

MANEJO DO MAL-DO-PANAMÁ DA BANANEIRA UTILIZANDO *Trichoderma* sp. E ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Lippia sidoides*

WILSON JOSÉ DA SILVA JUNIOR¹
TEREZA CRISTINA DE ASSIS²
DOMINGOS E. G. T. DE ANDRADE²
LUCIANA M. SARTORI GURGEL²
REGINA C. TORRES DA ROSA²

¹ Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

² Instituto Agrônômico de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

E-mail para correspondência: wilson_jsjunior@hotmail.com

Resumo: A bananeira (*Musa* L. spp.) pertence à família Musaceae e ao gênero *Musa*, tem origem na Ásia, África e ilhas do Pacífico. Além de saborosa a banana tem vários atrativos nutricionais, é rica em vitaminas A e C, fibras, potássio, carboidratos e um pouco sódio. No Brasil onde a cultura é favorecida pelas condições edafoclimáticas a produção, que corresponde a 60% da cultivar “prata”, é destaque mundial. Dentre as doenças de importância econômica para a bananeira, o mal-do-panamá é uma das mais destrutivas dessa cultura em todo o mundo. A doença é causada pelo fungo habitante do solo *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* que até o momento possuem quatro raças fisiológicas conhecidas, sendo as raças 1, 2 e 4 as mais importantes na cultura da bananeira. Os métodos de controle eficazes contra o mal-do-panamá são restritos, limitando-se em estratégias que focam na exclusão do patógeno e no desenvolvimento de cultivares resistentes. A dificuldade de manejo por técnicas tradicionais intensificam as pesquisas com o controle alternativo e o biológico. Sendo o uso agentes biocontroladores como *Trichoderma* spp. uma alternativa promissora no manejo da doença. Termo para indexação: *Musa* spp., manejo, controle biológico, fusariose, *Fusarium*.

MANAGEMENT OF BANANA PANAMA DISEASE USING *Trichoderma* sp. AND ESSENTIAL OILS OF *Lippia sidoides*

Abstract: The banana tree (*Musa* L. spp.) belongs to the family Musaceae and to the genus *Musa*, it originates in Asia, Africa and Pacific islands. Besides tasty the banana has several nutritional attractions, it is rich in vitamins A and C, fiber, potassium, carbohydrates and a little sodium. In Brazil where the crop is favored by the edaphoclimatic conditions, the production, which corresponds to 60% of the “prata” cultivar, is a worldwide highlight. Among the diseases of economic importance for the banana tree, panama disease is one of the most destructive of this culture in the world. The disease is caused by the fungus inhabitant of the soil *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* that to date have four known physiological races, with races 1, 2 and 4 being the most important in banana crop. Effective methods of control against to panama disease are restricted, limiting themselves to strategies that focus on the exclusion of the pathogen and the development of resistant cultivars. Management by traditional techniques is

not feasible, which intensifies research with alternative and biological control. The use of biocontrol agents such as *Thichoderma* spp. a promising alternative in the management of the disease.

Index terms: *Musa* spp., Management, biological control, fusarium wilt, *Fusarium*.

CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA E COMERCIAL DA BANANEIRA

A bananeira (*Musa* L. spp.) pertence à família Musaceae e ao gênero *Musa* é originária do continente Asiático, sendo reconhecidos também outros centros de origem secundários, na África e ilhas do Pacífico (NELSON; PLOETZ; KEPLER, 2006). Planta monocotiledônea e herbácea, apresenta caule subterrâneo (rizoma) de onde saem as raízes primárias, em grupos de três ou quatro, totalizando 200 a 500 raízes, com espessura, predominantemente, menor que 0,5 mm, podendo atingir até 8 mm. As raízes são brancas e tenras quando novas, tornando-se amareladas e endurecidas com o passar do tempo. O sistema radicular é fasciculado, podendo atingir horizontalmente até 5 m, mas comumente 1 a 2 m, dependendo da variedade e das condições edáficas. Uma das principais características fisiológicas da bananeira é a presença do “falso” tronco, o pseudocaulé que é formado por bainhas foliares, terminando com uma copa de folhas compridas e largas, com nervura central desenvolvida. Uma planta pode emitir de 30 a 70 folhas, com o surgimento de uma nova folha a cada 7 a 11 dias. A inflorescência sai do centro da copa e apresenta brácteas ovaladas de coloração, na maioria das vezes, roxo-avermelhadas, em cujas axilas nascem as flores. Os frutos formam-se em pencas e dependendo variedade podem somar de 40 a 220 unidades (BORGES; SOUZA, 2004).

A banana é um dos frutos mais consumidos no mundo, destacando-se como a principal fruteira tropical. Além do sabor, são vários os atrativos nutricionais de estímulo ao seu consumo, pois é rica em vitaminas A e C, fibras e potássio,

carboidratos, além de conter pouco sódio (GHAG; GANAPATHI, 2018). É cultivada em mais de 120 países localizados nas regiões tropicais e subtropicais do mundo (SOUZA et al., 2000). Inicialmente a produção de bananas teve uma base mais científica, a exploração botânica e comercial permitiu a distribuição de algumas variedades como a banana AAA Cavendish que foi obtida primeiro na China em 1826, essa cultivar foi originalmente multiplicada em casas de vegetação na Europa e depois redistribuídas para jardins botânicos, estações de pesquisa e empreendimentos comerciais interessados. Esta cultivar agora está disseminada em todo o mundo, não só como a principal banana do comércio de exportação, mas também rapidamente assumindo um papel importante na agricultura de algumas das regiões às quais foi introduzida (JEGER et al., 1995).

Bananeira é a denominação genérica para diversas espécies do gênero *Musa*, dentro da família das Musáceas. A classificação botânica para esse gênero é mundialmente adotada, baseada no número de cromossomos, dividindo-se então em dois grupos. O primeiro grupo compreende as bananeiras com número básico de cromossomos igual a 10, que possuem brácteas lisas e dividem-se nas seções, *Australimusa* e *Callimusa*, que se destacam na extração de fibra e de interesse botânico, respectivamente ((NELSON; PLOETZ; KEPLER, 2006).

O segundo grupo com número básico de cromossomos igual a 11, também é composto por duas seções a *Rhodoclamys*, que é mais conhecida por *Musa ornata*, de

importância ornamental e a seção *Eumusa* ou, simplesmente, *Musa*, que engloba as variedades cultivadas, destacando-se pela grande inflorescência e numerosos frutos por penca.

As bananeiras produtoras de frutos comestíveis pertencem à classe das Monocotiledôneas, ordem Scitaminales, família Musacea, subfamília Musoidae e gênero *Musa*. No cenário evolutivo participaram as espécies diploides selvagens *M. acuminata* Colla e *M. balbisiana* Colla, ambas com 11 cromossomos ($n=11$). A espécie *acuminata* (Genoma A) possui ploidia AA, AAA e AAAA, já a *balbisiana* (Genoma B) pode ser, BB, BBB e BBBB, mas ambas as espécies podem cruzar entre si, seja naturalmente ou artificialmente, produzindo os híbridos: AB, AAB, ABBB, AABB e AAAB (DIAS, 2011).

