerais. Frutos tratados com fungicida imazalil resultam em menor AACPS ao longo do ano.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABD-ELSALAM, K. A. *et al.* First morphogenetic identification of the fungal pathogen *Colletotrichum musae* (Phyllachoraceae) from imported bananas in Saudi Arabia. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 9, n. 4, p. 2335-2342, 2010.

ADASKAVEG, J. E. *et al.* Principles of postharvest pathology and management of decays of edible horticultural crops. In: KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 3. ed. Davis: UC Regents, 2002. p. 163-195.

AGAR, T. *et al.* Effect of high CO<sub>2</sub> and low O<sub>2</sub> concentrations on the growth of *Botrytis cinerea* at different temperatures. **Gartenbauwissenschaft**, Stuttgart, v. 55, p. 219-222, 1990.

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5<sup>th</sup> ed. Amsterdam: Elsevier, 2005. 922 p.

AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Coordenação Geral de Agrotóxicos e Afins/DFIA/SDA. Disponível em:  
<[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 20 fev. 2018.

AHMED, Z. F. R.; PALTA, J. P. Postharvest dip treatment with a natural lysophospholipid plus soy lecithin extended the shelf life of banana fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v.113, p. 56-65, 2016.

ALMEIDA, L. C. C. de; COÊLHO, R. S. B. Caracterização da agressividade de isolados de *Colletotrichum* de maracujá amarelo com marcadores bioquímico, fisiológico e molecular. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 4, p. 318-328. 2007.

ARMSTRONG, J. W. Development of a hot water immersion quarantine treatment for Hawaiian grown 'Brazilian' bananas. **Journal of Economic Entomology**, v.75, p.787-791, 1982.

ASSIS, T. C. de. *et al.* Estudo comparativo de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* quanto ao efeito da nutrição de carboidratos no crescimento, esporulação e patogenicidade em frutos de três variedades de mangaueira. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 208-212, 2001.

BASTOS, C. N.; ALBUQUERQUE, P. S. B. Efeito do óleo de *Piper aduncum* no controle em pós-colheita de *Colletotricum musae* em banana. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 5, p. 555-557, 2004.

BERTON, O. Incidência de podridão amarga em macieira e sua relação com danos de mosca-das-frutas. **Revista Captar**, Aveiro, v.2, n.3, p.1-5, 2010.

BOTREL, N. *et al.* Inibição do amadurecimento da banana 'Prata-Anã' com a aplicação do 1- metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n.1, p.53- 56, abr. 2002.

BRACKMANN, A. *et al.* Indução da perda de massa fresca e a ocorrência de distúrbios fisiológicos em maçãs 'Royal Gala' durante o armazenamento em atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.32, n.2, p.87-92, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadeia produtiva de frutas**. Brasília: IICA. 2007. (Série agronegócios, 7). Disponível em: <[http://www.ibraf.org.br/x\\_files/Documentos/Cadeia\\_Produtiva\\_de\\_Frutas\\_S%C3%A9rie\\_Agroneg%C3%B3cios\\_MAPA.pdf](http://www.ibraf.org.br/x_files/Documentos/Cadeia_Produtiva_de_Frutas_S%C3%A9rie_Agroneg%C3%B3cios_MAPA.pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2018.

BRAZ, V. B. *et al.* Efeito da época de colheita e do tempo de armazenamento na qualidade pós-colheita de mangas cv. Palmer. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 29, n. 2, p. 263-268, 2007.



BUENO, C. R. N. C. **Identificação e caracterização das espécies de Colletotrichum causadoras de antracnose em hortaliças solanáceas.** 2005. 61 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitopatologia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

BURGESS, T. *et al.* Variation in *Pisolithus* and basidiospore morphology, culture characteristics and analysis of polypeptides using 1D SDS-PAGE. **Mycological Research**, Cambridge, v. 99, n. 1, p. 1-13, 1995.

CAI, L. *et al.* A polyphasic approach for studying *Colletotrichum*. **Fungal Diversity**, Kunming, v. 39, n. 1, p. 183-204, 2009.

CASTRICINI, A. *et al.* Caracterização pós-colheita e sensorial de genótipos de bananeiras tipo Prata. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n.1, p. 20-31, 2015.

CASTRICINI, A. *et al.* Quality of organic banana produced in the semiarid region of Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 39, n. 2, e-813, 2017.

CHILLET, M. *et al.* Effects of the physiological age of bananas on their susceptibility to wound anthracnose due to *Colletotrichum musae*. **Plant Disease**, St. Paul, v. 90, p. 1181-1185, 2006.

