



Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido

REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE BANANEIRA A MURCHA DE *FUSARIUM*

TÂNIA SANTOS SILVA

2018

TANIA SANTOS SILVA

REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE BANANEIRA A
MURCHA DE *FUSARIUM*

Dissertação 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 Produção
Vegetal, para obtenção do título de
“*Magister Scientiae*”.

Orientador
Prof. D.Sc Marlon Cristian Toledo Pereira

JANAÚBA
MINAS GERAIS - BRASIL
2018

FICHA CATALOGRÁFICA

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

Silva, Tânia Santos

S586r Reação de genótipos de bananeira a murcha de *Fusarium* [manuscrito] / Tânia Santos Silva. – 2018.

46 p.

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

Orientador: Prof. D. Sc. Marlon Cristian Toledo Pereira.

1. Banana Doenças e pragas. 2. Interação genótipo-ambiente. 3. Mudanças. 4. Murcha de fusarium da banana. I. Pereira, Marlon Cristian Toledo. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 634.772

TANIA SANTOS SILVA

REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE BANANEIRA A
MURCHA DE *FUSARIUM*

Dissertação 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 Produção Vegetal, para obtenção do título de “*Magister Scientiae*”.

Aprovada em: 13 de novembro de 2018.

Prof. D.Sc Marlon C. Toledo Pereira
Unimontes
(Orientador)

Profª. D.Sc. Silvia Nietsche
UFMG

Pesq. D.Sc Mário Sérgio Carvalho Dias
EPAMIG

Prof. D.Sc. Samy Pimenta
Unimontes

JANAÚBA
MINAS GERAIS – BRASIL
2018

AGRADECIMENTOS

A Deus por seu cuidado e pela doce presença;

À minha família;

Aos professores e funcionários da Unimontes;

A todos os colegas de mestrado;

Aos alunos da graduação pela colaboração na condução do experimento;

Aos amigos caminhoneiros que fiz nessa reta final de trabalho, pelas caronas, pelas histórias divididas, pelos conselhos sobre a vida e pelo encorajamento que recebi;

Ao consultor Francisco Ermelindo Rodrigues, à Embrapa Mandioca e Fruticultura

e à empresa Biocell® Clonagem pela disponibilização de material;

Ao meu orientador Marlon Toledo e à coorientadora Adelica Xavier, pelos ensinamentos.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1 A cultura da bananeira	9
2.2 Panorama econômico da bananicultura	10
2.3 Cultivares e Clones	11
2.4 Murcha de <i>Fusarium</i>	14
2.5 Desenvolvimento de novas cultivares	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 Descrição das condições experimentais	19
4. RESULTADOS	23
5. DISCUSSÃO	34
6. CONCLUSÕES	36
7. REFERÊNCIAS	36

RESUMO

A murcha de *Fusarium* causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) é considerada uma das principais doenças da cultura da bananeira, por provocar grandes prejuízos devido ao seu alto potencial destrutivo em grande parte das regiões produtoras. Neste contexto, objetivou-se caracterizar mudas de cultivares e de clones de bananeira ‘Prata Anã’, quanto a resistência a *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*. Os tratamentos foram conduzidos em cultivo protegido e distribuídos no delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) em um esquema fatorial 9 x 3 x 5. Foram avaliadas as cultivares (‘Prata Rio’, ‘Grande Naine’, ‘BRS Platina’, ‘Prata Catarina’, ‘BRS Princesa’, ‘Prata Anã’ Gorutuba e ‘Maçã’, e os clones ‘Gorutuba R1’ e ‘Gorutuba R2’. Os materiais genéticos foram submetidos a três tratamentos: (1) testemunha (sem inoculação); (2) inoculação com o isolado de *Foc* (106); e (3) inoculação com a mistura de vários isolados de *Foc* (142, 124,132, 106,118 e 116). As inoculações foram realizadas uma semana após o plantio das mudas e aos 90 dias após a inoculação avaliou-se a incidência e severidade da doença nas folhas e no rizoma de cada planta. Classificam-se como tolerantes a murcha de *Fusarium* os clones ‘Gorutuba R1’, ‘Gorutuba R2’ e a cultivar BRS Princesa. ‘Prata Catarina’, ‘Prata Gorutuba’ e ‘Prata Rio’ apresentam susceptibilidade à murcha de *Fusarium* enquanto as cultivares Grande Naine e BRS Platina mostram-se resistentes.

Palavras-chave: murcha de *Fusarium*, clones de bananeira, mudas, cultivo protegido, mutação Genética.

ABSTRACT

Fusarium wilt caused by the fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) is considered one of the main diseases of the banana crop, as it causes great damage due to its high destructive potential in most of the producing regions. In this context, the objective was to characterize seedlings of 'Prata Anã' banana cultivars and clones, as well as resistance to *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*. The cultivars ('Prata Rio', 'Grande Naine', 'BRS Platina', 'Prata Catarina') were evaluated in a 9 x 3 x 5 factorial scheme. (1) control (no inoculation), (2) control, and (1) control (1) control (1) control (2)) inoculation with the Foc (106) isolate, and (3) inoculation with the mixture of several Foc isolates (142, 124, 132, 106, 118 and 116) inoculations were performed one week after planting of the seedlings and at 90 days after inoculation. In order to evaluate the incidence and severity of the disease in the leaves and rhizome of each plant, the 'Gorutuba R1', 'Gorutuba R2' clones and the cultivar BRS Princesa were classified as tolerant to Fusarium wilt. , 'Silver Gorutuba' and 'Silver River' presents susceptibility to Fusarium wilt while Grande Naine and BRS Platina cultivars are resistant..

Keywords: Fusarium wilt, banana clones, seedlings, protected cultivation, Genetic mutation.

1. INTRODUÇÃO

As bananas e Plátanos constituem alimento básico, tanto em áreas rurais, quanto urbanas de várias regiões do mundo. Os principais produtores são Índia, China, Indonésia, Brasil e Equador que somam juntos 62,6 milhões de toneladas, numa área colhida de aproximadamente 2,0 milhões de hectares. Esses países respondem por cerca de 60% da produção mundial (FAO, 2017).

A murcha de *Fusarium*, causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc), é considerada uma das principais doenças da cultura da bananeira, responsável por grandes prejuízos pelo seu alto potencial destrutivo em grande parte das regiões produtoras (BORGES et al., 2004). O fungo penetra na planta, através de lesões, ferimentos ou outros tipos de injúrias provocadas no sistema radicular (SILVA et al., 2013).

Uma das práticas agronômicas mais utilizadas para reduzir os impactos desta doença está na utilização de genótipos resistentes, seja via melhoramento genético ou pela seleção positiva de clones. Essas práticas são necessárias, pois como argumentou Silva et al. (2011), o uso de cultivares resistentes é uma das alternativas mais efetivas para o controle de pragas e doenças, uma vez que não depende da ação do produtor durante a fase de crescimento das plantas. É uma prática ambientalmente limpa, pois diminui o uso de defensivos agrícolas, o que auferem ganhos econômicos, ambientais e de saúde pública e, geralmente, é compatível com outras técnicas de manejo.

Atualmente as principais cultivares e híbridos resistentes à murcha de *Fusarium* são: ‘Ouro’ (AA), ‘Grande Naine’ (AAA), ‘Nanica’ (AAA), ‘Nanicão’ (AAA), Caipira’ (AAA), ‘Prata Baby’ (AAA), ‘Terra’ (AAB), ‘Mysore’ (AAB), ‘D’ Angola’ (AAB), ‘Thap Mao’ (AAB), ‘Pacovan Ken’ (AAAB), ‘Prata Graúda’ (AAAB), ‘Preciosa’ (AAAB), ‘Fhia-Maravilha’ (AAAB), ‘Prata Garantida’ (AAAB), ‘Japira’ (AAAB), ‘Vitória’ (AAAB), ‘Platina’ (AAAB) (CORDEIRO et al., 2016).

As cultivares Princesa (AAAB), Tropical (AAAB), Prata Rio (AAB) e Prata Catarina (AAB) são consideradas tolerantes. Salienta-se ainda que ‘Prata Gorutuba’ (AAB) apresenta provável tolerância, mesmo em condições de alta pressão de inóculo (RODRIGUES, 2010), principalmente, os clones ‘Gorutuba R1’ e ‘Gorutuba R2’ (PAIXÃO et al., 2015). Neste sentido, com essas inferências sobre tolerância à murcha de *Fusarium* fazem-se necessários novos estudos com cultivares e híbridos submetidos a inóculo com isolados de FOC.

Diante o exposto, objetivou-se caracterizar mudas de cultivares e de clones de bananeira ‘Prata Anã’, quanto a resistência a *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura da bananeira

Originária do continente asiático, a bananeira pertence à família Musaceae. Sua fruta é mais consumida *in natura* e constitui importante fonte de alimento, sendo rica em vitamina A, C e vitaminas do complexo B (B6), potássio, ferro, magnésio e fibras. Além de possuir baixos teores calóricos e gordura (ALMEIDA, 2016). Devido ao seu alto valor nutritivo e por estar disponível durante todo o ano, é uma fruta de suma importância econômica e social. No Brasil, as condições de clima (temperatura, umidade relativa, precipitação e insolação) favorecem a constante produção anual, atendendo de forma regular as necessidades de consumo (VIEIRA, 2015).