As cultivares possuem três níveis cromossômicos distintos: diploide, triploide e tetraploide, respectivamente com dois, três e quatro múltiplos do número básico de cromossomos, 22, 33 e 44 respectivamente. Na Ásia onde predominam formas selvagens de *M. balbisiana*, houve um estágio evolucionário paralelo, onde surgiram cultivares diploides e triploides puramente *balbisiana*, os quais foram primeiramente reconhecidos nas Filipinas (ARVANITOYANNIS; MAVROMATIS, 2009). A natural distribuição de *M. acuminata* e *M. balbisiana* na região, associada à autocompatibilidade entre as duas espécies, levou ao surgimento das

bananeiras AB, AAB e ABB. Os tetraploides dos grupos AAAA, AAAB, AABB e ABBB evoluíram de forma parecida (D'HONT et al., 2000) Neste grupo, encontram-se as cultivares Ouro, Nanica, Nanicão, Grande naine, Terra, D'angola, Maçã, Prata, Prata anã, Pacovan, Figo e Ouro da mata (PLOETZ, 2006a).

Embora existam muitas variedades de banana são poucas as cultivares com potencial agrônomo para serem usadas comercialmente levando em conta aspectos como preferência dos consumidores, produtividade, tolerância a pragas e doenças, resistência à seca, porte e resistência ao frio. As cultivares mais difundidas no Brasil são: Prata, Pacovan, Prata Anã, Maçã, Mysore, Terra e D'Angola, do grupo AAB, utilizadas unicamente para o mercado interno, e Nanica, Nanicão e Grande Naine, do grupo AAA, usadas principalmente no mercado para exportação. Em menor escala são plantadas Ouro (AA), Figo Cinza e Figo Vermelho (ABB), Caru Verde e Caru Roxa (AAA). As cultivares Prata, Prata Anã e Pacovan são responsáveis por aproximadamente 60% da área cultivada com banana no Brasil (SILVA et al., 2001).

O Brasil é destaque no mercado internacional como um dos maiores produtores mundiais de frutas e devido a grande diversidade climática, produz desde fruteiras adaptadas ao clima temperado até as tipicamente tropicais (VIVIANI; LEAL, 2007).

IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA CULTURA DA BANANEIRA

A bananeira é uma das culturas mais importantes do mundo, especificamente é a quarta maior em termos de produção, totalizando 5.494.005 hectare (ha) de área plantada e produção de 113.280.302 toneladas (t) equivalente a um rendimento de 20,62 t/ha. A Ásia (61.584.024 t) e a

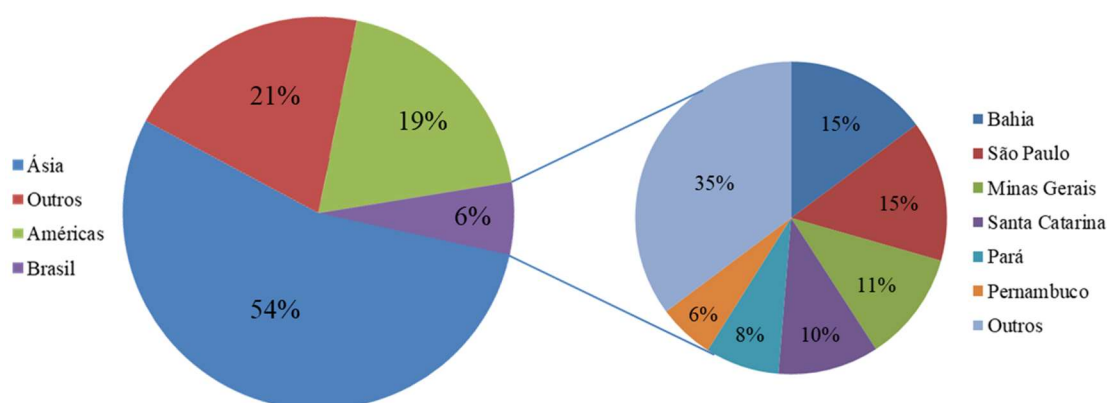
América (28.626.955 t) são os continentes que se destacam na produção desta cultura, sendo a Índia (29.124.000 t), China (13.066.778 t), Indonésia (7.007.125 t) e Brasil (6.764.324 t) os maiores produtores mundiais. No ano de 2016, o Brasil se estabeleceu como quarto maior produtor

mundial com uma área colhida de 469.711 ha e uma produtividade de 14,4t/ha, posicionando assim a bananeira como a segunda frutícola mais cultivada no país, atrás apenas da laranjeira (FAO, 2018).

Apesar de não ser autóctone a produção de banana ocorre em todos os estados do Brasil. O estado da Bahia (1.004.000 t) lidera o ranking de produção seguido por São Paulo (985.332 t), Minas Gerais (772.845 t), Santa Catarina (708.000 t) e Pará (519.348 t). Pernambuco ocupa a sexta posição com uma produção anual de 393.215 t e rendimento de 10,324 t/ha

(IBGE, 2017). A região Nordeste do Brasil, detentora de polos de fruticultura irrigada, é a maior produtora de banana com 197.295 ha plantados e produção de 2.228.998 t, produzindo mais que as regiões norte, sul e centro-oeste somadas. Nesta região destacam-se os estados da Bahia (1.004.000t), Pernambuco (393.215 t), Ceará (324.101t), e Rio Grande do Norte (148.664t) (IBGE, 2017) (Figura 1). As cultivares mais plantadas, pacovan e prata anã, que ocupam cerca de 90% dos plantios nas áreas de produção (SILVA JUNIOR; COELHO; MICHEREFF, 2000).

Figura 1- Produção Mundial e Nacional de banana.



Fonte: Elaborado a partir de dados disponibilizados pela FAO (2018) e IBGE (2018).

A região semiárida do polo Petrolina-Juazeiro (Pernambuco e Bahia, respectivamente) apresenta excelentes condições de clima e de solo para a produção de banana de alto padrão de qualidade, essas condições favorecem o rápido desenvolvimento da bananicultura nessa região (CORDEIRO, 2014), porém é preciso superar a baixa eficiência na produção e manejo, assim como, os problemas fitossanitários. O polo conta com vários projetos de irrigação como Nilo Coelho, Mandacaru, Salitre, Tourão, Curaçá e Pontal que mantêm a produção

elevada de frutas, destacando-se em nível nacional. A cultivar pacovan ocupa cerca 90% da área produzida no polo (CORDEIRO, 2014).

A cultura da banana vem sofrendo com alguns obstáculos ao seu desenvolvimento e crescimento, pois levantamentos recentes demonstram que a produção nacional caiu, ou seja, tanto a área plantada como a produção diminuiu (IBGE, 2017). Essas comparações foram feitas nas safras dos anos precedentes, resultados que desbancaram as projeções para esses anos realizadas pelo Ministério da Agricultura,

Pecuária e Abastecimento (MAPA) e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Ainda de acordo com estes institutos a estimativa é que a produção de banana retorne numa crescente para os próximos anos.