CHILLET, M. *et al.* Evidence for the variation in susceptibility of bananas to wound anthracnose due to *Colletotrichum musae* and the influence of edaphic conditions. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.86, p.33-47, 2000.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio.** 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

CIA, P. *et al.* Indução de resistência no manejo pós-colheita. In: RODRIGUES, F. A.; ROMEIRO, R. (Eds.) **Indução de resistência de plantas a patógenos.** Viçosa: Suprema, 2007. p. 245-280.

COELHO, A. F. S. *et al.* . Controle pós-colheita da antracnose da banana 'Prata-Anã' tratada com fungicidas e mantida sob refrigeração. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras , v. 34, n. 4, 2010 .

CORDEIRO, Z. J. M. *et al.* Doenças e métodos de controle. In: **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa, Mandioca e Fruticultura, 2004. p. 146-182.

CORDEIRO, Z. L. M. *et al.* Doenças da bananeira. In: KIMATI, H. *et al.* **Manual de fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2, p.99-117.

COUTO, E. F.; MENEZES, M. Caracterização fisiomorfológica de isolados de *Colletotrichm musae*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, n.4, p. 406-412, 2004.

DAMATTO JUNIOR, E. R. *et al.* Produção e caracterização de frutos de bananeira 'Prata-Anã' e 'Prata-Zulu'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, dez. 2005.

DANTAS, G. P. M. **Biologia Reprodutiva, Estrutura Populacional e Variabilidade Genética de *Larus dominicanus***. Tese (Doutorado) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. 120 p.

DONATO, S. L. R. *et al.* Comportamento fitotécnico da bananeira 'Prata-Anã' e de seus híbridos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 12, p.1608-1615, 2009.

DURIGAN, J. F.; RUGGIERO, C. **Bananas de qualidades**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 37 p.

EULEUTERIO, M. D. *et al.* Avaliação das características físico-químicas de bananas ‘Prata’ (Musa AAB subgrupo Prata) ensacadas em diferentes tipos de materiais. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v.2, n.1, p.49-56, 2010.

EL GHAOUTH, A. *et al.* Biologically based alternatives to synthetic fungicides for the postharvest diseases of fruit and vegetables. In: Naqvi, S.A.M.H. (Ed.), **Diseases of Fruit and Vegetables**, v. 2, p. 511–535, 2004.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT. Summary of food and agriculture statistics**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>.. Acesso em: 19 jan. 2018.

FICHER, I. H. *et al.* Ocorrência de antracnose em abacate, agressividade e sensibilidade de *Colletotrichum gloeosporioides* a fungicidas. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 13, n. 2, p. 130-137, 2017.

FREEMAN, S. *et al.* Genetic diversity within *Colletotrichum acutatum* sensu Simmonds. **Phytopathology**, St. Paul, v. 91, n. 6, p. 586-592, 2001.

FREEMAN, S. *et al.* Molecular analyses of *Colletotrichum* species from almond and other fruits. **Phytopathology**, St. Paul, v. 90, n. 6, p. 608-614, 2000.

GHINI, R; KIMATI, H. **Resistência de fungos a fungicidas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 78 p.

GOUVEIA, M. M. C. *et al.* Genetic diversity in *Hemileia vastatrix* based on RAPD markers. **Mycologia**, New York, v.97, n.2, p.396- 404, 2005.

GUERRA, A. G. **Agronegócio da banana**. Natal: EMPARN, 2014. 181p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br> >. Acesso em: 10 jan. 2018.

JEGER, M. J. *et al.* Banana disease. In: GOWEN, S. (Ed.) **Bananas and plantains**. London: Chapman e Hall, 1995. p. 317-381.

JONES, D. R.; SLAUBAUGH, W. R. Banana disease caused by fungi: antracnose and fungal scald. In: Ploetz, C., Zentmyer, W.T., Nishigima, K.G. & Rohrbach, H.D. (Eds.). **Compendium of tropical fruit diseases**. St. Paul MN. APS Press. 1994. p.4-5.

LABAVITCH, J. M. Fruit ripening and defense against pathogens-loss of resistance or gain of susceptibility. In: JOHNSON, G.; HIGHLEY, E.; JOYCE, D. C. (Eds.). **Disease resistance in fruit**. v. 80 Australia: ACIAR, 1998. p. 53-59.

LAPEYRE DE BELLAIRE, L. *et al.* Elaboration of an early quantification method of quiescent infections of *Colletotrichum musae* on bananas. **Plant Disease**, v. 84, p.128-133, 2000.

