

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MESTRADO**

**EPIDEMIOLOGIA COMPARATIVA ENTRE A SIGATOKA
NEGRA E A SIGATOKA-AMARELA**

DANIEL RIBEIRO SILVA DA INVENÇÃO

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
SETEMBRO - 2019**

EPIDEMIOLOGIA COMPARATIVA ENTRE A SIGATOKA NEGRA E A SIGATOKA-AMARELA

DANIEL RIBEIRO SILVA DA INVENÇÃO

Tecnólogo em Agroecologia

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2016

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Agrárias (Área de Concentração: Fitotecnia).

Orientador: Prof. Dr. Carlos Augusto Dórea Bragança

Coorientador: Dr. Leandro de Souza Rocha

Coorientador: Dr. Fernando Haddad

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA

SETEMBRO – 2019

FICHA CATALOGRÁFICA

I162e Invenção, Daniel Ribeiro Silva da.
Epidemiologia comparativa entre a sigatoka negra e a sigatoka-amarela / Daniel Ribeiro Silva da Invenção._ Cruz das Almas, BA, 2019.
63f.; il.

Orientador: Carlos Augusto Dórea Bragança.
Coorientador: Leandro de Souza Rocha.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas.

1.Banana – Doenças e pragas. 2.Banana – Doença fúngica. 3.Controle biológico – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.

CDD: 634.772

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas – UFRB.
Responsável pela Elaboração – Antonio Marcos Sarmento das Chagas (Bibliotecário – CRB5 / 1615).
Os dados para catalogação foram enviados pelo usuário via formulário eletrônico.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MESTRADO**

**EPIDEMIOLOGIA COMPARATIVA ENTRE A SIGATOKA
NEGRA E A SIGATOKA-AMARELA**

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
DANIEL RIBEIRO SILVA DA INVENÇÃO**

Dr. Carlos Augusto Dórea Bragança
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Presidente

Dr. Leonardo de Oliveira Barbosa
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Examinador Externo

Dra. Leilane Silveira D'Ávila
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Examinador Interno

A Deus dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder vida, saúde e sabedoria para prosseguimento desta pesquisa. Assim como a meus pais Geraldo e Edgarci e aos meus irmãos Rômulo e Adriana, pelo apoio a todo instante, cada um com suas próprias maneiras sempre se fizeram presentes, independente do momento. Assim como meus familiares paternos e maternos, consanguíneos ou não, entre tios, tias, primos e primas não me esqueci de nenhum de vocês.

À minha esposa Grasy, pra quem seria necessário a escrita de mais uma dissertação apenas para agradece-la, mas em poucas palavras, foi ela que me incentivou dia após dia na conquista deste sonho, á ela expresse minha imensa gratidão!

Ao meu orientador Carlos Bragança, que sempre buscou maneiras de melhorar o trabalho. Aos meus amigos da clínica fitossanitária, Adriana, Carol Yamamoto, Elton, João, Juliana, Leilane, Linika, Soraia, Talita e Thayná, a vocês sou grato por tudo!

Aos meus coorientadores, Dr. Fernando Haddad e Dr. Leandro Rocha, pelo apoio, que sempre se colocaram à disposição e se prontificaram e colaboraram no desenvolvimento desta pesquisa.

Aos colegas e funcionários da Embrapa e Laboratório de Pós colheita, pela ajuda na execução do trabalho em especial a Rafael, Sinésio e Magalhães e Raimundo "Bizunga".

Ao programa e aos funcionários do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da UFRB, em especial Deyse, sempre pela colaboração e disposição.

Agradeço também as pessoas que mesmo não estando ligadas ao desenvolvimento da pesquisa, se prontificaram a colaborar. Como as professoras Cintia e Franceli, aos porteiros que acompanharam e sempre desejaram sorte nas minhas jornadas de laboratório, aos meus colegas André, Jamyne, Jessica Rabelo, Jessica Ramos, Marcos, Nayara, Renan e Suylan. Vocês tornaram essa jornada muito mais fácil e incrível!

As instituições:

À EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA pela concessão do espaço e recursos financeiros para execução do trabalho.

A UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA, por ter me concedido a oportunidade de cursar o mestrado;

A COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - (CAPES) pelo aporte financeiro fundamental para o desenvolvimento do projeto;

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, que oraram por mim, que torceram e me incentivaram.

AGRADEÇO.

SUMÁRIO

REFERENCIAL TEÓRICO	1
Bananicultura	1
A importância das sigatokas	2
Sigatoka-amarela.....	2
Sigatoka negra.....	3
Sintomatologia das sigatokas	4
Epidemiologia das sigatokas	7
Influência dos fatores abióticos nas sigatokas.....	10
Métodos de controle das sigatokas	10

ARTIGO 1

PROGRESSO DA SIGATOKA-AMARELA E SIGATOKA NEGRA EM MUDAS DE GRANDE NAINE.....	17
RESUMO	18
ABSTRACT.....	19
INTRODUÇÃO.....	20
MATERIAL E MÉTODOS	21
Inoculação	22
Período de incubação e latência.....	23
Taxa de expansão da lesão.....	23
Progresso da doença.....	24
Resultados e discussão	26
Progresso da doença.....	29
CONCLUSÃO	31

ARTIGO 2

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA EM ISOLADOS DE <i>Mycosphaerella</i> <i>fijiensis</i> e <i>Mycosphaerella musicola</i>	35
RESUMO	36
ABSTRACT.....	37
INTRODUÇÃO.....	38
MATERIAL E MÉTODOS	39
RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
Crescimento micelial.....	43
Viabilidade micelial	44
CONCLUSÃO	49

CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
-----------------------------------	-----------