O mercado brasileiro apresenta características bastante peculiares com consumo principalmente de variedades de sobremesa, predominando as tipo Prata, embora com variações entre as regiões (RODRIGUES FILHO et al., 2012). Nas regiões Norte e Nordeste destaca-se o cultivo das variedades tipo Prata, particularmente a 'Pacovan', e também tipo Terra. Apesar da

predominância das variedades tipo Prata no País, que respondem por 60% da área cultivada (SILVA et al., 2002; 2008), o que evidencia a tradição de seu cultivo e a sua boa aceitação comercial (DONATO et al., 2009), Maçã, Mysore, bananas tipo *Cavendish* (Nanica, Nanicão e Grande Naine), bananas tipo Terra (Terra e D'Angola), e em menor escala, Tipo Figo ou Bluggoe, tipo Carú e tipo Ouro são também cultivadas (MOREIRA, 1999; SILVA et al., 2002, 2008). As bananas tipo *Cavendish*, preferidas pelo mercado internacional, predominam no Sul e Sudeste do país, e a cultivar Maçã no Centro-Oeste (ALMEIDA et al., 2000).

No Sudoeste da Bahia (DONATO et al., 2009) e no Norte de Minas Gerais a principal variedade cultivada é a 'Prata-Anã' (SEBRAE, 2008; RODRIGUES et al., 2011). Essas regiões convivem atualmente com a Sigatoka-amarela, pois o Nordeste brasileiro e também o Norte do estado de Minas Gerais são regiões ainda livres da Sigatoka-negra (MATOS & CORDEIRO, 2011). Entretanto, precisam se preparar para esta doença, que apesar de passível de controle, exige conhecimento e manejo adequado, por parte dos produtores. Outra doença fúngica, porém de solo, que limita o cultivo da banana 'Maçã' (SILVA et al., 2002) e tornou-se grave em algumas importantes áreas de cultivo da Prata é a murcha de *Fusarium*. No Norte de Minas, onde se trabalha basicamente com 'Prata-Anã', cultivar susceptível às sigatokas e a murcha de *Fusarium*, tem-se observado sérias restrições de cultivo. Em algumas propriedades, principalmente as de solo mais arenoso, a incidência da murcha de *Fusarium* é muito elevada (RODRIGUES et al., 2011), fato também comum nas regiões Sudoeste e Vale do São Francisco na Bahia.

2.2 Panorama econômico da bananicultura

O cultivo da bananeira é bastante expressivo nos sistemas agrícolas das zonas agroecológicas dos trópicos (AZEVEDO et al., 2010), assumindo nessas regiões grande importância econômica e social.

O Brasil atualmente é o quarto maior produtor mundial (FAO, 2017) quando se considera bananas de sobremesa e de cocção, com uma área de aproximadamente 486,0 mil hectares e produção cerca de 7,2 milhões de toneladas (IBGE, 2017), com tendência à crescimento nos próximos anos.

Em 2017 a maior produção foi registrada pelo estado de São Paulo com 1,1 milhões de toneladas o que representou 15,8% de participação nacional. A Bahia produziu 1,07 milhões de toneladas, 15,0% de participação e Minas Gerais o terceiro maior produtor com 800 mil toneladas, 11,9 % de participação total. No Estado de Minas Gerais, a Região Norte se destaca como principal produtora com uma área colhida de 16,6 mil ha e uma produção de 380 mil toneladas o que representa 44,92% de participação no estado, a Região Sul produziu 175,8 mil t numa área de 12,2 mil ha e a Região do Triângulo numa área de 2,8 mil ha produziu 63,0 mil toneladas (IBGE, 2017).

A bananicultura representa um importante papel socioeconômico no polo do Norte de Minas Gerais, servindo como fonte de renda para muitos agricultores familiares, na geração de empregos e contribuindo no desenvolvimento da região (RODRIGUES, 2010). Os dados mais recentes registraram produção de 115,5 mil t na cidade de Jaíba numa área de 5,0 mil ha, em Nova Porteirinha 58 mil t em 2,3 mil ha e Janaúba 39,3 mil t em 2,1 mil ha (IBGE, 2017).

2.3 Cultivares e Clones

Pertencente ao grupo genômico AAB e subgrupo Prata, a cultivar ‘Prata Rio’ tem sua origem genética por mutação da cultivar Branca. Apresenta pseudocaule vigoroso com um diâmetro de aproximadamente 50 cm e altura que varia de 2,0 a 3,5 m (ROSA, 2016). Também conhecida como ‘Prata Anã’, ‘Enxerto’ ou ‘Prata de Santa Catarina’ apresenta as pencas mais juntas que a da ‘Prata’, com frutos do mesmo sabor e com pontas em formato de gargalo (SILVA et al., 2011).

Os cachos pesam entre 7 e 40 kg em Santa Catarina e, segundo Lichtemberg e Moreira (2006), para as condições de bananais irrigados do Norte de Minas Gerais, chegam a pesar acima de 50 kg em plantas a partir do segundo ciclo. A ‘Prata Rio’ é ainda mais tolerante ao frio quando comparada às outras cultivares comumente utilizadas, no entanto, mais suscetível à Sigatoka amarela e negra e medianamente suscetível a murcha de *Fusarium* (BORGES & SOUZA,2004).

A cultivar BRS Platina é integrante do subgrupo Prata e trata-se de um híbrido tetraploide (AAAB) derivado de um cruzamento de Prata Anã (AAB) com um diploide M53 (AA) desenvolvida pelo Programa de Melhoramento Genético de Bananeira da Embrapa (ROSA, 2016). Apresenta bom perfilhamento, porte médio, características, tanto de desenvolvimento quanto de rendimento, idênticas às da ‘Prata-Anã’ porém com o diferencial da resistência genética a murcha de *Fusarium* e a Sigatoka-amarela (EMBRAPA, 2012). Os frutos também se assemelham aos desta cultivar na forma, tamanho e sabor, porém devem ser consumidos com a casca um pouco mais verde, à semelhança das variedades do subgrupo Cavendish (SILVA et al., 2011). Com relação a qualidade pós colheita dos frutos dessa cultivar em relação à sua genitora, os frutos são maiores, apresentam menor firmeza e são mais sensíveis ao despencamento e embora possua menor número de pencas sua produtividade é semelhante à da Prata Anã (PIMENTEL et al., 2010).

A BRS Princesa é um híbrido tetraplóide do grupo AAAB, resultante de cruzamento da cultivar Yangambi n° 2 com o híbrido diploide (AA) M53, de porte médio a alto, criado pela Embrapa. Os frutos são pequenos, semelhantes na forma e sabor aos da cultivar Maçã (SILVA et al., 2011). Essa cultivar apresenta porte médio, menor do que a cultivar Maçã podendo ser plantada no espaçamento reduzido de até 3,0 x 2,5m com duração média

de ciclo de 493 dias (ROSA, 2016). Essa cultivar, pela resistência a Sigatoka amarela e tolerância a murcha de *Fusarium* vem atender a demanda de frutos da cultivar Maçã, em escassez no mercado devido a suscetibilidade desta a murcha de *Fusarium* (LEDO et al., 2007).

Grande Naine é um triploide (AAA) pertencente ao subgrupo da Cavendish. Seu porte é de médio a baixo podendo ser plantada no espaçamento de 2,5 x 2,5m e o ciclo vegetativo gira em torno de 290 dias. A massa média do cacho é 30 kg, e número de pencas 10. Essa cultivar é suscetível à nematoides e à broca-do-rizoma, porém é resistente a murcha de *Fusarium*. Essa variedade está presente no grupo das mais difundidas no Brasil e é usada principalmente para exportação (Silva et al., 2008).

A variedade Maçã (AAB), apesar do excelente sabor e de alcançar preços altos no mercado, praticamente desapareceu das áreas produtoras, devido à elevada suscetibilidade dessa cultivar a murcha de *Fusarium* (LEDO et al., 2007). O porte dessas plantas é classificado de médio a alto, possuem bom perfilhamento e ciclo vegetativo em torno de 300 dias. Seus frutos possuem casca fina e polpa suave, que lembra a maçã, com comprimento de 13 cm e massa média de 115g (SILVA et al., 2008).

Uma das principais dificuldades na obtenção de híbridos de banana 'Maçã', tem sido a manutenção do sabor característico, bastante original entre todas as bananas comestíveis. No seu melhoramento, devido à dificuldade nos cruzamentos, tem-se usado a cultivar Yangambi n° 2, proveniente da África, que possui características idênticas à 'Maçã' (LEDO et al., 2007).