Da mesma maneira que qualquer outra cultura cultivada em larga escala, a

bananeira é afetada por diversos problemas fitossanitários, causados por fungos, bactérias, vírus, nematoides e insetos (AMORIM et al., 2016) sendo as principais doenças o moko da bananeira, sigatoka-negra, sigatoka-amarela e o mal-do-panamá (CORDEIRO, MATOS, MEISSNETR FILHO, 2004; AMORIM et al., 2016).

O MAL-DO-PANAMÁ

O mal-do-Panamá também conhecido como fusariose ou murcha de *Fusarium* da bananeira é uma das doenças mais destrutivas dessa cultura em todo o mundo (PLOETZ, 2006b, 2006a; STOVER, 1972; VILJOEN, 2002). Doença esta que teve seus primeiros relatos por volta de 1876 na Austrália, mas só adquiriu notoriedade em 1904, no Panamá, quando os prejuízos foram substanciais, motivando a denominação dessa doença de mal do Panamá (PLOETZ, R. C. , PEGG, 1999; PLOETZ; PEGG, 1997). Em Ulua, vale de Honduras foram destruídos 30.000 ha entre os anos de 1940 e 1960 (PLOETZ, 2006b). Extremamente destrutiva à bananeira, a fusariose é considerada uma das seis doenças economicamente mais importantes de todos os tempos (PLOETZ, 2006b; SIMMONDS; STOVER, 1987; STOVER, 1972).

A doença é endêmica ocorrendo em todas as regiões produtoras do mundo como a Ásia, África, Austrália e América, onde destruiu mais de 40.000 ha de bananeiras na América Central e do Sul durante um período de 50 anos (PLOETZ, R. C. , PEGG, 1999; PLOETZ, 2006a). No Brasil, a primeira constatação foi em 1930, no município de Piracicaba, São Paulo, na cultivar Maçã (AMORIM et al., 2016). Em um período de apenas quatro anos foram dizimados cerca de um milhão de plantas de bananeira no município paulista. Com isso, o plantio desta cultivar no estado de São Paulo tornou-se uma atividade

consideravelmente inviável, por ser altamente suscetível à doença (GOES; MORETO, 2001), o que quase extinguiu essa cultivar do mercado nacional (AMORIM et al., 2016). A fusariose é de grande severidade para as cultivares Maçã, Prata, Pacovan e Prata-anã, todas de grande aceitação popular (CORDEIRO, 1991) o que torna o problema ainda mais grave, pois o fitopatógeno é amplamente difundido em todas as regiões produtoras do país e às variedades cultivadas, incluindo Maçã e as cultivares do subgrupo Prata, que representam 95% da totalidade dos bananais nacionais são, na sua maioria, suscetíveis a doença (AMORIM et al., 2016; CORDEIRO, 1999; PLOETZ, 2006a; SILVA et al., 2003).

A infecção inicia-se pelas radículas, atingindo o sistema vascular da bananeira, em um processo sistêmico. As radículas e extremidades das raízes são os sítios iniciais de infecção (STOVER, 1972). Ao penetrar no sistema radicular das plantas, o fitopatógeno, bloqueia os vasos do xilema e desencadeia uma série de sintomas externos da doença que incluem o amarelecimento das margens das folhas mais velhas, o qual progride das folhas mais velhas para as mais jovens. As folhas murcham, secam e quebram junto ao pseudocaule (PLOETZ, 2015). Consequentemente, as folhas mortas ficam pendentes juntos ao pseudocaule (CORDEIRO et al., 2004; AMORIM, L. et al., 2016).

Os sintomas internos da doença são a coloração avermelhada nos vasos do xilema e nas raízes laterais e, posteriormente, a raiz principal (AMORIM, L. et al., 2016; PLOETZ, 2015) A descoloração vascular progride até o rizoma e é mais proeminente junto ao córtex, passando, finalmente, a afetar grandes porções do pseudocaule (PLOETZ, 2006a). De acordo com Hoy, 1998 a descoloração é ocasionada pela presença do fitopatógeno nos vasos. As pontuações pardo-avermelhadas surgem provavelmente pela oxidação de fenol quando na presença do agente fitopatogênico. No pseudocaule a descoloração vascular concentra-se mais periféricamente, mantendo-se o centro claro (MOHAMED et al., 1999)

Os rizomas infectados são muitas vezes assintomáticos, mas efetivamente dispersam o fitopatógeno quando usados como material de propagação (STOVER, 1962). A disseminação ocorre também na

água e em implementos/máquinas agrícolas. O desenvolvimento da doença cresce em ritmo acelerado em certos casos, podendo ser influenciado pela fertilidade, pH e drenagem, aliada a susceptibilidade das cultivares, condições edafo-climáticas e manejo do solo (PLOETZ, 2006b).

A disseminação por mudas infectadas no Brasil é relatada como de significativa importância, pois, são frequentemente utilizadas em novos plantios, que na maioria dos casos, são do tipo convencional, sem os devidos cuidados na seleção. Para eliminação ou redução dessa via de disseminação podem ser usadas mudas (AMORIM, L. et al., 2016). Devido ao baixo nível tecnológico, a doença toma relevantes proporções, ao ponto dos agricultores abandonarem a área de cultivo, reduzindo assim a produção e, conseqüentemente, a oferta de bananas aos consumidores (AMORIM, L. et al., 2016; STOVER, 1962).

O FITOPATÓGENO

A doença é causada pelo fungo habitante do solo *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (E.F. Smith) Snyd e Hans. Este fungo faz parte do complexo *Gibberella* Sacc., que é atualmente composto de 12 espécies biológicas (LESLIE; SUMMERELL, 2007; SUMMERELL; LESLIE, 2011). *F. oxysporum* f.sp. *cubense* (Foc) é um patógeno de grande potencial evolutivo, pois já foram relatados 21 grupos de compatibilidade vegetativa e três raças fisiológicas que infectam bananeiras (PLOETZ, 2006a).

Em relação à morfologia, Foc apresenta microconídios em grande quantidade, geralmente unicelulares, ovais a reniformes e hialinos. Os macroconídios também são abundantes, fusiformes, falcados, isolados e multicelulares. Os clamidosporos são esféricos e produzidos nas extremidades dos conidióforos,

intercalados nas hifas ou em macroconídios (OHARA et al., 2004). As colônias crescem 4 a 7 mm/dia sobre meio de cultivo batata-dextrose-ágar (BDA) a 24°C, com abundante micélio aéreo, que apresenta coloração variando do branco ao violeta (PLOETZ, 2006a).

Foc apresenta uma série de variações de características morfológicas e patogênicas, resultando em uma classificação complexa dividida em seções, *formae speciales* e raças (OLIVEIRA; COSTA, 2002). O conceito *formae speciales* foi aplicado para reconhecer isolados patogênicos que foram morfológicamente semelhantes a isolados saprofíticos de mesma espécie, mas que diferenciavam na habilidade em parasitar hospedeiros específicos (SNYDER; HANSEN, 1940).