COMPARAÇÃO EPIDEMIOLÓGICA ENTRE A SIGATOKA NEGRA E A SIGATOKA-AMARELA

Autor: Daniel Ribeiro Silva da Invenção

Orientador: Dr. Carlos Augusto Dórea Bragança

RESUMO: As Sigatokas são consideradas as doenças foliares mais importantes na cultura da bananeira, impactando negativamente a produção. A Sigatoka negra é considerada mais destrutiva que a Sigatoka-amarela e fatores bióticos e climáticos podem influenciar no desenvolvimento das doenças. Contudo não há estudos que evidenciem quais fatores biológicos ou ambientais estão associados a adaptação da espécie e, conseqüentemente a severidade da Sigatoka negra. O objetivo deste trabalho foi realizar a comparação epidemiológica *in vivo* e *in vitro* entre a Sigatoka negra e a Sigatoka-amarela. Parte do experimento foi realizado em casa de vegetação utilizando isolados de *Mycosphaerella musicola* e *Mycosphaerella fijiensis*, agentes causais da Sigatoka-amarela e negra respectivamente. Os isolados foram inoculados em mudas da variedade Grande Naine, avaliando parâmetros como períodos de incubação e latência, taxa de expansão da lesão e o progresso da doença ao longo do tempo. No experimento *in vitro* foram avaliados o crescimento e a viabilidade micelial dos isolados de ambas espécies submetidos a diferentes temperaturas. Os resultados obtidos em casa de vegetação mostraram a maior severidade da *M. fijiensis*, apresentando fatores associados ao progresso da doença, como os períodos de incubação e latência mais curtos e com lesões que se expandem com maior velocidade. Enquanto os resultados obtidos *in vitro* mostraram que cada espécie se desenvolve melhor em uma faixa de temperatura diferente. A *M. musicola* apresentou melhor crescimento e viabilidade em temperaturas mais baixas, entre 23,5 °C e 25 °C enquanto para *M. fijiensis*, os valores mais altos foram notados em temperaturas mais altas, entre 26,5 °C e 28 °C. Contudo, a *M. fijiensis* apresentou indícios de adaptação a temperaturas mais baixas permanecendo viáveis mesmo em condições desfavoráveis ao seu desenvolvimento. Os dados obtidos com este trabalho são relevantes para o entendimento do progresso da doença e como o ambiente pode influenciar na intensidade e dinâmica da doença.

Palavras-chave: *M. fijiensis*, *M. musicola*, bananicultura, adaptação

EPIDEMIOLOGICAL COMPARISON BETWEEN BLACK SIGATOKA AND YELLOW SIGATOKA

Author: Daniel Ribeiro Silva da Invenção

Advisor: Dr. Carlos Augusto Dórea Bragança

ABSTRACT: Sigatokas are considered the most important leaf diseases in banana crop, negatively impacting yield. Black Sigatoka is considered more destructive than Yellow Sigatoka and biotic and climate factors can influence disease development. However, there are no studies that show which biological or environmental factors are associated with the adaptation of the species and, consequently, the severity of black Sigatoka. The objective of this study was to perform the in vivo and in vitro epidemiological comparison between black Sigatoka and yellow Sigatoka. Part of the experiment was carried out in a greenhouse using *Mycosphaerella musicola* and *Mycosphaerella fijiensis* isolates, causal agents of yellow and black Sigatoka respectively. The isolates were inoculated in Grande Naine seedlings, evaluating parameters such as incubation and latency periods, lesion expansion rate and disease progression over time. In the in vitro experiment the growth and mycelial viability of isolates of both species submitted to different temperatures were evaluated. The results obtained in the greenhouse show the greater severity of *M. fijiensis*, presenting factors associated with disease progression, such as shorter incubation and latency periods and with faster expanding lesions. While in vitro results show that each species develops better in a different temperature range. *M. musicola* showed better growth and viability at lower temperatures between 23.5 °C and 25 °C while for *M. fijiensis* the highest values were observed at higher temperatures between 26.5 °C and 28 °C. However, *M. fijiensis* showed signs of adaptation to lower temperatures remaining viable even under unfavorable conditions for its development. The data obtained with this work are relevant to the understanding of disease progress and how the environment can influence the intensity and dynamics of the disease.

Keywords: *M. fijiensis*, *M. musicola*, banana growing, adaptation

REFERENCIAL TEÓRICO

Bananicultura

A banana é uma das frutas mais cultivadas no mundo, principalmente em regiões com predominância de clima tropical e subtropical, totalizando aproximadamente 136 países (FAO, 2018). O Brasil é uma das potências mundiais na produção de banana, e segundo a FAO (2018), é o quarto maior produtor da fruta, atrás apenas de países como a Índia, China e Indonésia respectivamente. No Brasil os principais polos de produção estão localizados nas regiões Sudeste (33%) e Nordeste (32%), responsáveis por quase 65% da produção nacional. Os estados de São Paulo e Bahia são os maiores produtores e aparecem empatados com uma produção de 1,1 milhão de toneladas (IBGE, 2018).

Dentre as variedades mais cultivadas estão as do tipo Prata (Prata, Pacovan, Prata-Anã), Terra (Terra, Terrinha, Terra-Maranhão e D' Angola), Maçã (mercado interno) e as do subgrupo Cavendish (Nanica, Nanicão e Grande Naine) (SILVA et al., 2004).

A bananicultura é também conhecida como uma cultura de quintal, pois cultivo da banana apresenta grande relevância também na agricultura familiar, onde sua participação corresponde a maior parte da produção, justificando seu potencial social (MASCARENHAS, 1997), econômico e sua importância alimentar, uma vez que esta fruta é considerada componente básico na cesta familiar (PERRIER et al. 2011).

Apesar de ser uma cultura consolidada, a produção de banana pode sofrer limitação devido aos problemas fitossanitários causados por bactérias, nematóides, vírus e fungos (GASPAROTTO et al., 2006). Dentre estes se encontram os fungos causadores das manchas foliares, que são representadas principalmente pela Sigatoka-amarela, (*Mycosphaerella musicola* Leach) e a Sigatoka-negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) (PLOETZ, 2006).