A 'Prata Catarina' é um clone e teve sua origem no ano de 1997, a partir de uma variação natural da 'Prata-Anã' (CRESTE et al., 2003; LICHTENBERG & MOREIRA, 2006). O porte da planta é considerado médio, assim como o número de pencas por cacho, a precocidade da primeira safra e o tamanho dos frutos. Ela é moderadamente resistente a broca da bananeira e a murcha de *Fusarium*, altamente resistente ao nematoide *Radopholus similis* e altamente suscetível ao mal de sigatoka amarela. Essa cultivar é mais resistente a murcha de *Fusarium*, menos produtiva e mais

suscetível ao tombamento quando comparada à ‘Prata anã’, e possui frutos mais retos, o que facilita a embalagem.

A ‘Prata Gorutuba’ (AAB) é um clone selecionado de uma mutação espontânea da banana ‘Prata Anã’, cultivada no Norte de Minas Gerais. Esse material foi selecionado, em 1999, pelos técnicos Francisco Ermelindo Rodrigues e Herculano Gomes e após a multiplicação “*in vitro*” foi introduzido em várias propriedades onde comprovadamente a cultivar Prata Anã havia sido erradicada pela ocorrência da murcha de *Fusarium*, apresentando aceitáveis índices de produtividade, evidenciando uma provável tolerância, mesmo em condições de alta pressão de inóculo (RODRIGUES, 2010). O cacho dessa cultivar é compacto e as pencas são planas, pouco recurvadas e a inserção é bastante junta uma da outra, porém a primeira penca (mais velha), do lado interno do engajo, apresenta frutos tortos e recurvados. Seu pseudocaule possui cor verde-amarelada (verde-cana) e apresentaram pouca antocianina na bainha externa (RODRIGUES, 2010).

A 'Prata-Gorutuba' apresenta uma diversidade genética de 20 clones que vem sendo caracterizados quanto a variabilidade fenotípica e molecular através de marcadores moleculares (RODRIGUES et al., 2012; LIBRELON et al., 2013). Salienta-se que em ensaios prévios os clones denominados ‘Gorutuba R1’ e ‘Gorutuba R2’ foram classificados como tolerantes a murcha de *Fusarium* quando submetidos a tratamentos com inoculação de isolados de Foc (PAIXÃO et al., 2015). Desta forma, pode-se inferir sobre o potencial de utilização destes clones como plantas tolerantes ao Mal do Panamá embora mais estudos devam ser realizados.

2.4 Murcha de *Fusarium*

A murcha de *Fusarium* é uma doença endêmica em todas as regiões produtoras de banana do mundo, sendo citada como uma das seis mais importantes doenças de plantas cultivadas e responsável por perdas econômicas na ordem de bilhões de dólares (PLOETZ, 2006). O agente causal

pertence ao domínio Eucaryota, reino Fungi, filo Ascomycota, classe Ascomycetes, subclasse Sordariomycetes e ordem Hypocreales. *F. oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) possui alta capacidade evolutiva e, devido a isso, muitas abordagens são utilizadas para caracterizar os isolados do patógeno (FOURIE et al., 2009).

O Foc sobrevive por vários anos no solo, mesmo na ausência de planta hospedeira, devido à formação de estruturas de resistência denominada clamidósporos, além de colonizar facilmente a matéria orgânica morta (CORDEIRO & KIMATI, 1997) que, aliado à interação com as características físicas, químicas e biológicas do solo, dificultam seu controle.

Sua principal forma de disseminação é pelo contato dos macro e microconídios com o sistema radicular e por meio de material propagativo contaminado. Outros meios de disseminação são: água de irrigação, homem, trânsito de animais e equipamentos agrícolas (CORDEIRO & MATOS, 2000; CASTRO et al., 2008).

São conhecidas quatro raças fisiológicas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, sendo que as raças 1, 2 e 4 são importantes à bananeira. A raça 3 ocorre apenas em *Heliconia* sp. No Brasil, de acordo com a estrutura dos grupos de compatibilidade vegetativa dos isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* analisados, presume-se a prevalência da raça 1 (GOES & MORETTO, 2001). A raça 1 é patogênica às variedades Gros Michel (AAA), Prata (AAB) e Maçã (AAB). A raça 2 afeta bananas do tipo Bluggoe ou banana Figo (ABB). A raça 4 é subdividida em raça 4 tropical (R4T) e raça 4 subtropical (R4S), ambas atacam cultivares pertencentes ao subgrupo Cavendish (AAA) e todas as variedades suscetíveis as raças 1 e 2. A raça 4 subtropical se refere a populações de Foc que são capazes de afetar Cavendish em áreas expostas a baixas temperaturas, enquanto que a R4T pode afetar Cavendish tanto em condições tropicais quanto subtropicais (BUDDENHAGEN, 2009). A diferenciação ou determinação das raças é feita por meio de cultivares indicadoras de suscetibilidade, em que a ‘Gross Michel’

é indicadora da raça 1, a ‘Bluggoe’ da raça 2 e as cultivares do subgrupo Cavendish são indicadoras da raça 4 (SILVA, 2000; CORDEIRO et al., 2005).

As plantas infectadas pelo patógeno exibem sintomas de amarelecimento das folhas mais velhas para as mais novas, progredindo para o murchamento das folhas. Estas secam e quebram junto ao pseudocaule, ficando pendentes com aparência de guarda chuva fechado. Internamente, por meio de corte do pseudocaule ou rizoma, se observa a coloração parda avermelhada que é provocada pela presença do patógeno nos vasos condutores (CORDEIRO & MATOS, 2000).

Apesar da inexistência de medidas eficazes no controle da murcha de *Fusarium*, uma série de recomendações de caráter geral deve ser observada, mesmo nos cultivos que utilizam as variedades resistentes, porque as mesmas não estão livres da ocorrência de casos da doença (CORDEIRO & KIMATI, 1997). As recomendações abaixo são uma garantia a mais no cultivo da bananeira: (1) dar preferência ao plantio em áreas sem história de ocorrência do mal-do-Panamá; (2) utilizar mudas sadias obtidas de produtores credenciados ou de bananais jovens e vigorosos; (3) proceder à limpeza das mudas, mediante descorticamento do rizoma, eliminando-se aqueles com algum sintoma; (4) analisar e corrigir o solo, elevando o pH para níveis próximos à neutralidade; (5) dar preferência a solos férteis com altos níveis de matéria orgânica, prática que tem se mostrado como o fator mais importante na redução da doença; (6) evitar solos mal drenados; (7) exercer um bom controle sobre os nematoides e a broca-do-rizoma, já que podem atuar como agravantes da doença; (8) inspecionar periodicamente o bananal e erradicar plantas com sintomas da doença, procedendo posteriormente a uma calagem na região da planta erradicada, prática que impedirá ou reduzirá o aparecimento de novas plantas afetadas.

2.5 Desenvolvimento de novas cultivares

Desde 1920, os programas de melhoramento de bananeira têm focado no desenvolvimento de cultivares com resistência a pragas e doenças. Além disso, trabalhos envolvendo aspectos socioeconômicos ligados aos sistemas de produção e à suscetibilidade natural das cultivares atualmente em uso pelos agricultores vêm sendo realizados. De maneira geral, buscam-se genótipos com resistência a doença, precocidade de produção, elevada produtividade, porte baixo, bom sistema radicular, eficiência no uso de água e nutrientes, e qualidade dos frutos (tamanho, forma, sabor e aroma) (PUA & LEE, 2003; SILVA et al., 2011).

O uso de cultivares resistentes é a melhor estratégia no controle de pragas e doenças. Segundo Daniells (2000), o melhoramento e a seleção de cultivares busca principalmente resolver os problemas fitossanitários da cultura. A utilização de híbridos tetraplóides tem sido uma alternativa encontrada pelo melhoramento genético para contornar o problema das doenças da cultura, bem como, para reduzir a altura das plantas, facilitando o manejo (ALVES, 1985).

As dificuldades da hibridação na maioria das variedades têm levado ao desenvolvimento de novas técnicas de melhoramento de bananeira para a criação de cultivares resistentes às doenças, as quais complementam e dão suporte às convencionais. Entre elas, podem-se citar a hibridação somática, a fertilização *in vitro*, a mutação, a duplicação de cromossomos e a transformação genética (SILVA et al., 2011a).

Como supõem Moreira e Cordeiro (2006), no início, a bananicultura brasileira contava com duas variedades, a Branca e a Pacovan. Destas variedades, originaram-se, por mutação natural, novas variedades. A ‘Branca’ originou todas as variedades do subgrupo Prata (MOREIRA & CORDEIRO, 2006), de forma direta, como no caso da ‘Prata’, da ‘Prata-Anã’ (‘Enxerto’) e da ‘SCS451 Catarina’, ou de forma indireta, como no caso da ‘Pacovan’ e da ‘Prata-Gorutuba’. Durante os anos do Brasil Colônia, do Império e da República, muitas outras variedades foram introduzidas no Brasil como ‘Maçã’ a ‘Figo’ a ‘Ouro’ e a Nanica, que aqui originou por mutação, de forma

direta ou indireta, as variedades brasileiras do subgrupo Cavendish (MOREIRA & CORDEIRO, 2006), como a ‘Nanicão’, a ‘Caturrão’, a ‘Nanicão-Jangada’, a ‘Salta-do-Cacho’, a ‘Nanicão IAC 2001’ e a ‘SCS452 Corupá’.