LICHTEMBERG, L. A.; LICHTEMBERG, P. dos S. F. Avanços na bananicultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. spe1, p. 29-36, 2011.

LOPEZ, A. M. Q. Taxonomia, patogênese e controle de espécies do gênero *Colletotrichum*. **Revisão Anual de Patologia de Planta**, Passo Fundo, v. 9, p. 291-337, 2001.

LOWE, A. *et al.* Ecological Genetics: Design, Analysis and Application. **Blackwell Publishing**, Malden. 2004. 326 pp.

MATTHIESEN, M. L.; BOTEON, M. **Análise dos principais pólos produtores de banana no Brasil**., Piracicaba-SP: CEPEA/USP/ESALQ, 2003. 18 p. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/pdf/banana.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2018.

MAQBOOL, M. *et al.* Effect of cinnamon oil on incidence of anthracnose disease and postharvest quality of bananas during storage. **International Journal of Agriculture & Biology**, Pakistan, v. 12, n. 4, p. 516-520, 2010.

MAYMON, M. *et al.* Identification and characterization of benomyl-resistant and –sensitive populations of *Colletotrichum gloeosporioides* from statice (*Limonium* spp.). **Phytopathology**, Saint Paul, v. 96, p. 542-548, 2006.

MC PHERSON, M. J.; MOLLER, S.G. **PCR**. Oxford: BIOS. 2000. 276 p.

MEDINA, M. M.; PEREIRA, M. E. C. Pós-Colheita. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. p. 209-231.

MENEZES, M. Aspectos biológicos e taxonômicos de espécies do gênero *Colletotrichum*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, p. S23-S24, 2002.

MORAES, W. S. *et al.* Quimioterapia de banana ‘Prata-Anã’ no controle de podridões pós-colheita. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 75, n. 1, p. 79-84, 2008.

NASCIMENTO JUNIOR, B. B. *et al.* Diferenças entre bananas de cultivares Prata e Nanicão ao longo do amadurecimento: características físico-químicas e compostos voláteis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 3, 2008.

NEGREIROS, R. J. Z. de *et al.* Controle da antracnose na pós-colheita de bananas ‘Prata’ com produtos alternativos aos agrotóxicos convencionais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.35, n.1, p.51-58, 2013.

NOE, J. P., STARKEY, T.E. Relationship of apple fruit maturity and inoculum concentration to infection by *Glomerella cingulata*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 65, n.5, p. 379-381, 1982.

NOZAKI, M. D. H. *et al.* Caracterização de *Diaporthe citri* em diferentes meios de culturas, condições de temperatura e luminosidade. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 429-432, 2004.

OLIVEIRA, S. M. A. *et al.* (Eds.) **Patologia pós- colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais**. Brasília: Embrapa SPI, 2006. 855 p.

PBMH e PIF. Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura & Produção Integrada de Frutas. **Normas de classificação de banana**. São Paulo: CEAGESP, 2006. Documentos, 29.

PEREIRA, A. L. *et al.* Caracterização fisiológica, cultural e patogênica de diferentes isolados de *Lasiodiplodia theobromae*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.31, n. 6, p. 572-578, 2006.

PERES, N. A. R. *et al.* Identification and characterization of *Colletotrichum* spp. affecting fruit after harvest in Brazil. **Journal of Phytopathology**, v. 150, n. 3, p. 128-134, 2002.

PESSOA, W. R. L. S. *et al.* 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.

PESSOA, W. R. L. S.; OLIVEIRA, S. M. A. Doenças da Banana. In: OLIVEIRA, M. A. *et al.*, **Patologia pós-colheita: Frutas, olerícolas e ornamentais tropicais**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. p. 540-553.

PPDB. Pesticide Properties Data Base. **Imazalil**. University of Hertfordshire. Disponível em: <<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/536.htm#none>>. Acesso em: 13 01 jan. 2018.

PRUSKY, D. Pathogen quiescence in postharvest diseases. **Annual Review of Phytopathology**, v. 34, p. 413-434, 1996.

RODRIGUES, M. B. C. *et al.* Resistência a benzimidazóis por *Guignardia citricarpa*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 3, p. 323-327, 2007.

RODRIGUES, M.G.V. *et al.* Influência do ensacamento do cacho na produção de frutos da bananeira 'Prata-Anã' irrigada, na região Norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p.559-562, 2001.