A Importância Das Sigatokas

Considerada as doenças foliares mais importantes na cultura da bananeira, as Sigatokas provocam danos associados a morte prematura das folhas, reduzindo a capacidade fotossintética e conseqüentemente no enfraquecimento da planta, impactando negativamente a produção, provocando a limitação no crescimento e maturação precoce dos frutos (CARLIER et. al., 2000). Esta importância dá-se devido a suscetibilidade de grande parte das cultivares comerciais à Sigatoka-amarela e a Sigatoka negra (CORDEIRO et al., 2004), que podem provocar prejuízo em cerca de 50% quando associados a Sigatoka-amarela, enquanto os danos associados a Sigatoka negra podem chegar a 100% (STOVER & SIMMONDS, 1987).

A Sigatoka negra é considerada a doença foliar mais severa da bananeira, na qual são necessárias medidas preventivas de controle que visem redução de inóculo inicial (MARIN et al. 2003). Caso estas medidas não sejam tomadas, a Sigatoka negra torna-se predominante, em relação a Sigatoka-amarela em um período de quatro anos, aumentando conseqüentemente o número de pulverizações de fungicidas, que é o método mais utilizado para o controle destes patógenos (OROZCO-SANTOS, 1998).

Sigatoka-Amarela

A Sigatoka-amarela tem como agente causal o *Mycosphaerella musicola*, Leach, que corresponde a fase teleomórfica ou sexuada, enquanto a fase anamórfica ou assexuada é representada por *Pseudocercospora musae* (Zimm.) Deighton (STOVER, 1970).

O primeiro relato sobre a Sigatoka-amarela foi realizado por Zimmermann, próximo a cidade de Buitenzorg na Indonésia, no ano de 1902. No ano de 1912 a doença foi relatada em condição epidêmica no distrito de Sigatoka na ilha de Viti Levu em Finji, originando assim seu nome, que ficou conhecida como a doença de Sigatoka (MEREDITH & LAWRENCE, 1969).

No ano de 1919, a Sigatoka-amarela foi relatada no Sri Lanka, posteriormente na Austrália em 1924, e no período de 1933 a 1937 a doença já era relatada na maioria das áreas produtoras da Ásia, na América do Norte

(México), América Central e na América do Sul (Colômbia) (MEREDITH & LAWRENCE, 1969).

No Brasil, a Sigatoka-amarela foi constatada pela primeira vez no ano de 1944 no estado do Amazonas, sendo posteriormente disseminada em todos os estados brasileiros (KIMATI e GALLI, 1980), provocando prejuízos consideráveis em todas as regiões produtoras (FOURÉ, 1994).

Sigatoka Negra

A Sigatoka negra foi relatada pela primeira vez em 1963, no vale de Sigatoka, em Fiji, o qual origina seu nome (STOVER 1972). Com ampla distribuição geográfica, a doença é encontrada na Ásia e em um grupo de Ilhas no Pacífico. Em 1973 a doença foi relatada na África, qual se encontra disseminada em várias regiões (MOURICHON et al., 1997), enquanto que na América Central foi descrita em 1972 em Honduras, em 1979 na Costa Rica e Nicarágua, em 1981 no México e Panamá em 1981, em Cuba em 1990, na Jamaica em 1995 e na República Dominicana em 1996 (JONES, 2003).

Seu primeiro relato na América do Sul foi na Colômbia em 1981, passando a ser relatada também em 1986 no Equador, na Venezuela em 1991, no Peru em 1994 e na Bolívia em 1996 (CARLIER et al., 2000).

No Brasil, a Sigatoka-negra só foi constatada a partir de 1998 nos estados do Amazonas e do Acre (PEREIRA et al., 1998; TRINDADE et al., 2002; GASPAROTTO et al., 2001). Em 2004, o patógeno foi detectado em importantes áreas produtoras no estado de São Paulo. (PEREIRA & GASPAROTTO, 2005), e recentemente Ramos et al., (2018) relataram a presença da Sigatoka negra no estado da Bahia.

Assim como o *M. musicola*, o agente causal da Sigatoka-negra também possui em seu ciclo de vida a fase teleomórfica e anamórfica, correspondente *Mycosphaerella fijiensis* (Morelet), e a *Pseudocercospora fijiensis* (M. Morelet) Deighton respectivamente, sendo ambas fases importantes no desenvolvimento da doença (CROUS et al., 2003).

Sintomatologia Das Sigatokas

Os sintomas das Sigatokas negra e amarela se manifestam apenas sobre os limbos foliares, não havendo relatos precedentes em qualquer outra parte da planta (CORDEIRO e KIMATI, 1997).

Os sintomas das Sigatokas estão associados a morte prematura das folhas, reduzindo a capacidade fotossintética e conseqüentemente no enfraquecimento da planta, impactando negativamente a produção, provocando a limitação no crescimento e maturação precoce dos frutos (CARLIER et. al., 2000).

Segundo Pereira et al. (1999), esporos diferentes, também apresentam uma tendência diferente na distribuição dos sintomas nas folhas da planta, onde os sintomas podem ser notados em predominância apical quando oriundos de infecção por ascósporos, enquanto as lesões causadas por conídios apresentam distribuição casual, mas com predominância basal, sendo comum a formação de manchas em linhas sobre a superfície foliar. Ambos podem ser encontrados respectivamente em uma planta ou até na mesma folha (CARLIER et al., 2000).

Outro fator relacionado a distribuição dos sintomas é que para cada doença os sintomas iniciais se manifestam em diferentes limbos foliares, sendo localizados na face abaxial para a Sigatoka negra, enquanto para a Sigatoka-amarela os sintomas são encontrados na superfície adaxial das folhas (CORDEIRO et al., 2004).