Segundo Cordeiro et al. (2004), a busca desordenada de materiais de bananeira a partir de germoplasma natural selecionado pelo homem pode levar a enganos e, no caso de resistência a patógeno do solo, corre-se o risco de selecionar materiais que possam ter escapado da infecção pela distribuição desuniforme de inoculo dentro da área, dentre outras possibilidades. Em alguns casos, a evolução da murcha de *Fusarium* é rápida, atingindo todas as plantas, e, em outros, isto não acontece. Ventura & Hinz (2002) ressaltam que bananeiras implantadas em solos supressivos à doença leva de 10-15 anos até causar problemas, enquanto em solos condutivos isso ocorre em poucos anos.

A prática de seleção de cultivares através da mutação natural é um método milenar e que continua sendo utilizado até os dias atuais. Variedades importantes e estabelecidas hoje no mercado são oriundas dessa técnica, entretanto é necessário que haja a devida precaução na identificação e classificação desses materiais com relação a sua resistência as doenças, entre elas a murcha de *Fusarium*, sugere-se, portanto, que sejam realizados estudos em casa de vegetação e campo para assegurar com devida clareza a real situação das mesmas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição das condições experimentais

O trabalho foi realizado na Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), *Campus* de Janaúba, município de Janaúba, Minas Gerais. As coordenadas geográficas são 15°47'50" de latitude Sul e 43°18'31" de longitude Oeste e está situada a uma altitude de 516 m. O clima é Aw (KÖPPEN), ou seja, típico de savana com inverno seco. As temperaturas máximas e mínimas, precipitação e umidade relativa registradas no período experimental constam na Figura 1.

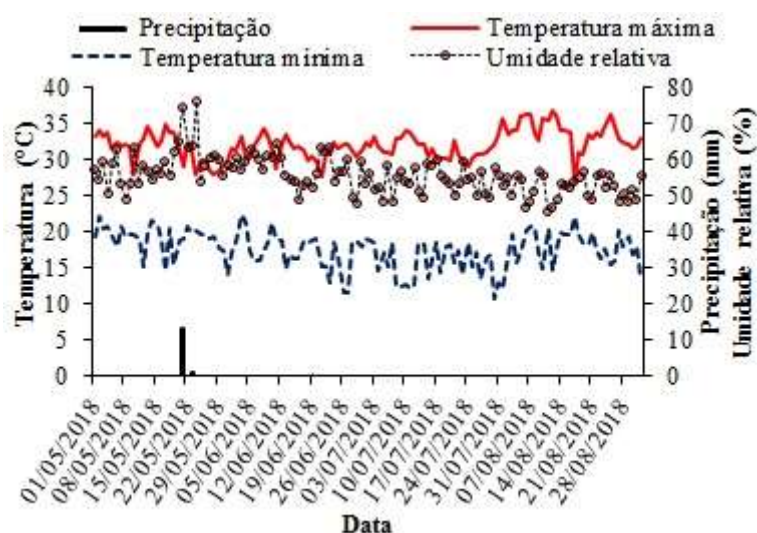


Figura 1. Temperatura máxima e mínima, umidade relativa e precipitação durante o período experimental.

Para avaliação da incidência da doença foi utilizado o isolado 106 e uma mistura (mix) dos seguintes isolados: 106, 124, 142, 116, 132 e 118 de *F. oxysporum* f. sp. *cubense* pertencentes a micoteca do laboratório de Fitopatologia da Unimontes. Os isolados foram coletados a partir de cultivos com a cultivar Prata-Anã no norte de Minas (SANTOS et al., 2011).

Os isolados foram multiplicados em placa de Petri em meio BDA (Batata, Dextrose e Ágar) e mantidos em BOD a temperatura de 25°C e escuro contínuo por sete dias. Após esse período as colônias receberam 20 mL de água destilada mais Tween® 1% e os conídios foram colocados em suspensão

com auxílio de uma lâmina de vidro. A suspensão foi agitada em vortex, quantificada em câmara de Neubauer e ajustada para 2×10^6 esporos/mL (SANTOS et al., 2011).

O solo utilizado no experimento apresentou a seguinte composição física: areia (61 dag/kg), silte (20 dag/kg) e argila (19 dag/kg) e, após as correções químicas, apresentou as seguintes características: pH (6,1), P (21,8 mg/dm³), K (114 mg/dm³), Ca (4,1 cmolc/dm³), Mg (1,2 cmolc/dm³), Al (0,1 cmolc/dm³), H + Al (1,1 cmolc/dm³), Na (0,1 cmolc/dm³), B (1,8 mg/dm³), Cu (1,0 mg/dm³), Fe (16,5 mg/dm³), Mn (16,4 mg/dm³) e Zn (2,4 mg/dm³), matéria orgânica (1%) e condutividade elétrica (0,5 dS/m).

O solo foi esterilizado em autoclave durante 30 minutos por três dias consecutivos e, posteriormente, colocado em vasos plásticos com capacidade de 3 kg de solo. Utilizaram-se mudas micropropagadas dos seguintes materiais genéticos: 'Prata Rio', 'Prata Anã' Gorutuba, 'Prata Catarina', 'Grande Naine' e 'Maçã' disponibilizadas pela empresa Biocell® Clonagem, 'BRS Platina' e 'BRS Princesa' doadas pelo laboratório de produção de mudas da EMBRAPA Mandioca e Fruticultura e 'Gorutuba R1', 'Gorutuba R2' produzidas no laboratório de micropropagação da Unimontes. O plantio das mudas foi realizado quando as mesmas apresentavam em média 15 cm de comprimento, 1,6 cm de diâmetro e quatro folhas. O solo foi infestado com a adição de 50 mL de suspensão de esporos de Foc em cada vaso em 18 de Maio de 2018, uma semana após o plantio das mudas (Figura 2).

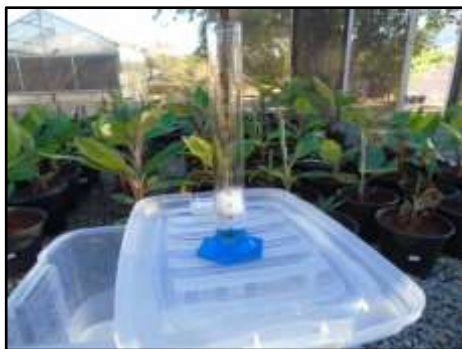


FIGURA 2. Infestação do solo com o meio colonizado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (*Foc*).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) em um esquema fatorial 9 x 3 x 5. Cada tratamento foi composto por cinco repetições e duas plantas por parcela. Todos os materiais genéticos foram submetidos à três tratamentos: (1) testemunha (sem inoculação); (2) inoculação com o, isolado de *Foc* (106); e (3) inoculação com a mistura de vários isolados (142, 124,132, 106,118 e 116) (Figura 3).



FIGURA 3. Distribuição das plantas em casa de vegetação (Unimontes-Janaúba).

Aos 90 dias após a inoculação avaliou-se a incidência e severidade da doença nas folhas e no rizoma de cada planta. A incidência foi determinada pela percentagem de plantas doentes em cada tratamento de acordo com a escala de avaliação de Mak et al. (2012) com notas que variam de 1 a 5 de acordo com o número de folhas afetadas:

Nota 1: Sem estrias ou folhas amarelas, planta aparentemente saudável;

Nota 2: Leves estrias e/ou amarelecimento das folhas inferiores;

Nota 3: Estrias e/ou amarelecimento da maioria das folhas inferiores;

Nota 4: Extensas estrias e/ou amarelecimento na maioria ou em todas as folhas;

Nota 5: planta morta.

Para avaliar a severidade, as plantas tiveram o rizoma seccionado de forma horizontal na base do pseudocaule e avaliadas para determinar a presença e intensidade de sintomas de *Foc*, atribuiu-se notas de 1 a 6, de acordo com escala de avaliação de sintomas proposta por Charlier & Escalant (2003):

Nota 1: Rizoma completamente claro, sem sintomas;

Nota 2: Pontos isolados de descoloração nos tecidos vasculares;

Nota 3: Descoloração de até 1/3 do tecido vascular;

Nota 4: Entre 1/3 e 2/3 do tecido vascular apresentando descoloração;

Nota 5: Acima de 2/3 do tecido vascular apresentando descoloração;

Nota 6: Rizoma apresentando descoloração total do tecido vascular.

Após o registro de SF (sintomas foliares) e SR (sintomas no rizoma), calculou-se o índice geral de gravidade da doença (IGD) da seguinte forma:

$$\text{IGD} = \frac{\sum(\text{Notas na escala} \times \text{N}^\circ \text{ de mudas que receberam nota correspondente})}{\sum(\text{N}^\circ \text{ de mudas no tratamento})}$$

O IGD consiste em quatro designações, ou seja, resistente, tolerante, suscetível e altamente suscetível (Tabela 1). Se a cultivar é resistente em SF e tolerante em SR, a cultivar é considerada tolerante. Se o SR for tolerante e o SF for suscetível, o cultivar é suscetível. O status final da cultivar é considerado resistente quando SF e SR para cada tratamento apresentam resistência. Se uma das respostas for tolerante, a cultivar é então considerada tolerante.