SANTOS, L. O. *et al.* 'Prata-Anã' banana conservation at 12 °C and 14 °C under controlled atmosphere. **Científica**, Jaboticabal, v.45, n.1, p.57-63, 2017.

SANTOS, P. C. M. das. *et al.* diversidade genotípica e patogênica de *Colletotrichum musae* no estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 2, p. 355-366, 2015.

SENHOR, R. F. *et al.* Eficiência de diferentes fungicidas no controle de *Alternaria alternata*, agente causal da podridão pós-colheita em frutos de meloeiro. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 14-19, 2009.

SERRA, I. M. R. S. *et al.* Diversidade fenotípica e patogênica de *Colletotrichum*, agente causal da antracnose em mangueira, e identificação de espécie. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 37, n. 1, p. 42-51, 2011.

SERRAT, B. M. *et al.* Nutrição Mineral de Fruteiras de Carço. **Fruteiras de carço: Uma visão ecológica**. Curitiba: UFPR, 2004. p. 71-96.

SILVA, C. S. *et al.* Amadurecimento da banana ‘Prata’ climatizada em diferentes dias após a colheita. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 103-111, 2006.

SILVA, L. M. e. *et al.* . Progresso temporal e controle da antracnose em banana no semiárido norte mineiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 38, n. 1, p. 81-91, 2016.

SILVA, M. B. *et al.* Tratamento térmico e prochloraz no controle da antracnose em pós-colheita de frutos de banana ‘Prata-Anã’. **Summa Phytopathologica**, v. 34, n. 4, p. 364-365, 2008.

SILVA, S. F. *et al.* Efeitos da radiação gama em banana “Nanica” (*musa sp.*, grupo AAA) irradiada na fase pré-climatérica. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 18, n. 3, p. 331-337, 2007.

SINGH, B. *et al.* Bioactive compounds in banana and their associated health benefits – A review. **Food Chemistry**, v. 206, p.1-11, 2016.

SOTO BALLESTERO, M. **Bananos: técnicas de producción, poscosecha y comercialización**. 3. ed. San José: Litografía e Imprenta Lil, 2008.

SOUZA, C. N. **Características físicas, físico-químicas e químicas de três tipos Jenipapo (*Genipa americana* L.)**. 2007. 72 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2007.

SU, Y.Y. *et al.* Epitypification of *Colletotrichum musae*, the causative agent of banana anthracnose. **Mycoscience**, Tokyo, v. 52, n.6, p. 376-382, 2011.

TAVARES, G. M.; SOUZA, P. E. de. Efeito de fungicidas no controle in vitro de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente etiológico da antracnose do mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 52-59, 2005.



TOZZE JÚNIOR, H. J. **Caracterização e identificação de espécies de Colletotrichum associadas à antracnose do pimentão (*Capsicum annuum*) no Brasil**. 2007. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitopatologia)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

TOZZE JÚNIOR, H. J. *et al.* Caracterização morfológica e fisiológica de isolados de *Colletotrichum* sp. causadores de antracnose em solanáceas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 32, n. 1, p. 71-79, 2006.

UDAYANGA, D. *et al.* What are the common anthracnose pathogens of tropical fruits? **Fungal Diversity**, Kunming, v. 61, n.1, p.165-179, 2013.

VENTURA, J. A.; COSTA, H. Controle cultural. In: OLIVEIRA, S. M. A. *et al.* (Ed.). **Patologia pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais**. Brasília: Embrapa. Informações Tecnológicas, 2006. p. 145-16.

VENTURA, J. A.; HINZ, R. H. Controle das doenças da bananeira. In: ZAMBOLIM, L. *et al.* **Controle de doenças de plantas: Fruteiras**. Viçosa: UFV, 2002. v. 2 p. 839-938.

VENTURA, J. A. *et al.* Efeito da nutrição mineral no manejo de doença em Pós-colheita. In: **Nutrição no manejo de doenças de plantas**. Viçosa, MG: GEAFIT, 2012. p. 116-136.

ZACCARO, R. P. *et al.* Utilização de marcador molecular SCAR na identificação de *Fusarium subglutinans*, agente causal da malformação da mangueira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 563-570, 2007.

ZAKARIA, L. *et al.* Characterization of *Colletotrichum* species associated with anthracnose of banana. **Tropical Life Sciences Research**, Kedah, v. 20, n.1, p. 119-125, 2009.

ZAMBOLIM, L. Mecanismo de ação de nutrientes no controle de doenças de plantas. In: **Nutrição no manejo de doenças de plantas**. Viçosa, MG: GEAFIT, 2012. p.7-97.