Quatro raças fisiológicas do patógeno são conhecidas, sendo as raças 1, 2 e 4 as mais importantes na cultura da bananeira. Em relação à diferenciação, a forma mais simples é baseada no uso de variedades indicadoras. Assim, a variedade Gros Michel é indicadora da raça 1, a Bluggoe, indicadora da raça 2 e as variedades do subgrupo Cavendish (Nanica, Nanicão e Grande Naine) são indicadoras da raça 4. As raças agrupadas pelas diferentes cultivares infectadas são, respectivamente, a raça 1, que infecta Gros Michel e maçã, a raça 2, infecta Bluggoe, Figo e outras bananeiras, e a raça 4, infectando variedades do grupo Cavendish. Isto torna a raça 4 de extrema importância para o Brasil, devido ao fato de que a produção nacional é sustentada por cultivares desse grupo (AMORIM, L. et al., 2016). Já a raça 3 foi reportada afetando espécies de *Heliconia* e, em menor medida, Gros Michel e mudas de *Musa balbisiana* (FOURIE et al., 2011).

Foi relatada a ocorrência de um novo biótipo da raça 4, a raça Tropical 4 ou TR4, que está devastando plantações em vários países produtores de banana, tais como Taiwan, Malásia, Sumatra, Sulawesi,

Filipinas, Vietnam, China e Austrália. A disseminação da TR4 para os países produtores de banana dos continentes africano e americano pode ser considerada uma ameaça para a bananicultura mundial, pois além do subgrupo Cavendish, afeta as cultivares que geram 80% da produção mundial desta cultura (DITA et al., 2010).

Espécies de *Fusarium* foram, por um longo período, classificadas baseando-se apenas em características morfológicas e sua especificidade para com o hospedeiro. Porém essas características estão em desuso, devido a plasticidade e variações das características fenotípicas encontradas nesse fungo, segundo Leslie e Summerell (2006) a taxonomia baseada apenas em conceitos morfológicos não é confiável. Com o uso de técnicas moleculares e a aplicação do conceito de espécie biológica, a forma como essas espécies são definidas gera uma informação mais confiável e precisa o que auxilia tanto na identificação precisa do patógeno e municia informações para o manejo de doenças (KVAS et al., 2009; LESLIE; ZELLER; SUMMERELL, 2001; NIRENBERG; O'DONNELL, 1998).

MANEJO DO MAL-DO-PANAMÁ

De maneira geral, os métodos mais utilizados no manejo incluem: o uso de cultivares resistentes, desinfestação do solo com fungicida químico e rotação de cultura utilizando plantas não hospedeiras. O uso de cultivares resistentes é uma excelente alternativa, sendo conhecidos dois mecanismos de resistência nas bananeiras frente à infecção de Foc, que é a formação de gel no xilema e a formação de tiloses. Esses mecanismos impedem o avanço e a colonização da bananeira pelo patógeno (STOVER, 1972). Porém dificuldades como a identificação de genes de resistência ou a habilidade de adaptação dos patógenos

a novos genótipos podem tornar a resistência uma solução temporária (SUTTON, 2000). Esforços vêm sendo desenvolvidos para o melhoramento da bananeira a partir de germoplasma natural selecionado pelo homem. No entanto, a reprodução vegetativa e um limitado número de acessos selvagens disponíveis resultam numa base genética estreita, o que representa um risco iminente, semelhante ao que ocorreu com a bananicultura latino-americana de exportação baseada na cultivar Gros Michel, suscetível à fusariose. A bananicultura explorada atualmente corre risco semelhante, por se basear num clone

tipo Cavendish, a cultivar Grande Naine (SILVA; FLORES; LIMA NETO, 2002).

Em programas de melhoramento genético da bananeira, o desenvolvimento de cultivares resistentes a doenças, tem que atender também características ou exigências de produtores e consumidores, tais como precocidade, alta produtividade e boa aceitação no mercado (SANTOS et al., 2006; SILVA; FLORES; LIMA NETO, 2002). O programa de melhoramento genético da bananeira no Brasil foi iniciado em novembro de 1982, em Cruz das Almas-BA, sendo baseado nas características do subgrupo prata. Desde então, os genótipos selecionados foram avaliados em diversas regiões do Brasil (SILVA; FLORES; LIMA NETO, 2002). Como resultados práticos deste programa, até o momento, têm-se a recomendação dos híbridos PA12-03 (Pioneira), FHIA-18, SH36-40 (Prata Graúda), PV42-68 (Pacovan Ken), PV42-85 (Preciosa), PV42-142 (Japira), YB42-21 (Tropical), FHIA-01 (Maravilha), ST42-08 (Garantida), PC42-01 (Caprichosa) e das cultivares Caipira, Nam (Prata Baby) e Thap Maeo. No entanto, pouco tem sido feito com relação às bananas do tipo Maçã, que mesmo possuindo excelente sabor e preços elevados no mercado, desapareceram praticamente das áreas produtoras, devido à elevada suscetibilidade a fusariose (BORGES et al., 2008; CORDEIRO; MATOS; MEISSNER FILHO, 2004), causando o descontentamento nos consumidores que apresentam preferência por este tipo de banana (MATSUURA; COSTA; FOLEGATTI, 2004).

O controle das doenças e pragas na agricultura tem se intensificado, sendo realizado basicamente através do emprego de produtos sintéticos, com elevados custos e riscos ambientais (desequilíbrio ecológico) e toxicológicos (elevada concentração nos alimentos) (LOCK; WILKS, 2001). O controle químico da fusariose é economicamente impraticável

(PLOETZ, 2006a), a doença uma vez presente no bananal não pode ser controlada mediante a aplicação de fungicidas, tampouco ser erradicada por meio da fumigação do solo (WALDUCK; DALY, 2006), ainda segundo José et al (2001) a única alternativa de controle duradouro dessa doença, até então disponível, é o cultivo de cultivares resistentes.

Em relação ao uso de rotação de culturas é importante salientar que o fitopatógeno é um fungo habitante de solo, no qual desenvolve alta capacidade de sobrevivência por longos períodos, na ausência do hospedeiro, permanecendo viável como saprófita, uma vez presente no solo é incapaz de ser eliminado (KURTZ; SCHOUTEN, 2009). Segundo Moore et al (2001) e Ploetz (2006b) o fitopatógeno permanece viável por mais de 30 anos, o que dificulta potencialmente o controle. Este fato deve-se à formação de clamidósporos (estruturas de resistência) (AGRIOS, 2005), que tem sua germinação incitada a partir do contato com exsudatos de raízes do hospedeiro e de espécies não hospedeiras (SCHIPPERS; VAN ECK, 1981) e a ocorrência do ciclo parassexual, que se inicia com a formação de heterocário, favorece a alta variabilidade genética e, também, aumenta a sobrevivência no ambiente (STOVER; PLOETZ, 1990). Além disso, o fitopatógeno tem sido detectado em associação com plantas invasoras, dentre elas *Paspalum fasciculatum* L., *Panicum purpurascens* L., *Ixophorus unisetus* (J.Presl.) Schltdl., *Commelina difusa* L., raízes de *Paspalum* L. sp. e *Amaranthus* L. sp., que são de ocorrência comum em bananais (CORDEIRO; MATOS; MEISSNER FILHO, 2004).