IGD - SF	IGD - SR	Resultado
----------	----------	-----------

1	1	Resistente
Entre 1.1 e 2	Entre 1.1 e 2.5	Tolerante
Entre 2.1 e 3	Entre 2.5 e 5	Suscetível
Entre 3.1 e 4	Entre 5.1 e 6	Altamente Suscetível

Tabela 1. Tradução da escala do IGD.

Mak et al. (2012) (adaptada) IGD: Índice de gravidade da doença, SF: Sintomas foliares, SR: Sintomas no rizoma.

Para as plantas que apresentaram sintomas de infecção no rizoma foram realizados ainda cortes no pseudocaule no sentido vertical para determinar o tamanho da lesão em cm com o auxílio de uma fita numérica.

Após a avaliação, cada planta foi identificada e levada ao laboratório para determinar a massa seca da parte aérea e das raízes. As plantas foram ensacadas e levadas à estufa, onde permaneceram por 72 horas à uma temperatura constante de 65°C. Após esse período realizou-se a pesagem de cada saco contendo o material individualmente.

Em função da variável resposta à resistência onde se avaliou os sintomas, ser quantitativa discreta, aplicou-se o teste de Qui-Quadrado (χ^2). As médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$) para o fator cultivar e comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) para o fator isolados de Foc.

4. RESULTADOS

As cultivares BRS Platina e Grande Naine não apresentaram sintomas externos de *Fusarium* em nenhum dos tratamentos das quais foram submetidas quando avaliadas pela escala de notas de Mak et al. (2012). Ao aplicar a escala de notas de Charlier & Escalant (2003), apenas uma planta apresentou pontos isolados de descoloração nos tecidos vasculares, caracterizada pela nota 2 (Tabelas 1 e 2) (Figura 4 e 5).



Figura 4 - Avaliação de folhas (a), planta inoculada com Foc 106 (b) e planta inoculada com Mix (c) da cultivar BRS Platina.



Figura 5 - Avaliação de folhas (a), planta inoculada com Foc 106 (b) e planta inoculada com Mix (c) da cultivar Grande Naine.

TABELA 1. Frequência de distribuição de sintomas de *F. oxysporum* f.sp. *cupense* (*Foc*) em mudas de bananeira, avaliadas aos 90 dias após a inoculação.

	Escala de notas de Mak et al., (2012)					Lesão vertical pseudocaule (cm)	Incidência plantas doentes (%)
	Sintomas externos (Frequência)						
	1	2	3	4	5		
BRS Platina, Testemunha	10	0	0	0	0	0	0*
BRS Platina, Isolado 106	10	0	0	0	0	0	0
BRS Platina, Mix Isolados	10	0	0	0	0	0	0
Prata Catarina, Testemunha	10	0	0	0	0	0	0
Prata Catarina, Isolado 106	5	4	1	0	0	0	50
Prata Catarina, Mix Isolados	7	3	0	0	0	0	30
Prata Gorutuba, Testemunha	10	0	0	0	0	0	0
Prata Gorutuba, Isolado 106	6	4	0	0	0	16	40
Prata Gorutuba, Mix Isolados	8	2	0	0	0	12	20
Prata Rio, Testemunha	10	0	0	0	0	0	0
Prata Rio, Isolado 106	6	3	1	0	0	7	40
Prata Rio, Mix Isolados	7	3	0	0	0	0	30
Grande Naine, Testemunha	10	0	0	0	0	0	0
Grande Naine, Isolado 106	10	0	0	0	0	0	0
Grande Naine, Mix Isolados	10	0	0	0	0	0	0
Clone Gorutuba R1, Testemunha	10	0	0	0	0	0	0
Clone Gorutuba R1, Isolado 106	8	2	0	0	0	0	20
Clone Gorutuba R1, Mix Isolados	9	1	0	0	0	0	10
Clone Gorutuba R2, Testemunha	10	0	0	0	0	0	0
Clone Gorutuba R2, Isolado 106	8	2	0	0	0	0	20
Clone Gorutuba R2, Mix Isolados	9	1	0	0	0	0	10
Maçã, Testemunha	10	0	0	0	0	0	0
Maçã, Isolado 106	5	4	1	0	0	19	50

Maçã, Mix Isolados	2	5	3	0	0	18	50
BRS Princesa, Testemunha	10	0	0	0	0	0	0
BRS Princesa, Isolado 106	7	3	0	0	0	0	30
BRS Princesa, Mix Isolados	8	1	1	0	0	0	20
TOTAL	225	38	7	0	0	-	270
Porcentagem	83,3	14,1	2,6	0	0	-	100

χ^2 (P<0,01). * Incidência de doença no tratamento.

TABELA 2. Frequência de distribuição de sintomas de *Fusarium oxysporum* f.sp. *cupense* (*Foc*) em mudas de bananeira, avaliadas aos 90 dias após a inoculação.

Tratamento	Escala de notas de Charlier & Escalant (2003).						Incidência plantas doentes (%)
	Frequência						
	1	2	3	4	5	6	
BRS Platina, Testemunha	10	0	0	0	0	0	0*
BRS Platina, Isolado 106	9	1	0	0	0	0	10
BRS Platina, Mix Isolados	10	0	0	0	0	0	0
Prata Catarina, Testemunha	10	0	0	0	0	0	0
Prata Catarina, Isolado 106	1	3	3	3	0	0	90
Prata Catarina, Mix Isolados	2	4	2	2	0	0	80
Prata Gorutuba, Testemunha	10	0	0	0	0	0	0
Prata Gorutuba, Isolado 106	4	0	1	3	2	0	60
Prata Gorutuba, Mix Isolados	4	0	3	0	3	0	60
Prata Rio, Testemunha	10	0	0	0	0	0	0
Prata Rio, Isolado 106	5	3	2	0	0	0	50

Prata Rio, Mix Isolados	6	2	2	0	0	0	40
Grande Naine, Testemunha	10	0	0	0	0	0	0
Grande Naine, Isolado 106	10	0	0	0	0	0	0
Grande Naine, Mix Isolados	10	0	0	0	0	0	0
Clone Gorutuba R1, Testemunha	10	0	0	0	0	0	0
Clone Gorutuba R1, Isolado 106	7	3	0	0	0	0	30
Clone Gorutuba R1, Mix Isolados	8	2	0	0	0	0	20
Clone Gorutuba R2, Testemunha	10	0	0	0	0	0	0
Clone Gorutuba R2, Isolado 106	7	3	0	0	0	0	30
Clone Gorutuba R2, Mix Isolados	7	2	1	0	0	0	30
Maçã, Testemunha	10	0	0	0	0	0	0
Maçã, Isolado 106	0	1	1	1	2	5	100
Maçã, Mix Isolados	0	0	2	1	2	5	100
BRS Princesa, Testemunha	10	0	0	0	0	0	0
BRS Princesa, Isolado 106	6	3	1	0	0	0	40
BRS Princesa, Mix Isolados	7	3	0	0	0	0	30
TOTAL	193	30	18	10	9	10	Total na linha: 270
Porcentagem	71,49	11,1	6,6	3,7	3,3	3,7	Total na linha: 100%

χ^2 (P<0,01). * Incidência de doença no tratamento.

Em contrapartida, a cultivar Maçã, triplóide (AAB) apresentou sintomas em 50% das plantas inoculadas com o isolado 106 e com o mix de isolados de Foc (Tabela 1). As plantas apresentaram estrias e/ou amarelecimento da maioria das folhas inferiores. Nas avaliações utilizando a escala de Charlier & Escalant (2003), foi observada 100% de incidência da doença e 50% dos indivíduos avaliados atingiram nota máxima, 6, caracterizada quando o rizoma apresenta descoloração total do tecido vascular (Tabela 2, Figura 6).

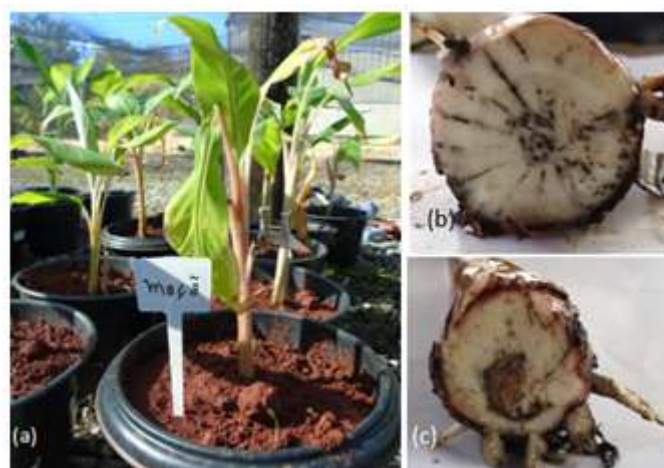


Figura 6 - Avaliação de folhas (a), planta inoculada com Foc 106 (b) e planta inoculada com Mix (c) da cultivar Maçã.