Os sintomas são difíceis de distinguir e apesar das semelhanças, as diferenças dos sintomas entre as Sigatokas podem ser notadas principalmente nos estágios iniciais (1 e 2), onde as lesões da Sigatoka-amarela possuem uma tonalidade de amarelo pálido e progridem com a formação de lesões ovais.

Para melhor distinção, estes sintomas podem ser observados em diferentes estágios de desenvolvimento, como apresentados por Meredith e Lawrence (1969), que caracterizaram cada estágio da Sigatoka-amarela da seguinte forma:

Estágio 1: Surgimento de pequenos pontos ou traços verdes claros de aproximadamente 1 mm de comprimento.

Estágio 2: Os pontos e traços em uma faixa de cor que varia de verde clara ou amarelo pálido, se alongam em vários milímetros de comprimento.

Estágio 3: A lesão é alongada e se alarga ligeiramente, mas a borda é mal definida. A cor da faixa muda para um tom de marrom enferrujado

Estágio 4: A lesão se torna mais elíptica, tem um ponto definido com um centro marrom escuro afundado e é frequentemente cercada por um halo amarelo. Neste estágio pode ser notado a produção de conídios e conidióforos.

Estágio 5: O estágio final tem um centro seco e cinza e uma margem preta definida, que pode ser vista mesmo depois que a folha passa pelo processo de senescência.

Os sintomas das Sigatokas negra e amarela são similares, e podem variar de acordo a cultivar infectada, o estágio do desenvolvimento da doença e condições climáticas (JOHANSON, 1993).

Entretanto as diferenças dos sintomas podem ser melhor distinguidas quando comparadas ao progresso da Sigatoka negra, também descrito em estágios de desenvolvimento, caracterizados por Stover e Simmonds (1987), que descreveram as seguintes etapas:

Estágio 1: Onde ocorre o surgimento de pequenas manchas fracas, de cor marrom-avermelhadas na superfície abaxial da folha.

Estágio 2: As manchas se alongam, tornando-se ligeiramente mais largas formando estrias de cor marrom-avermelhadas. Os conidióforos começam a ser formados entre os estágios 2 e 3.

Estágio 3: As estrias mudam de cor de marrom avermelhado para marrom escuro ou preto, nesse estágio as lesões se tornam visíveis na superfície adaxial da folha.

Estágio 4: As estrias se ampliam e se tornam mais ou menos fusiformes ou elípticas, e uma borda com aspecto encharcado ao redor de cada lesão.

Estágio 5: O centro marrom escuro ou preto de cada lesão torna-se um pouco deprimido e a borda encharcada torna-se mais pronunciada.

Estágio 6: Os centros das lesões secam ficando cinza claro, com uma zona amarela brilhante. As lesões permanecem claramente visíveis depois que a folha se tornou necrótica devido ao seu centro claro e borda escura.

Nos estágios iniciais, os sintomas das Sigatokas podem ser distinguidos com menor dificuldade, com base o quadro dos estágios dos sintomas, como

exemplificados na figura 1. Entretanto, quando observada estágios mais avançados, são necessários recursos microscópicos para a distinção morfológica dos patógenos, observando principalmente estruturas como conidióforos e conídios (MEREDITH E LAWRENCE, 1969), que para a espécie *M. musicola* geralmente os conidióforos formam densos esporodóquios em um estroma negro, enquanto os conidióforos de *M. fijiensis* emergem solitariamente ou em poucas quantidades (JACOME & SCHUCH, 1993).



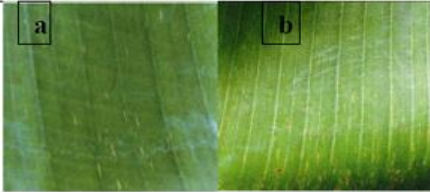
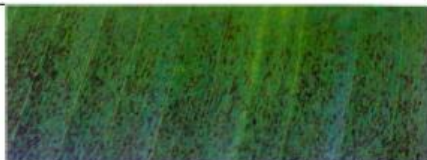
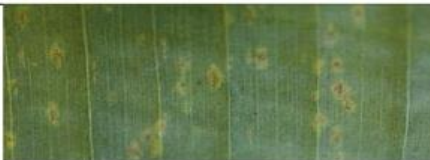


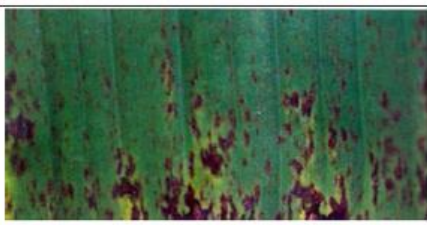

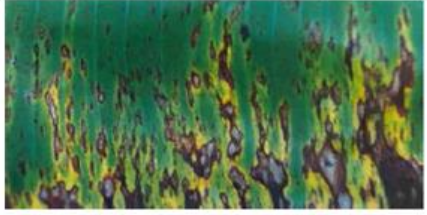
	Sigatoka negra	Sigatoka-amarela
Estágio 1		
Estágio 2		
Estágio 3		
Estágio 4		
Estágio 5		
Estágio 6		

Figura 01: Estágios de progresso dos sintomas da Sigatoka Negra (esquerda) e da Sigatoka-amarela (direita). Adaptado de Vijoen, A. et al., (2017).

Epidemiologia Das Sigatokas

Uma epidemia de doenças ocorre como resultado da mesma combinação de fatores que causam a doença, hospedeiro suscetível, condições de ambiente favoráveis e um patógeno virulento, com alta capacidade de infecção, multiplicação e dispersão de seus propágulos (AGRIOS, 2005; GÄUMANN, 1951).

Durante o processo de disseminação das Sigatokas estão presentes dois tipos de esporos, os ascósporos, originados na fase sexuada e os conídios, correspondente a fase assexuada. Uma vez situados em climas úmidos estes esporos são produzidos de forma contínua, e são disseminados pela água durante as chuvas, orvalho, irrigação, ou qualquer fator que cause o acúmulo de água na superfície foliar (STOVER, 1964; SIMMONDS, 1966).