Métodos de controle eficazes contra a fusariose da bananeira são restritos, limitando-se, portanto, as estratégias de manejo principais, que focam na exclusão do patógeno, ou seja, a introdução da cultura em áreas livres do patógeno, e no

desenvolvimento de variedades resistentes (MOORE et al., 2001; VILJOEN, 2002). O programa de melhoramento genético de bananeira no Brasil tem sido conduzido para a obtenção de cultivares resistentes a fusariose, algumas cultivares já lançadas são derivadas do cruzamento entre triploides do subgrupo prata e diploides que apresentam resistência ao patógeno (AMORIM, L. et al., 2016; SILVA et al., 2011). De acordo com Viljoen (2002) cultivares com resistência ao patógeno têm sido identificados, porém não sempre são bem aceitas nos principais mercados locais. Vale salientar que para bananeira do tipo Maçã, até o momento, não foram lançadas cultivares resistentes à doença.

A dificuldade de controle de doenças de plantas por técnicas tradicionais intensificam as pesquisas com o controle biológico em diversas culturas (CAVAGLIERI; PASSONE; ETCHEVERRY, 2004; GARMENDIA; GOICOECHEA; AGUIRRELEOA, 2004; SILVA; BETTIOL, 2005). O controle biológico de doenças causadas por fungos de solos tem sido investigado e, em bananeira, a utilização de microrganismos antagonistas constitui-se em uma alternativa promissora para reduzir as populações dos fitopatógenos no solo (AMORIN; SOARES DE MELO, 2002).

Espécies de gênero *Trichoderma* são amplamente no solo, reconhecidos pelo efeito antagônico contra espécies de patógenos de plantas (DEV; DAWANDE, 2010). A primeira descrição deste fungo foi feita por Persoon em 1974 e, em 1865, sua relação com o estágio sexual *Hypocrea* foi sugerida (DOWELD, 2013). Contudo as diferentes espécies associadas ao gênero *Trichoderma/Hypocrea* foram difíceis de classificar devido à distinta morfologia. Index Fungorum (IFS, 2014) estão listados 471 diferentes nomes para espécies de *Hypocrea* e 165 para *Trichoderma*, entretanto, vários nomes foram introduzidos antes dos métodos de

identificação moleculares. Até o presente momento a Subcomissão Internacional sobre Taxonomia de *Trichoderma/Hypocrea* (ISTH, 2014) lista 104 espécies sendo essas caracterizadas a nível molecular. *Trichoderma* é caracterizado pelo rápido crescimento, apresenta comumente conídios verdes e conidióforos ramificados (GAMS; BISSETT, 1998). Os fungos desse gênero possuem amplas possibilidades para aplicação, tanto no biocontrole de patógenos foliares, quanto no de patógenos radiculares. Entre os exemplos, citam-se *Sclerotinia sclerotiorum* De Bary, *Phytophthora* spp. De Bary, *Cylindrocladium* spp. Morgan, *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitz. e *Sclerotium rolfsi* Saccardo (GOMES; GRIGOLLET JUNIOR; AUER, 2001; (DOS SANTOS; DHINGRA, 1982; GOMES et al., 2007; SMITH; WILCOX; HARMAN, 1990).

Os fungos do gênero *Trichoderma* são de grande importância econômica para a agricultura, uma vez que são capazes de atuarem como agentes de controle de doenças de várias plantas cultivadas, promotores de crescimento e indutores de resistência de plantas a doenças (FORTES et al., 2007; MOHAMED; HAGGAG, 2006). Vários estudos têm verificado significativas reduções da fusariose em muitas culturas, pela aplicação de diferentes espécies de *Trichoderma* (BELL; WELL; MARKHAM, 1982; BISWAS; DAS, 1999; ELAD; KAPAT, 1999; MORSY, ABDEL-KAWI, KHALIL, 2009; PAPAVIDAS, 1985; RAMEZANI, 2008, 2009; SABALPARA et al., 2009; SIVAN; CHET, 1986, 1987).

A busca por mais alternativas de controle tem relacionado, de forma bastante promissora, o uso de extratos vegetais e óleos essenciais de plantas como opção de manejo econômico e ecológico de doenças. O uso de extratos vegetais e óleos essenciais têm sido fonte de inúmeras pesquisas que validam sua eficácia (ASAD et al., 2014;

MOHAMED; HAGGAG, 2006; MORSY; ABDEL-KAWI; KHALIL, 2009). Os primeiros relatos históricos da utilização de óleos essenciais de plantas provêm do Oriente, especificamente no Egito, onde os óleos essenciais eram usados para embalsamar múmias e para fazer oferendas nas cerimônias religiosas (WALTERS, 1998). Os óleos essenciais são constituídos por uma mistura de compostos naturais, complexos, voláteis, caracterizados por um odor forte, extraídos de plantas através da técnica de arraste a vapor, na grande maioria das vezes, e também pela prensagem do pericarpo de frutos cítricos. Entre seus constituintes estão geralmente monoterpenos, sesquiterpenos e fenilpropanoides, originários do metabolismo secundários, que podem ser encontrados nas flores, folhas, cascas, rizomas e frutos (ABDOLAHY et al., 2010; BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009; CRAVEIRO; QUEIROZ, 1993). São conhecidos cerca de 3.000 óleos essenciais, dos quais 300 são comercialmente importantes (BAKKALI et al., 2008). Os constituintes químicos desses óleos aromáticos variam desde hidrocarbonetos terpênicos, álcoois simples, fenóis, aldeídos, éteres, ácidos orgânicos, ésteres, cetonas, lactonas, cumarinas, até compostos contendo nitrogênio e enxofre. Podem ser utilizados para a síntese de vitaminas, hormônios, antibióticos e anti-sépticos (SIMOES, 2006). Portanto, plantas medicinais e aromáticas, com seus princípios ativos antimicrobianos, tornam-se promissoras no controle das doenças de plantas, como verificou Silva (2006) que utilizando extratos vegetais de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss) promoveu a redução do desenvolvimento de Foc em condições *in vitro* e de casa-de-vegetação. Vários trabalhos vêm sendo realizados buscando demonstrar o potencial da utilização dessas plantas no controle de fitopatógenos (HADIZADEH;

PEIVASTEGAN; HAMZEHZARGHANI, 2009; KNAAK; FIUZA, 2010)

O gênero *Lippia* (Verbenaceae) inclui aproximadamente 200 espécies de ervas, arbustos e de árvores de pequeno porte, sendo 120 espécies de ocorrência no Brasil, que são caracterizados pela presença de óleos essenciais de atividade antimicrobiana, derivados de compostos como timol e carvacrol. *Lippia sidoides* Cham. é uma planta presente nas regiões tropicais de todo o mundo (COSTA et al., 2017). No Brasil é disseminada nas regiões Norte e Nordeste e apresenta propriedades biológicas importantes destacando-se como fonte de pesquisa contra agentes fitopatogênicos (MATOS, 1994). Sua ocorrência está localizada principalmente nos municípios de Mossoró-RN e Tabuleiro do Norte-CE, onde é popularmente conhecida como alecrim, alecrim-pimenta e estrepa-cavalo (LEAL et al., 2003) O óleo essencial obtido das é constituído de timol (50 a 60%) e carvacrol (5 a 8%), pode ser extraído das folhas secas ou frescas, têm odor forte e sabor aromático picante (CRAVEIRO, 1981). Estudos realizados por Tracy e Webster (2011) evidenciaram o efeito bactericida e antibiótico do timol sobre espécies de *Penicilium* sp.. A atividade antimicrobiana desenvolvida por óleos essenciais tem sido atribuída a pequenos terpenóides e compostos fenólicos como timol, carvona, carvacrol, mentol e muroleno, que também na forma pura exibem atividade antifúngica (KNAAK; FIUZA, 2010)