A ‘Prata Catarina’ ao ser inoculada com o isolado 106 e o mix apresentou 50% e 30% de incidência de plantas doentes, respectivamente. Entretanto, para o mix de isolados as plantas não ultrapassaram a nota 2, e para o isolado 106 apenas um único indivíduo atingiu a nota 3, onde foi observado a descoloração de até 1/3 do tecido vascular (Tabela 1). Na tabela 2, podemos observar que por meio da escala de Charlier & Escalant (2003) a cultivar apresentou 90% e 80% de incidência a doença para o isolado 106 e para o mix, respectivamente. Cerca de 60% e 40% das plantas receberam as notas 2 e 3, respectivamente (Tabela 2, Figura 7).



Figura 7 - Avaliação de folhas (a), planta inoculada com Foc 106 (b) e planta inoculada com Mix (c) da cultivar Prata Catarina.

A ‘Prata’ Gorutuba exibiu um total de 20 e 40% de plantas doentes para o mix de isolados e o isolado 106, respectivamente. Quando realizado o corte vertical no pseudocaule pôde-se observar lesões de até 12 e 16 cm para plantas infectadas com o mix e o isolado 106, respectivamente (Tabela 1). Em torno de 60% de plantas doentes foi observada por meio da escala de Charlier & Escalant (2003), em ambos tratamentos, isolado 106 e o mix (Tabela 2, Figura 8).



Figura 8- Avaliação de folhas (a), planta inoculada com Foc 106 (b) e planta inoculada com Mix (c) da cultivar Prata Gorutuba.

O tratamento com o isolado 106 mostrou-se mais agressivo em relação a cultivar Prata Rio, foram observadas notas que variaram de 1 a 3 e lesões no pseudocaule de até 7 cm. Enquanto que os resultados a partir da inoculação com o mix apresentou notas até o nível 2 e quando realizado os cortes não foram encontradas lesões internas decorrentes da infecção (Tabela 1). A incidência de mudas sadias pela escala de Charlier & Escalant foi 50% e 60%, para o isolado 106 e o mix de isolados, respectivamente (Tabela 2, Figura 9).



Figura 9 - Avaliação de folhas (a), planta inoculada com Foc 106 (b) e planta inoculada com Mix (c) da cultivar Prata Rio.

Ambas escalas utilizadas demonstraram que os clones Gorutuba R1 e Gorutuba R2 apresentaram variações de 70 a 90% das mudas sadias quando submetidas ao mix e ao isolado 106, (Tabelas 1 e 2). Nenhuma muda apresentou qualquer lesão vertical no caule e apenas uma única muda, do clone Gorutuba R2 apresentou descoloração de até 1/3 do tecido vascular (Figura 10 e 11).



Figura 10 - Avaliação de folhas (a), planta inoculada com Foc 106 (b) e planta inoculada com Mix (c) do clone Gorutuba R1.



Figura 11 - Avaliação de folhas (a), planta inoculada com Foc 106 (b) e planta inoculada com Mix (c) do clone Gorutuba R2.

Ao se utilizar o isolado 106, 30% das plantas da cultivar BRS Princesa exibiram sintomas da murcha de *Fusarium*, enquanto que quando utilizado mix, 20% de plantas doentes foram registradas (Figura 12).

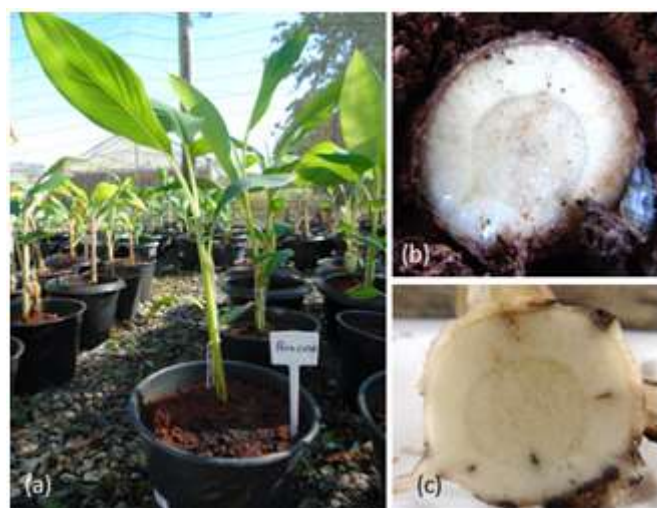


Figura 12 - Avaliação de folhas (a), planta inoculada com Foc 106 (b) e planta inoculada com Mix (c) da cultivar BRS Princesa.

O índice de gravidade da doença (IGD) apontou que dentre as cultivares e clones avaliados a 'BRS Platina e a 'Grande Naine' foram caracterizadas como resistentes. Os clones 'Gorutuba R1', 'Gorutuba R2' e a BRS Princesa, como tolerantes, e todas as demais foram classificadas como suscetíveis ou altamente suscetíveis (Tabela 3).

TABELA 3. Frequência de distribuição de sintomas de *Fusarium oxysporum* f.sp. *ubense* (Foc) em mudas de bananeira, avaliadas aos 90 dias após a inoculação.

Cultivares	Numero de plantas com sintomas		IGD		Status da expressão da doença
	SF	SR	SF	SR	
BRS Platina ISO 106	0	1	1	1	Resistente
BRS Platina MIX ISO	0	0	1	1	Resistente
Prata	5	9	2,5	3,6	Susceptível

Catarina ISO 106						
Prata Catarina MIX ISO	3	8	2,1	3,2		Susceptível
Prata Gorutuba ISO 106	4	6	3	3		Susceptível
Prata Gorutuba MIX ISO	2	6	2,4	3		Susceptível
Prata Rio ISO 106	4	5	2,4	1,5		Susceptível
Prata Rio MIX ISO	3	4	3	1,2		Susceptível
Grande Naine ISO 106	0	0	1	1		Resistente
Grande Naine MIX ISO	0	0	1	1		Resistente
Gorutuba R1 ISO 106	2	3	2	2,1		Tolerante
Gorutuba R1 MIX ISO	1	2	2	2,4		Tolerante
Gorutuba R2 ISO 106	2	3	2	2,1		Tolerante
Gorutuba R2 MIX ISO	1	2	2	2,1		Tolerante
Maçã ISO 106	5	10	3	6		Altamente Susceptível
Maçã MIX ISO	5	10	2,5	6		Altamente Susceptível
BRS Princesa ISO 106	3	4	1,5	1,8		Tolerante
BRS Princesa MIX ISO	2	3	1,8	1,2		Tolerante

Mak et al., (2012) (adaptada) IGD: Índice de gravidade da doença, SF: Sintomas foliares, SR: Sintomas no rizoma.

Não foram registradas diferenças estatísticas (Tabela 4) entre os tratamentos com o fungo para as cultivares Prata Rio, Maçã, BRS Princesa e os clones Gorutuba R1 e Gorutuba R2 na variável massa de raiz. Para as

demais cultivares as maiores massas foram expressas quando o tratamento foi a testemunha de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

TABELA 4. Peso de massa seca (g) das folhas, pseudocaule e das raízes, determinado aos 90 dias após o plantio, de nove cultivares de bananeira inoculadas com isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*.

CULTIVAR	ISOLADOS					
	Folhas e pseudocaule			Raiz		
	Testemunha	Isolado 106	Mix isolados	Testemunha	Isolado 106	Mix isolados
BRS Platina	11,8a F	12,2a E	12,7aE	9,2aA	8,3bB	7,8cB
Prata Catarina	17,5cD	26,5aA	23,4bB	10,1aA	11,1aA	9,1bA
Prata Gorutuba	28,9aA	26,6bA	28,9aA	9,9aA	8,8bB	9,2bA
Prata Rio	14,4aE	15,5aD	14,7aD	6,2aC	7,0aC	7,3aB
Grande Naine	22,2bB	22,4bB	24,3a B	9,7aA	7,7bC	8,0bB
Gorutuba R1	20,6a B	19,0bC	20,8a C	7,6aB	8,5aB	9,5aA
Gorutuba R2	18,1aD	19,4aC	19,9aC	7,9aB	8,0aB	8,4aA
Maçã	19,4aC	18,9aC	19,0aC	6,6aC	6,8aC	7,5aB
BRS Princesa	21,5aB	21,1aB	22,4aB	7,9aB	8,7aB	8,1aB

Médias seguidas de letras iguais, minúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas colunas pertencem ao mesmo agrupamento pelo critério de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Formaram-se três agrupamentos para cultivares para testemunhas e o isolado 106. No mix de isolados houveram dois agrupamentos. Entre as testemunhas, as maiores e a menor média foram expressas por BRS Platina, Prata Catarina, Prata Gorutuba e Prata Rio, respectivamente. No tratamento com isolado 106, o melhor desempenho foi alcançado pela Prata Catarina e o pior pela Grande Naine, Gorutuba R1 e Maçã. No tratamento com o Mix de isolados houve dois agrupamentos e as melhores médias foram observadas em Prata Catarina, Prata Gorutuba, Gorutuba R1 e Gorutuba R2.