A fase sexuada de ambas espécies é caracterizada pela presença de pseudotécios, responsáveis pela produção de ascos e os ascósporos, (FULLERTON, 1994), que são liberados quando o pseudotécio alcança a sua maturação (SIMMONDS, 1933). Embora a produção de esporos provenientes da fase sexuada é considerada como o meio de disseminação mais importante, principalmente para de *M. fijiensis*. (GONGÁLES, 1999), a forma assexuada ou anamórfica é encontrada com maior frequência em ambas as espécies (STOVER, 1980).

É também na fase assexuada das espécies que são observadas as diferenças morfológicas, considerando principalmente a distribuição dos conidióforos (MEREDITH E LAWRENCE, 1970), que para a *M. musicola*, as estruturas podem ser observadas agrupadas formando densos esporodóquios na face adaxial das folhas, enquanto para a *M. fijiensis* os conidióforos emergem solitariamente ou em poucas quantidades (2-6 conidióforos), no face abaxial, não formando esporodóquios (JACOME & SCHUCH, 1992), como podem ser observados na figura 2.

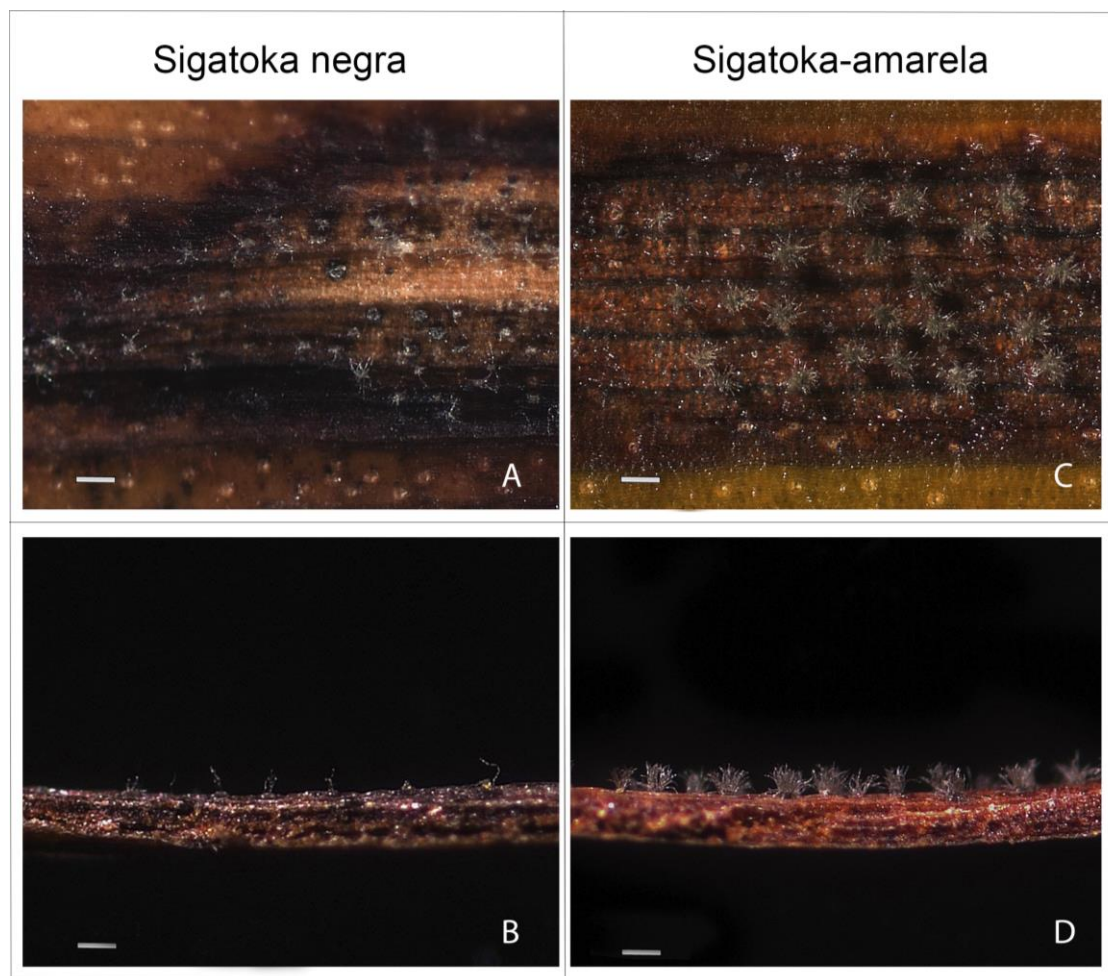


Figura 2: Lesões com estruturas de *M. fijiensis* (A/B) e *M. musicola* (C/D), na fase anamórfica ou assexuada, observadas verticalmente e horizontalmente. -- 0,1mm.

O ciclo de vida em ambas as espécies do *Mycosphaerella* se inicia com os esporos depositados na superfície foliar, colonizando os tecidos foliares via estômatos, localizados na face inferior das folhas mais jovens da planta, incluindo no geral, as folhas I, II, III e IV (CORDEIRO e KIMATI, 1997), como exemplificados na figura 3.

Uma vez aderidos, é fundamental a presença de água livre e de temperaturas entre 25 °C e 28 °C, para favorecer a germinação dos esporos e a colonização sobre o limbo foliar (STOVER, 1972). Em condições favoráveis os esporos de ambas espécies podem germinar em torno de 2 a 3 horas após a deposição, formando o tubo germinativo que pode colonizar a superfície foliar por vários dias (4-6 dias) antes da penetração nas folhas via estômatos (STOVER, 1980). Em períodos com altas temperaturas e baixa umidade relativa, o crescimento do tubo germinativo pode ser paralisado, retomando seu

crescimento quando as condições forem favoráveis, que são normalmente nos períodos noturnos (MEREDITH, 1970; STOVER, 1972; ZADOCS & SCHEIN, 1979).