A ação de compostos de plantas no controle de fitopatógenos pode ser tanto por sua ação direta, inibindo o crescimento do microrganismo e a germinação de esporos, quanto pela capacidade de induzir o acúmulo de fitoalexinas, indicando a presença de moléculas com característica elicitora (moléculas de origem biótica ou abiótica capazes de estimular qualquer resposta de defesa da planta) (BONALDO, 2004). Além disso, a utilização de produtos

naturais extraídos de vegetais tem a vantagem de redução de custos de produção e ausência de impacto ambiental causado pelos agroquímicos (COUTINHO; ARAÚJO; MAGALHÃES, 1999).

Apesar da importância da fusariose da bananeira para o Brasil, a inexistência de

variedades de bananeira maçã resistentes a fusariose e as dificuldades e ineficiência do controle químico e de rotação de culturas, pouco tem sido feito para reduzir a severidade da doença no País, particularmente, nas áreas de plantio do Nordeste brasileiro.

REFERÊNCIAS

ABDOLAH, A.; HASSANI, A.; GHOSTA, Y.; JAVADI, T.; MESHKATALSADAT, M. H.. Essential oils as control agents of postharvest alternaria and Penicillium rots on tomato fruits. **Journal of Food Safety**, v. 30, n. 2, p. 341–352, 2010.

AGRIOS, G. **Plant Pathology** 5. ed. Amsterdam: Elsevier, 2005. p. 922.

AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas. 5. ed. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 2016. v.1, p.722.

AMORIN, E. P. D. R.; SOARES DE MELO, I. Antagonism of rhizobacteria to *Phytophthora parasitica* and *P. citrophthora* and the effect on development of citrus seedlings. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, p. 565-568, 2002.

ARVANITTOYANNIS, I. S.; MAVROMATIS, A. Banana cultivars, cultivation practices, and physicochemical properties. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 49, p. 113-135, 2009.

ASAD, S. A.; ALI, N.; HAMEED, A.; KHAN, S. A.; AHMAD, R.; BILAL, M.; SHAHZAD, M.; TABASSUM, A. Biocontrol efficacy of different isolates of *Trichoderma* against soil borne pathogen *Rhizoctonia solani*. **Polish Journal of Microbiology**, v. 63, p. 95-103, 2014.

BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M.. Biological effects of essential oils - A review. **Food and Chemical Toxicology**, 2008.

BELL, D. K.; WELL, H.D.; MARKHAM, C.R. In vitro antagonism of *Trichoderma* species against six fungal plant pathogens. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 72, p.379-382, 1982.

BIOMIST. **Breve história das fragrâncias**. Disponível em: <<http://www.biomist.com.br>>. Acesso em 07 jun 2018.

BISWAS, K. K.; DAS, N. D. Biological control of Pigeon pea wilt caused by *Fusarium udum* with *Trichoderma* spp. **Annals of Plant Protection Sciences**, New Delhi, v. 7, p. 46-50, 1999.

BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v. 32,, p. 588-594, 2009.

BONALDO, S. M.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R. TESSMAN, D. J.; SCAPIM, C. A. Fungitoxicidade, atividade elicitora de fitoalexinas e proteção de pepino contra *Colletotrichum lagenarium*, pelo extrato aquoso de *Eucalyptus citriodora*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 128-134, 2004.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S.; CALDAS, R. C.; SANTOS, A. M. dos. Desempenho de variedades de bananeira em sistema de produção orgânica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., 2008, Vitória. **Anais...** Vitória: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2008. CD-ROM 1.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. Exigências edafo-climáticas. In: BORGES, A.L.; SOUZA, L.S. (Eds.) **O cultivo da bananeira**. 1. ed. Cruz das almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004, p.15-23.

CAVAGLIERI, L. R.; PASSONE, A.; ETCHEVERRY, M. G. Correlation between screening procedures to select root endophytes for biological control of *Fusarium verticillioides* in *Zea mays* L. **Biological Control**, Atlanta, v. 31, p. 259-267, 2004.

CORDEIRO, Z. J. M. Doenças. In: ALVES, E. J. (Org.). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2. ed. rev. Brasília: **Embrapa-SPI/Embrapa-CNPMF**, 1999. v. 1, p. 353-407.

CORDEIRO, Z. J. M. Reação de cultivares e clones de banana ao Mal-do-Panamá. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 13, p. 197-203, 1991.

CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P. DE; MEISSNER FILHO, P. E. Doenças e métodos de controle. In: BORGES A, L.; SOUZA, S, L. (Eds). **O cultivo da bananeira**. 1. ed. Cruz das almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. v. 1, p.146-182.

CORDEIRO, Z.J.M. (Ed.) **Cultivo da Banana para o Pólo Petrolina Juazeiro**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananaJuazeiro/importancia.htm>>. Acesso em 02 fev. 2014.

COSTA, P. S.; SOUZA, E. B.; BRITO, E. H. S.; FONTENELLE, R. O. S. Atividade antimicrobiana e potencial terapêutico do gênero *Lippia* sensu lato (Verbenaceae). **Hoehnea**, São Paulo, v. 44, p. 158-171, 2017.

COUTINHO, W. M.; ARAÚJO, E.; MAGALHÃES, F. H. L. Efeitos de extratos de plantas anacardiáceas e dos fungicidas químicos benomyl e captan sobre a micoflora e qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, p. 560-568, 1999.

CRAVEIRO, A. A.; FERNANDES, A. G.; ANDRADE, C. H. S.; MATOS, F. J. de A.; ALENCAR, J. W. de; MACHADO, M. I. L. **Óleos essenciais de plantas do Nordeste**. Fortaleza: Edições UFC, 1981. v. 1. p.209.

CRAVEIRO, A. A.; QUEIROZ, D. C. DE. Óleos Essenciais e Química Fina. **Química Nova**, Fortaleza, v. 16, p. 224-228, 1993.

D'HONT, A.; PAGET-GOY, A.; ESCOUTE, J.; CARREEL, F. The interspecific genome structure of cultivated banana, *Musa* spp. revealed by genomic DNA in situ hybridization. **TAG Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 100, p. 177-183, 2000.

DIAS, J. DO S. A. A cultura da bananeira. Aspectos agronômicos, fitopatológicos e socioeconômicos da sigatoka-negra na cultura da bananeira no Estado do Amapá. Macapá: Embrapa Amapá, 2011, 95p.