5. DISCUSSÃO

O presente estudo demonstrou que as variedades e clones avaliados apresentaram diferentes níveis de resistência e suscetibilidade quando submetidos aos isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* em condições da casa de vegetação. Os materiais genéticos descritos como resistentes e suscetível confirmaram suas habilidades; tanto na presença de um isolado, quanto sob a pressão do mix de isolados. Esse resultado já era esperado uma vez que a ‘BRS Platina’ é um híbrido tetraploide (AAAB) desenvolvido pela Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical a partir do cruzamento entre ‘Prata-Anã’ (AAB) x M53 (AA) e é considerado resistente à murcha de *Fusarium* (AMORIM et al., 2011).

A cultivar Grande Naine pertence ao subgrupo ‘Cavendish’, apresenta resistência a Foc, em especial às raças 1 e 2 (CORDEIRO et al., 2005; DIAS et al., 2014). Já a variedade Maçã descrita na literatura como um material genético com alta suscetibilidade tem sido utilizado em diversos estudos como indicador universal de suscetibilidade as raças 1 e 2 (BOLFARINI et al., 2015; GARCEZ et al., 2016). Desta forma, justificam-se os resultados encontrados no presente estudo.

As variedades Prata Catarina, Prata Gorutuba e Prata Rio foram caracterizadas como suscetíveis. Estes resultados não corroboram com a descrição de Paixão et al. (2015) que obtiveram classificação dessas variáveis como tolerantes à murcha de *Fusarium*. Possivelmente, essas diferenças devem-se as condições que foram conduzidos os experimentos, tais como, tipo de solo, meteorológicas e, além disso, a questão da própria dinâmica da doença que é muito complexa, pois, verifica-se grande variabilidade genética entre os isolados de foc oriundos de diferentes bananais do Norte de Minas Gerais (SANTOS et al., 2011). Neste sentido, salienta-se a importância da realização de pesquisas para validação de uma variedade ou clone e posterior teste em condições de cultivo no campo.

Os clones Gorutuba R1 e R2 e a cultivar BRS Princesa confirmaram a condição de tolerantes à murcha de *Fusarium*. Assim, comprova-se o potencial de utilização destes clones como plantas tolerantes ao Mal-do-

Panamá conforme resultados encontrados por Paixão et al. (2015). Salienta-se a importância destes resultados, pois, os clones Gorutuba R1 e R2 são materiais com características morfológicas próximas da cultivar Prata anã, já que foi uma seleção positiva a partir dela, e esta cultivar é suscetível, enquanto que os clones apresentam um nível elevado de tolerância. Além disso, a ‘BRS Princesa’ com suas características de resistência ao Mal-do-Panamá e pelo fato de possuir características sensoriais semelhantes à banana ‘Maçã’ pode ser utilizada como substituta desta em várias regiões produtoras do país (NOMURA et al., 2016).

Diferente da descrição na literatura (PAIXÃO et al., 2015), verificou-se que o “isolado 106” imprimiu um efeito mais agressivo quando comparado ao “Mix de isolados”. Possivelmente, com vários isolados de *Fusarium* juntos possa ocorrer algum tipo de competição intraespecífica entre e assim reduzi a severidade da doença. Essa é a condição presente no solo e, desta forma, outros estudos devem ser desenvolvidos em condições de campo.

Neste conduzindo a severtexto, salienta-se a importância de estudos considerando as especificidades edafoclimáticas das diversas regiões produtoras, pois conforme descrito, pode-se ter resultados diferentes quanto à resistência e/ou tolerância á murcha de *Fusarium* em função dos diversos fatores que integram e interage no sistema solo-água-planta-atmosfera e, fazem-se necessárias novas pesquisas, principalmente, em condições de para preencher essas lacunas no conhecimento.

6. CONCLUSÕES

Classifica-se como tolerantes á murcha de *Fusarium* os clones ‘Gorutuba R1’, ‘Gorutuba R2’ e a cultivar BRS Princesa.

‘Prata Catarina’, ‘Prata Gorutuba’ e ‘Prata Rio’ apresenta susceptibilidade à murcha de *Fusarium* enquanto as cultivares Grande Naine e BRS Platina mostram-se resistentes.

7. REFERENCIAS

ALMEIDA, N. O. Ocorrência de nematoides na cultura da banana no estado de Goiás e sua correlação com o mal-do-Panamá e com fatores edáficos, 2016. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia: Fitossanidade) - Universidade Federal de Goiás, 2016.

ALMEIDA, C.O.; SOUZA, S.; CORDEIRO, Z. J. M. Aspectos socioeconômicos. In: CORDEIRO, Z. J. M. (Org.). **Banana**. Produção: aspectos técnicos. Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA)– Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. P. 10-11. Il. (Frutas do Brasil, 1).

ALVES, E. A. Variabilidade Genética e o Melhoramento da Banana e de outras Plantas Cultivadas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 7, n. 1, p. 7-29, 1985.

AMORIM, E. P.; SEREJO, J. A. dos S.; FERREIRA, C. F.; SILVA, S. de O. **BRS Platina**: Cultivar de bananeira do subgrupo Prata resistente ao mal-do-Panamá. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura. 2011. 2p.

AZEVEDO, V. F.; DONATO, S. L. R.; ARANTES, A. de M.; Maia, V. M.; SILVA, S. de O. Avaliação de bananeiras tipo prata, de porte alto, no semiárido. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 6, p. 1372-1380, 2010.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. (Ed.). **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004.

BORGES, A. J. da S.; TRINDADE, A. V.; MATOS, A. P. de.; PEIXOTO, M. de F. da S. Redução do mal-do-panamá em bananeira-maçã por inoculação de fungo micorrízico arbuscular. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n.1, p. 35-41, 2007.

BOLFARINI, A. C. B.; SARITA, L.; MAGALI, L.; FERREIRA, R. B.; SILVA, M. de S. Incidência do “Mal-do-Panamá” e aspectos nutricionais da bananeira maçã, cultivada sob doses de fósforo. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 11, n. 1, p. 33-45, 2015.

BUDDENHAGEN, I. W. Understanding strain diversity in *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* and history of introduction of tropical race 4 to better manage banana production. **Acta Horticulturae**, v. 828, p. 193-204, 2009.

CASTRO, N. R.; COELHO, R. S. B.; LARANJEIRA, D.; COUTO, F. E.; SOUZA, M. B. R. Ocorrência, métodos de inoculação e agressividade de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* em *Helicônia* spp. **Summa Phytopathol**, v. 34, n. 2, p. 127-130, 2008.

CHARLIER, J.; ESCALANT, J. Global evaluation of *Musa* germplasm for resistance to *Fusarium* wilt, *Mycosphaerella* leaf spot diseases and nematodes. **INIBAP Technical Guidelines**, Montpellier, v.7, p.27- 62, 2003.

CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P. Doenças fúngicas e bacterianas. In: CORDEIRO, Z. J. M. (Org.). **Banana: fitossanidade**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. cap. 4, p. 36-65.

CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P.; HADDAD, F. Doenças fúngicas e bacterianas. In: FERREIRA, C. F.; SILVA, S. de O.; AMORIM, E. P.; SANTOS-SEREJO, J. A. (Ed.). **O agronegócio da banana**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. cap. 16. p. 555

CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A.P.; KIMATI, H. Doenças da bananeira (*Musa* spp.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2, cap. 13, p. 99-117.

CORDEIRO, Z. J. M.; KIMATI, H. Doenças da bananeira (*Musa* spp.). In: KIMATI, H. (Editor). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. P. 112-136.

CRESTE, S.; TULMANN NETO, A.; SILVA, S. de O.; FIGUEIRA, A. Genetic characterization of banana cultivars (*Musa* spp.) from Brazil using microsatellite markers. **Euphytica**, v. 132, p. 259-268, 2003.

DANIELLS, J. Que variedad de banano debo cultivar. **Informusa**, v. 9, n. 1, p. 31-33, 2000.

DIAS, J. do S. A.; ABREU, M. S. de.; RESENDE, M. L. V. de. Caracterização de isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) quanto à compatibilidade vegetativa e à patogenicidade em cultivares de bananeira diferenciadoras de raças no Brasil. **Biota Amazônia**, v. 4, n. 4, p. 60-65, 2014.

DONATO, S. L. R.; ARANTES, A. de M.; SILVA, S. de O.; CORDEIRO, Z. J. M. Comportamento fitotécnico da bananeira 'Prata-Anã' e de seus híbridos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 12, p. 1508-1515, 2009.

EMBRAPA. BRS Platina. Uma nova banana prata. **Boletim Informativo**. EMBRAPA CNPMF, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2012.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION-FAO. Faostat, Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org/site/567/default.aspx>>. Acesso em: 26 dez, 2017.

FOURIE, G.; STEENKAMP, E. T.; GORDON, T. R.; VILJOEN, V. Evolutionary relationships among the *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* vegetative compatibility groups. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 75, n. 14, p. 4770-4781, 2009.