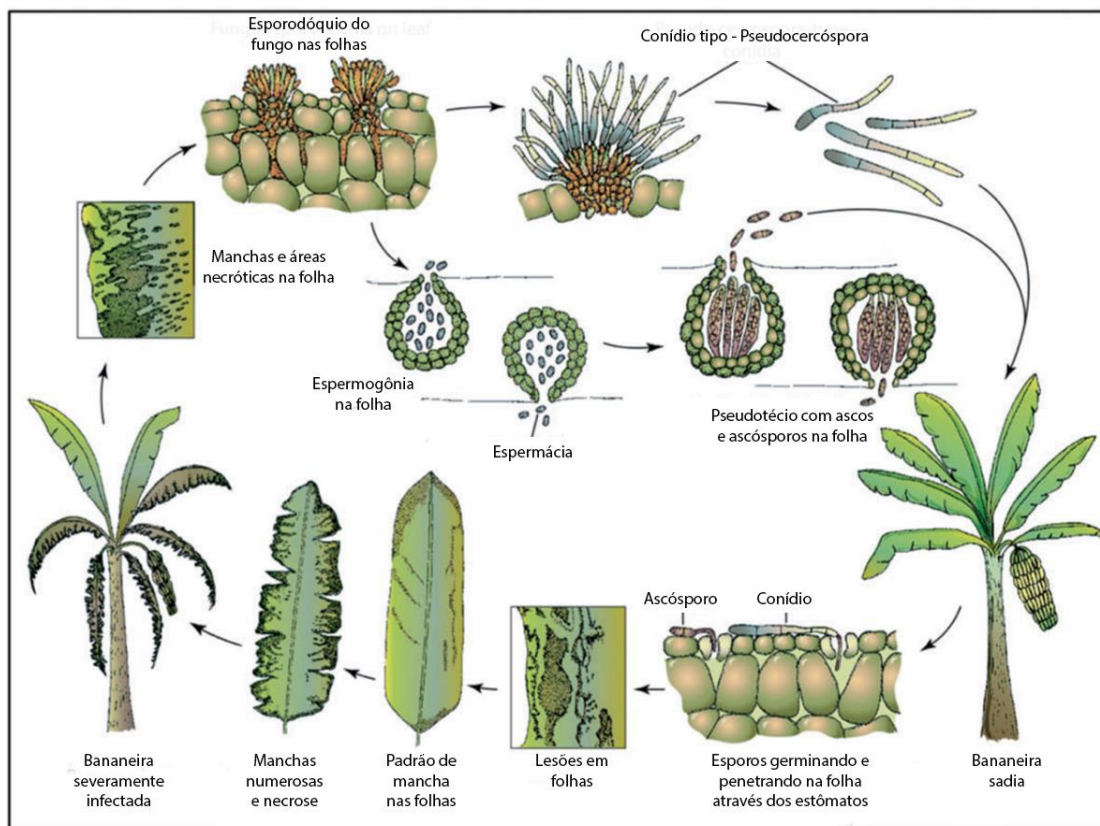


Figura 3: Adaptação do ciclo de *Mycosphaerella* spp. em bananeira (AGRIOS, 2005).

Em ambas as espécies de *Mycosphaerella*, a disseminação da doença à curtas distâncias estão associadas aos conídios, dispersos pela água da chuva e irrigação, já a disseminação a longas distâncias é atribuída aos ascósporos que são transportados pelo vento (MARIN et al., 2003).

O homem também possui participação na dispersão da doença, principalmente no transporte de material vegetal (GASPAROTTO et al., 2003). Um estudo realizado por Hanada et al., (2002), enfatizou a importância do homem na disseminação da Sigatoka negra, quando avaliou a viabilidade dos esporos de *M. fijiensis* em diferentes tipos de materiais, principalmente componentes utilizados durante o manejo e o transporte dos frutos, relatando que os conídios de *M. fijiensis* podem permanecer viáveis pelo período de 10 a 60 dias em diferentes tipos de materiais, como pneu, papelão, plástico madeira

e principalmente algodão e as folhas da cultura. Para Mourichon & Fullerton, (1990), é do ser humano a maior contribuição para a disseminação das Sigatokas, podendo alcançar dimensões continentais.

Influência Dos Fatores Abióticos Nas Sigatokas

Frequentemente as condições do ambiente como temperatura e umidade podem determinar a ocorrência de uma doença, influenciando diretamente em diferentes fases no ciclo de vida do patógeno (AGRIOS, 2005).

Da mesma maneira ocorre para as Sigatokas, e Campbell e Madden (1990), afirmam que esses fatores podem influenciar no progresso da doença, da mesma forma como interfere nas fases de crescimento do hospedeiro. Contudo, além das condições climáticas, fatores geográficos como altitude também estão associados a presença das Sigatokas.

E Mouliom-Pefoura et al., (1996), já relataram sobre a adaptação das espécies a diferentes altitudes em Camarões, atribuindo a *M. musicola*, a adaptação em regiões com altitudes acima de 1200m e temperaturas mais baixas, entre 16 °C e 25 °C.

Em contrapartida para *M. fijiensis*, essa adaptação foi notada a regiões de altitudes abaixo de 1200m e temperaturas em torno de 25 °C a 28 °C (MOULIOM-PEFOURA et al., 1996; GOMES et al., 2013).

Porém, mesmo com a predominância de cada espécie a determinada condição e faixa geográfica, Arzanlou et al., (2007), já relataram a capacidade de adaptação de *M. fijiensis* a altitudes acima de 1200m e temperaturas abaixo de 20 °C na Costa Rica, alertando ser um risco em potencial da Sigatoka negra à países onde predomina o clima subtropical.