DITA, M. A.; WAALWIJK, C.; BUDDENHAGEN, I. W.; SOUZA, JR. T. KEMA, G. H. J. A molecular diagnostic for tropical race 4 of the banana *Fusarium* wilt pathogen. **Plant Pathology**, Dordrecht, v. 59, p. 348-357, 2010.

DOS SANTOS, A. F.; DHINGRA, O. D. Pathogenicity of *Trichoderma* spp. on the sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum*. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 60, p. 472-475, 1982.

DOWELD, A. **Index Fungorum**. American Type Culture Collection, United Kingdom. 2018. 1 p. Disponível em <<http://www.indexfungorum.org/>>. Acesso em 16 de fev. 2018.

ELAD, Y.; KAPAT A. The role of *Trichoderma harzianum* protease in the biocontrol of *Botrytis cinerea*. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 105, p. 177-189, 1999.

FAO Statistics. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, 2018. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#datanload/Q/QC/E%5Cnhttp://faostat3.fao.org/>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

FORTES, F. DE O.; SILVA, A. C. F.; ALMANCA, M. A. K.; TEDESCO, S. B. Root induction from microcutting of an *Eucalyptus* sp. clone by *Trichoderma* spp. promoção de enraizamento de microestacas de um clone de *Eucalyptus* sp. por *Trichoderma* spp., 2007. Disponível em: <<http://www.sif.org.br/arvore/arvore.asp>>.

FOURIE, G.; STEENKAMP, E. T.; PLOETZ, R. C.; GORDON, T. R.; VILJOEN, A. Current status of the taxonomic position of *Fusarium oxysporum* formae specialis *cubense* within the *Fusarium oxysporum* complex Infection, **Genetics and Evolution**, Amsterdam, v. 11, p. 533-542, 2011.

GAMS, W.; BISSETT, J. Morphology and Identification of *Trichoderma*. In: *Trichoderma & Gliocladium*, Enzymes, **biological control and commercial applications**. 1. Ed. London: CRC Press, v. 1, p. 1-34, 2002.

GARMENDIA, I.; GOICOECHEA, N.; AGUIRREOLEA, J. Effectiveness of three *Glomus* species in protecting pepper (*Capsicum annuum* L.) against verticillium wilt. **Biological Control**, Atlanta, v. 31, p. 296-305, 2004.

GHAG S.B., GANAPATHI T.R. Banana and Plantains: Improvement, Nutrition, and Health. In: MÉRILLON J. M., RAMAWAT K. (Eds) **Bioactive Molecules in Food. Reference Series in Phytochemistry**. Springer, Cham, 2018. V. 1, p. 1-20.

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

GOMES, D.; ÁVILA, Z. R.; MELLO, M.; CORRÊA, S.; MINARÉ B. L. PÁDUA, R. R.. Cepas de *Trichoderma* spp. para el control biológico de *Sclerotium rolfsii* Sacc. Fitosanidad, **Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal**, Brasília, v. 11, p. 9, 2007.

GOMES, N.S.B.; GRIGOLETTI JR, A.; AUER, C.G. Seleção de antagonistas para o controle de *Cylindrocladium spathulatum* em erva-mate. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, p. 123-138, 2001.

HADIZADEH, I.; PEIVASTEGAN, B.; HAMZEHZARGHANI, H. Antifungal activity of essential oils from some medicinal plants of Iran against *Alternaria alternata*. **American Journal of Applied Sciences**, New York, v. 6, p. 857-861, 2009.

IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática**: Levantamento Sistemático Da Produção Agrícola, Brasília: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, v. 30, p. 115, 2017.

IFS. **INDEX FUNGORUM**. 2018. Disponível em: <<http://www.indexfungorum.org>>. Acesso em 10 fev. 2018.

JEGER M.J., EDEN-GREEN S., THRESH J.M., JOHANSON A., WALLER J.M., B. A. E. Banana diseases. In: Gowen S. (Eds) **Bananas and Plantains**. World Crop Series. Springer, Dordrecht, 1995. p. 317–381.

SILVA, S. O.; MATOS, A. P.; CORDEIRO, Z. J. M. **Avaliação de genótipos tetraploides de bananeira cultivados em área infestada pelo agente causal do mal-do-Panamá**. 2011. 33 v. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade da Califórnia Davis, Jaboticabal, 2011. Disponível em: <http://wp.ufpel.edu.br/fruticultura/files/2011/10/pag029_036-Palestra214-11.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2016.

KNAAK, N.; FIUZA, L. Potencial dos óleos essenciais de plantas no controle de insetos e microrganismos. **Neotropical Biology and Conservation**, São Leopoldo, v. 28, p. 120-132, 2010.

LEAL, L.K.A.M.; OLIVEIRA, V.M.; ARARUNA, S.M.; MIRANDA, M.C.C.; OLIVEIRA, F.M.A. Análise de timol por CLAE na tintura de *Lippia sidoides* Cham. (alecrim-pimenta) produzida em diferentes estágios de desenvolvimento da planta. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Maringá, v. 13, p. 9-11, 2003.

LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. A. The *Fusarium* Laboratory Manual. Iwoa, Wiley-Blackwell, 2006. 388p.

LOCK, E. A.; WILKS, M. F. Handbook of Pesticide Toxicology. LOCAL:, 2001. 44p.

MATOS, F.J.. Farmácias vivas: sistema de utilização de plantas medicinais projetado para pequenas comunidades. 4.ed. Fortaleza: EUFC, 2002. 267p.

MATSUURA, F. C. A. U.; COSTA, J. I. P. DA; FOLEGATTI, M. I. DA S. Marketing de banana: preferências do consumidor quanto aos atributos de qualidade dos frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, p. 48-52, 2004.

MOHAMED, A. A. et al. **Early evaluation of banana plants at nursery stage for fusarium wilt tolerance**, 2001.

MOHAMED, H. A. L. A.; HAGGAG, W. M. Biocontrol potential of salinity tolerant mutants of *Trichoderma harzianum* against *Fusarium oxysporum*. **Brazilian Journal of Microbiology**, Rio de Janeiro, v. 37, n. 2, p. 181–191, 2006.

KG PEGG, NY MOORE AND S BENTLEY. Fusarium wilt of banana in Australia: a review . **Australian Journal of Agricultural Research**, LOCAL, v. 47, p. 637 – 650, 1996.

MOORE, N. Y.; PEGG, K. G.; BUDDENHAGEN, I.W.; BENTLEY, S. *Fusarium* wilt of banana: a diverse clonal pathogen of a domesticated clonal host. In **Fusarium**. SUMMERELL, B. A.; LESLIE, J. F.; BACKHOUSE, D.; BRYDEN, W. L.; BURGESS, L. W. The American Phytopathological Society: St. Paul, 2001. v.1, p. 212-224.

MORSY, E. M.; ABDEL-KAWI, K. A.; KHALIL, M. N. A. Efficacy of *Trichoderma viride* and *Bacillus subtilis* as biocontrol agents against *Fusarium solani* on tomato plants. **Egyptian Journal of Phytopathology**, Orman, v. 37, p. 47-57, 2009.