GARCEZ, M.; MARTINS, J. A. S.; RODRIGUES, E. J. R. Evaluation of different banana genotypes for resistance to Panama disease. **Bioscience Journal**, v. 32, n. 2, p. 431-435, 2016.

GAUL, H. Mutagen effects observable in the first generation. In: MANUAL MUTATION BREEDING, IAEA, 1969. **New Delhi Proceedings...** Vienna: FAO/IAEA Division 1971, 106, 1970.

GOES, A.; MORETTO, K. C. K. Mal-do-Panamá. In: RUGGIEIRO, C. **Bananicultura**. v. 2, p. 122-128. 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. Produção Agrícola Municipal. Sistema IBGE de Recuperação Automática-SIDRA. 2017. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 05/12/2018.

LEDO, A. da S.; SILVA JÚNIOR, J. F. da.; LEDO, C. A. da S.; SILVA, S. de O. Princesa: Nova Cultivar de Banana Maçã para o Baixo São Francisco. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 2 p. (Comunicado Técnico 67).

LIBRELON, S. S.; COSTA, M. R.; NIETSCHKE, S.; PEREIRA, M. C. T. Diversidade genética de clones de bananeira ‘Prata-Anã’ (Aab) por meio de marcadores SSR. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 3, p. 809-817, 2013.

LICHTEMBERG, L. A.; MOREIRA, R. S. The history and characteristics of the ‘Enxerto’ banana. IN: REUNIÃO INTERNACIONAL ACORBAT, 17. Joinville, **Anais...** Joinville: ACORBAT/ACAFRUTA, 2006. v. 2. p. 885-887.

MAIA, A. M.; SILVA, C. M. Efeito da adubação no controle do mal-do-panamá (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*) na cultura da banana. **Revista Campo Digit@l**, v. 6, n. 1, p. 7- 13, 2011.

MATOS, A. P.; CORDEIRO, Z. J. M. O patógeno e sua distribuição geográfica. In: CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P.; SILVA, S.O. (Ed). **Recomendações técnicas sobre o controle da Sigatoka-negra da bananeira**, Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. 2011. p. 61-69.

MAK, C.; A. A.; MOHAMED, K. W.; LIEW, Y. W. Early screening technique for *Fusarium* wilt resistance in banana micropropagated plants. **Agriculture and Consumer Protection**, 2012.

MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; PERUCH, L. A. M. Inóculo de patógenos radiculares. In: MICHEREFF, S. J. **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2005. cap. 5, p. 93-124.

MOREIRA, R. S. **Banana**. Teoria e Prática de Cultivo. 2 ed. São Paulo: Fundação Cargill, 1999. 1 CD-ROM.

MOREIRA, R. S.; CORDEIRO, Z. J. M. A história da banana no Brasil. In: REUNIÃO INTERNACIONAL DA ACORBAT. v. 17, 2006. Joinville, **Anais...** Joinville: ACORBAT/ACAFRUTA, 2006. v. 1, p. 48-82.

NOMURA, E. S.; CUQUEL, F. L.; DAMATTO JUNIOR, E. R.; FUZITANI, E. J.; BORGES, A. L.; SAES, L. A. Nitrogen and potassium fertilization on 'Caipira' and 'BRS Princesa' bananas in the Ribeira Valley. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 8, p. 702-708, 2016.

PAIXÃO, P. T. M.; FARIAS, R. A. N.; MASCARENHAS, P. S. C.; MENDES, D. S.; NIETSCHKE, S.; PEREIRA, M. C. T.; XAVIER, A. A. **Seleção de Clones de Banana Resistente ao Mal do Panamá**. In: IX Fórum De Ensino, Pesquisa, Extensão e Gestão, 2015, Montes Claros-MG. IX FEPEG, 2015.

PEREIRA, E. K. C. **Patogenicidade e caracterização de isolados de *Fusarium* spp. obtidos de bananeiras sadias e infectadas com Mal-do-Panamá**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia)- Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2007.

PIMENTEL, R.M. de A.; GUIMARÃES, F. N.; SANTOS, V. M. do; RESENDE, J. C. F. de. Qualidade pós-colheita dos genótipos de banana PA42-44 e Prata-anã cultivados no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 407-413, 2010.

PÉREZ-VICENTE, L. Marchitamento por *Fusarium* (Mal de Panamá) en bananos: una revisión actualizada del conocimiento presente sobre su agente causal. In: Diagnóstico Fitosanitario, v. 8, p. 27-38, 2004.

PLOETZ, R. C. Fusarium wilt of banana is caused by several pathogens referred to as *Fusarium oxysporum* f. sp. *cabense*. **Phytopathology**, v. 96, p. 653-656, 2006.

PUA, E. C.; LEE, Y. C. Expression of a ripening-related cytochrome P450 cDNA in Cavendish banana (*Musa acuminata* cv. Williams). **Gene**, v. 305, p. 133-140, 2003.

ROSA, A. R. D. **Desempenho agrônômico de novas cultivares de bananeira (*Musa* spp.) na região de Piracicaba-SP**. 2016. Tese (Doutorado em Ciências: Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2016.

RODRIGUES FILHO, V. A.; SILVA, T. S.; DONATO, S. L. R.; ALMEIDA, W. L. de.; AMORIM, E. P.; TEIXEIRA, J. R. R. Características vegetativas de seis cultivares de bananeiras tipo prata em primeiro ciclo de produção. In: XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2012. Bento Gonçalves: **Anais...** Bento Gonçalves: SBF, 2012, p. 1- 4.

RODRIGUES, F. E.; LIBRELON, S. S.; NIETSCHE, S.; COSTA, M. R.; PEREIRA, M.C.T. Genetic variability in clones of 'Prata Anã' banana based on phenotypical molecular markers. *Bragantia*, v.71, p.182-189, 2012.

RODRIGUES, M,G,V,; DONATO, S,L,R,; RODRIGUES, F,E. Panorama del Sector bananero en el Norte de Minas Gerais, Brasil. **Boletín Musalac**, Costa Rica: Bioversity International, v,2, n,2, p,2-5, 2011.

RODRIGUES, F. E. **Caracterização do clone 'Prata Anã' Gorutuba no Norte de Minas Gerais**, 2010. Dissertação (Mestrado em Produção vegetal no Semiárido: Produção vegetal)- Universidade Estadual de Montes Claros, 2010.

SANTOS, T. M. dos.; COSTA, M. R.; XAVIER, A. A.; NIETSCHE, S.; FERNANDES, T. PRATES.; PEREIRA, G. V. N. Variabilidade genética de isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cabense* obtidos de bananais do norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, p. 437-445, 2011.

SEBRAE/ESPM, Serviço de Apoio às Pequenas e Médias Empresas do Distrito Federal, Banana, In: _____, **Estudos de mercado SEBRAE/ESPM 2008**: relatório completo, Brasília: SEBRAE, 2008, Série Mercado, 87 p.

SILVA, J. T. A. da.; RODRIGUES, M. G. V. Avaliação nutricional, produção e incidência do mal-do-Panamá em bananeira 'Prata-Anã' (AAB) adubada com K, no quarto ciclo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, p. 1170-1177, 2013.

SILVA, S. O.; LINO, L. S. M.; SANTOS-SEREJO, J. A. Melhoramento genético de bananeira para resistência à Sigatoka-negra. In: CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P.; SILVA, S. O. (Ed). **Recomendações técnicas sobre o controle da Sigatoka-negra da bananeira**, Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. p. 61-69.

SILVA, J. T. A.; BORGES, A. L. Solo, nutrição mineral e adubação da bananeira. **Informe Agropecuário**, v. 29, n. 245, p. 25-37, 2008.

SILVA, J. T. A.; BORGES, A. L.; DIAS, M. S. C.; COSTA, E. L.; PRUDÊNCIO, J. M. **Diagnóstico nutricional da bananeira 'Prata Anã' para o Norte de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Epamig. 2002. 16 p. (Boletim Técnico, 70).

SILVA, S. O. Cultivares de banana para exportação. In: CORDEIRO, J. M. (Org.). **Banana produção: aspectos técnicos**. Frutas do Brasil, Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 29-38.

VAN HARTEN, A, M. Mutation breeding: Theory and practical applications, Cambridge: **Cambridge University Press**, 353p, 1998.

VENTURA, J. A.; HINZ, R. H. Controle das doenças da bananeira. In: ZAMBOLIM, L. et al. (Ed.). **Controle de doenças de plantas: fruteiras**. Viçosa: UFV, 2002. v. 2, cap. 14, p. 839-906.

VIEIRA, L. M. **Brasil é o terceiro maior produtor de banana**. Hortifrúti , 2015. Disponível em: <http://www.revistacampoenegocios.com.br/brasil-e-o-terceiro-maior-produtor-de-banana/>.

ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J. A. **Resistência a doenças induzida pela nutrição mineral das plantas**. In: LUZ, W. C.; FERNANDES, J. M. C.; PRESTES, A.M.; PICININI, E.C. (Ed.). Revisão anual de patologia de plantas. Passo Fundo: RAAP, 1993. p. 275-317.