Métodos De Controle Das Sigatokas

O controle químico ainda é a principal forma de controle das Sigatokas, contudo, o uso intensivo de fungicidas aumenta consideravelmente os custos de produção (COELLO, 2003), assim como os riscos de seleção de populações de patógenos resistentes (UCHOA 2010), além de contribuírem para a poluição do ambiente (CORDEIRO et al. 2001). Desta forma aumenta-se a demanda na

pesquisa para a obtenção de manejos alternativos e variedades resistentes à essa doença (CORDEIRO et al. 2009).

A utilização de variedades resistentes é uma alternativa ao controle das Sigatokas, conseqüentemente reduzindo ou até mesmo eliminando a utilização de fungicidas (CORDEIRO et al.,2004). Contudo, além da resistência as doenças, as características morfológicas da planta como altura e a quantidade de frutos e pencas, além da aceitação comercial dos frutos são fatores que impactam na implantação de novas variedades.

As variedades mais difundidas são as do subgrupo Cavendish, como Nanica, Nanicão e Grande Naine; do subgrupo prata como, Prata, Prata-Anã e Pacovan; do subgrupo Terra como, Terra e D'Angola e a Maçã, contudo todas estas apresentam alguma característica indesejável, associada a morfologia da planta e/ou suscetibilidade a alguma doença (SILVA et al., 1999), fatores estes considerados na seleção de novas variedades.

O controle cultural também surge como uma alternativa a utilização de fungicidas, e para a cultura da bananeira, este tipo de manejo busca principalmente a redução da formação de microclimas favoráveis ao desenvolvimento do patógenos, assim como a redução da fonte de inóculo, adotando práticas como drenagem, controle das plantas espontâneas e a desfolha sanitária (CORDEIRO et al.,2004).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 5. ed. Burlington: Elsevier Academic Press, 2005. 922 p.

ARZANLOU, M., ABELN, E.C.A., KEMA, G.H.J., WAALWIJK, C., CARLIER, J., DE VRIES, I., GUZMAN, M. AND CROUS, P.W. (2007) Molecular diagnostics for the Sigatoka disease complex of banana. **Phytopathology**, 97, 1112–1118.

CARLIER, J., FOURÉ, E., GAUHL, F., JONES, D.R., LEPOIVRE, P., MOURICHON, X., PASBERG-GAUHL, C., ROMERO, R.A. Black leaf streak. In: Jones, D.R. (ed) Diseases of banana, abaca and enset. Wallingford: **CAB International**, 2000. 544 p.

CORDEIRO, Z. J. M.; KIMATI, H. Doenças da bananeira (*Musa* spp) In: KIMATI, H.; AMORIM, L; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de Fitopatologia**, v. 2. Cap. 13, p. 112-136, 1997.

CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A.P.de; FERREIRA, D.M.V. **Manual para identificação da Sigatoka-negra**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, (Documentos, 96). 16p. 2001.

CORDEIRO, Z. J. M., MATOS, A. P., MEISSNER FILHO, P. E. **Manual para identificação e controle da Sigatoka negra da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2004.

CROUS, P.W.; GROENEWALED, J.Z.; APTROOT, A.; BRAUN, U. X.; CARLIER, J. Integrating morphological and molecular data sets on *Mycosphaerella*, with specific reference to species occurring on *Musa*. In: Workshop on *Mycosphaerella* leaf spot diseases held in San Jose, 2002, Costa Rica. ***Mycosphaerella* leaf spot diseases of bananas: present status and outlook**. Montpellier: INIBAP. p. 43-57, 2003.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>> **Acesso em:** 16 de junho de 2018.

FULLERTON, R. A. Sigatoka leaf diseases. In: PLOETZ, R. C.; ZENTMYER, G. A.; NISHIJIMA, W. T.; ROHRBACH, K. G.; OHR, H. D. **Compendium of tropical fruit diseases**. St. Paul, MN: APS Press, 1994. p. 12-14.

FOURÉ, E. Leaf Spot diseases of Bananas and Plantain caused by *Mycosphaerella musicola* and *Mycosphaerella fijiensis*. In: CONFERENCE OF

THE INTERNATIONAL *MUSA* TESTING PROGRAM HELD AT FHIA 1994, Honduras, **Proceedings...** Montpellier: INIBAP, 1994.

GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J.C.R.; TRINDADE, D.R. Situação atual da Sigatoka negra da bananeira no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, p. 449, 2001.

GASPAROTTO, L; PEREIRA, J.C.R.; HANADA, R.E.; MONTARROYOS, A.V.V. **Sigatoka negra da bananeira**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 177p. 2006.

GÄUMANN, E. **Pflanzliche Infektionslehre**. 2nd ed. Basel: Birkhäuser, 1951. 681 p.

GONZÁLES, M. Metodología para la manipulación y cultivo in vitro de *Mycosphaerella fijiensis*. **Manejo Integrado de Plagas**, Turrialba, v. 53, p. i-iv. 1999.

HANADA, R.E., GASPAROTTO, L. & PEREIRA, J.C.R. Sobrevivência de conídios de *Mycosphaerella fijiensis* em diferentes materiais. **Fitopatologia Brasileira** 27:408-411. 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201704.pdf>. **Acesso em:** 07/06/2018.

JACOME, L. H.; SCHUH, W. Effect of temperature on growth and conidial production in vitro, and comparison of infection and agressiveness in vivo among isolates of *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis*. **Japanese Journal of Tropical Agriculture**, Ibaraki, v. 70, n. 1, p. 51-59, 1993.

JONES, D.R. The distribution and importance of the *Mycosphaerella* leaf spot diseases of banana. In: Workshop on *Mycosphaerella* leaf spot diseases held in San Jose, 2002, Costa Rica. ***Mycosphaerella* leaf spot diseases of bananas: present status and outlook**. Montpellier: INIBAP, p. 25-41, 2003.