NELSON, S. .; PLOETZ, R. C.; KEPLER, A. K. **Musa Species (Banana and Plantain)**. Species Profiles for Pacific Island Agroforestry. 2006. 33 p. Disponível em : < <http://agroforestry.net/images/pdfs/Musa-banana-plantain.pdf> > Acesso em 25 jun. 2018.

OHARA, T. et al. REN1 is Required for Development of Microconidia and Macroconidia, but Not of Chlamydospores, in the Plant Pathogenic Fungus *Fusarium oxysporum*. **Genetics**, Baltimore, v. 166, p. 113-124, 2004.

OLIVEIRA, V. C. DE; COSTA, J. L. S. DA. Análise de restrição de DNA ribossomal amplificado (ARDRA) pode diferenciar *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* de *F. solani* f. sp. *glycines*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 631-634, 2002.

PAPAVIZAS, G. C. *Trichoderma* and *Glododium*: their biology, ecology and potential of biocontrol. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 23, p. 23-54, 1985.

JONES, D. R. Diseases of Banana, Abacá and Enset. Wallingford: CABI Publishing, 1999. 544p.

PLOETZ, R. C. *Fusarium* Wilt of Banana Is Caused by Several Pathogens Referred to as *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 96, p. 653-656, 2006a.

PLOETZ, R. C. *Fusarium* Wilt of Banana. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 105, p. 1512-1521, 2015.

PLOETZ, R. C. **Panama disease: An old nemesis rears its ugly head. Part2. The Cavendish era and beyond Plant Health Progress**. St. Paul: Plant Management Network. 2006b. Disponível em <<http://www.apsnet.org/publications/apsnetfeatures/Pages/PanamaDiseasePart2.aspx>>. Acesso em : 16 fev 2018.

PLOETZ, R.; PEGG, K. *Fusarium* wilt of banana and Wallace's line: Was the disease originally. **Australasian Plant Pathology**, Murdoch, v. 26, p. 239-249, 1997.

RAMEZANI, H. Biological control of root-rot of eggplant caused by *Macrophomina phaseolina*. American-Eurasian **Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, Dubai, v 4, p. 218-220, 2008.

RAMEZANI, H. Efficacy of fungal and bacterial bioagents against *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri* on *Chickpea*. **Plant Protection Journal**, v 1, p.108-113, 2009.

SANTOS, S. C.; CARNEIRO, L. C.; SILVEIRA NETO, A. N.; PANIAGO J. E.; FREITAS, H. G. PEIXOTO, C. N. Caracterização morfológica e avaliação de cultivares de bananeira resistentes a Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) no sudoeste goiano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, p. 449–453, 2006.

SCHIPPERS, B.; VAN ECK W. H. Formation and survival of chlamydospores in *Fusarium*. In: NELSON P. E. **Fusarium: disease, biology, and taxonomy**. 1. ed. University Park, Penn State University Press, 1982. v. 1 p. 60-250.

SILVA JÚNIOR, J. F.; COÊLHO, R. S. B.; MICHEREFF, S. J. Situação da Sigatoka-amarela da bananeira no Vale do Siriji, Pernambuco. Recife: **Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária**; Recife: Superintendência Federal de Agricultura, p.15, 2000.

SILVA, J. T. A.; BORGES, A. L.; CARVALHO, J. G.; DAMASCENO, J. E. A. Adubação com potássio e nitrogênio em três ciclos de produção da bananeira Prata Anã. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, p.152-155, 2003.

SILVA, J.; BETTIOL, W. Potential of non-pathogenic *Fusarium oxysporum* isolates for control of *Fusarium* wilt of tomato. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, p. 409-412, 2005.

SILVA, L. S. **Avaliação de eficiência do óleos de Nim no manejo do mal-do-panamá**. 2006, 26 f. Monografia (Graduação em agronomia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janúba, 2006.

SILVA, S. O.; SOUZA JUNIOR, M.T.; ALVES, É.J.; SILVEIRA, J.R.S.; LIMA, M.B. Banana Breeding Program at Embrapa. **Cropp Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 1, p. 399-436, 2001.

SILVA, S.O.; FLORES, J. C.; LIMA NETO, F. P. Avaliação de cultivares e híbridos de bananeira em quatro ciclos de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 11, p. 1.567-1.574, 2002.

SIMMONDS, N. W.; STOVER, R. . Bananas. Longmans. New York : Wiley, 1987. 336p.

SIMOES, C. M. O. **Farmacognosia, da Planta ao Medicamento**. v. 1, p. 920, 2006.

SIVAN, A.; CHET, I. Biological control of Fusarium crown rot of tomato by *Trichoderma harzianum* under field condition. **Plant Disease**, Saint Paul, v.71, p. 589-592, 1987

SIVAN, A.; CHET, I. Biological control of *Fusarium* species in cotton, wheat and muskmelon by *Trichoderma harzianum*. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v.116, p. 39-47, 1986.

SMITH, V. L.; WILCOX, W. F.; HARMAN, G. E. Potential for Biological Control of *Phytophthora* Root and Crown Rots of Apple by *Trichoderma* and *Gliocladium* Spp. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 80, p. 880-885, 1990.

SNYDER, W. C.; HANSEN, H. N. The Species Concept in *Fusarium*. **American Journal of Botany**, St. Louis, v. 27, p. 64, 1940.

SOUZA, A. DA S.; TRINDADE, A. V.; SOUZA, J. DA S.; BORGES, A. L. Banana. Produção: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa, 2000. 143p.

STOVER, R. H. Banana, plantain and abaca diseases. Kew, Commonwealth Mycological Institute. 1972. 316p.

STOVER, R. H. Fusarial wilt (panama disease) of bananas and other *Musa* species. Kew, Commonwealth Mycological Institute. 1962. 117p.

STOVER, R. H.; PLOETZ, R. C. Fusarium wilt of banana: some history and current status of the disease. Fusarium wilt of banana. Minnesota: APS Press St. Paul,. Disponível em: <<http://www.cabdirect.org/abstracts/19912306690.html>> acesso em: 15 nov 2017. 1990

SUMMERELL, B. A.; LESLIE, J. F. Fifty years of *Fusarium*: How could nine species have ever been enough? **Fungal Diversity**, Hong Kong, v 50, p. 135-144, 2011.

SUTTON, J. C. Strategies for biological control of necrotropic pathogens in perennial crops. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 235-238, 2000.

HARDMAN, J. G.; GILMAN, A. G.; LIMBIRD, L. E. Goodman e Gilman: As Bases Farmacológicas da Terapêutica. 12. ed. Rio de Janeiro, 2012. 2112p.

VILJOEN, A. The status of Fusarium wilt (Panama disease) of banana in South Africa. **African Journal of Science**, Lynnwood, v. 98, p. 341-344, 2002.

VIVIANI, L.; LEAL, P. M. Qualidade pós-colheita de banana Prata Anã armazenada sob diferentes condições. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 29, p. 465-470, 2007.

WALDUCK, G.; DALY, A. PROJECT : Project Officers : Banana Tropical Race 4 Panama Disease Management. **Agnote**, LOCAL, v. 151, p. 7–11, 2006.