KIMATI, H.; GALLI, F. Doenças da Bananeira *Musa* spp. In: **Manual de Fitopatologia**; doenças das plantas cultivadas. São Paulo: Ed Agronômica Ceres, 1980. V. 2 p. 87-101.

MARIN, D. H. et al. Black Sigatoka: an increasing threat to banana cultivation. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 87, n. 3, p. 208-222, Mar. 2003.

MASCARENHAS, G. **Análise do mercado brasileiro de banana**. Preços Agrícolas, v. 134, p. 4-12, 1997.

MEREDITH, M.A. **Banana leaf spot disease (Sigatoka) caused by *Mycosphaerella musicola* Leach**. Surrey: CMI, 1970. 147 p. (Phytopathological papers, 11).

MEREDITH, D. S. ; LAWRENCE, J. S. Black leaf streak disease of bananas (*Mycosphaerella fijiensis*): symptoms of disease in Hawaii, and notes of the conidial state of causal fungus. **Transactions of the British Mycological Society** 52: p. 459-467. 1969.

MOULIOM-PEFOURA, A., LASSOUDIÈRE, A., FOKO, J. AND FONTEM, D.A. (1996) Comparison of development of *Mycosphaerella fijiensis* and *Mycosphaerella musicola* on banana and plantain in the various ecological zones in Cameroon. **Plant Disease**. 80, 950–954.

MOURICHON, X.; CARLIER, J.; FOURÉ, E. **Enfermidades de Sigatoka**. Montpellier: INIBAP, 4p. 1997.

OROZCO-SANTOS, M. **Manejo Integrado de la Sigatoka negra Del Plátano**. México: INIBAP, 1998

PEREIRA, J.C.R.; GASPAROTTO, L.; COELHO, A.D.S.; URBEN, A.F. Ocorrência da Sigatoka negra no Brasil. **Fitopatologia brasileira**, v. 23, p. 295, 1998.

PEREIRA, J.C.R.; GASPAROTTO, L. **Contribuição para o reconhecimento das sigatokas negra e amarela e das doenças vasculares da bananeira**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2005.

PEREIRA, L. V. et al. Banana: Produção, Colheita e pós-colheita. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 196, p. 37-47. 1999.

PERRIER, X., De LANGHE, E., DONOHUE, M. Multidisciplinary perspectives on banana (*Musa* spp.) domestication. Proceedings of the National **Academy of Sciences**, v. 108: pág.11311-11318. 2011

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

SILVA, S. DE O.; SHEPHERD, K.; ALVES, E.J.; DANTAS, J.L.L. **Cultivares de banana**. In: ALVES, E. J. A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. Brasília: EMBRAPA-SPI, p.85-105, 1999.

SILVA, S. de O.; SANTOS-SEREJO, J.A.; CORDEIRO, Z.J.M. **Variedades**. In: O cultivo da bananeira. (Eds. A. L. Borges e L. S. Souza). Embrapa Mandioca e Fruticultura, p. 279, 2004.

SIMMONDS, J. H. **Banana leaf spot**. Queensland: Department of Agriculture and Stock Division of Entomology and Plant Pathology, 1933.

SIMMONDS, N. W. Diseases. in SIMMONDS, N. W. **Bananas**. 2nd ed. London: Longmans, 1966. p. 366-408

STOVER, R. H. **Leaf spot of bananas caused by *M. musicola*: role of conidial in epidemiology**. *Phytopathology*, v. 60, 1970.

STOVER, R. H. **Banana, plantain and abaca disease**. England: Commonwealth Mycological Institute, 1972. 316 p.

STOVER, R. H.; SIMMONDS, N. W. **Bananas**. 3. ed. New York: Longman Scientific e Technical, 468 p. 1987.

STOVER, R. H. Leaf spot of banana caused by *Mycosphaerella musae*: factors influencing production of fructification and ascospores. **Phytopathology**, 1964.

STOVER, R.H. Sigatoka leaf spot of bananas and plantains. **Plant Disease**, v. 64, p. 750-755, 1980.

TRINDADE, D.R.; POLTRONIERI, L.S.; MENEZES A.J.E. A. Sigatoka Negra da banana no estado do Pará, **Fitopatologia brasileira**, v. 27, p. 323, 2002.

UCHOA. C, N., Estudos epidemiológicos e diagnose molecular da Sigatoka negra. Tese (doutorado) – **Universidade Federal de Lavras**, 2010.

VILJOEN, A., MAHUKU, G., MASSAWE, C.,TENDO SSALI, R., KIMUNYE, J.N., MOSTERT, G., ... & COYNE, D.L. **Banana diseases and pests: field guide for diagnostics and data collection**. Ibadan, Nigeria: IITA, (2017). p. 73.

ZADOCS, J.C.; SCHEIN, R.D. **Epidemiology and plant disease manegement**. New York: Oxford University, 1979. 427p

ARTIGO 1

PROGRESSO DA SIGATOKA-AMARELA E SIGATOKA NEGRA EM MUDAS DE GRANDE NAINE¹

¹Artigo a ser ajustado para posterior submissão ao comitê Editorial do periódico científico Revista Caatinga, em versão na língua inglesa,

PROGRESSO DA SIGATOKA-AMARELA E SIGATOKA NEGRA EM MUDAS DE GRANDE NAINÉ

RESUMO: A Sigatoka negra é considerada mais destrutiva que a Sigatoka-amarela e fatores relacionados ao ciclo da doença pode influenciar no seu progresso mais elevado. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi realizar a comparação epidemiológica *in vivo* entre a Sigatoka negra e a Sigatoka-amarela. O experimento foi realizado em casa de vegetação utilizando isolados de *M. musicola* e *M. fijiensis* inoculados em mudas da variedade Grande Nainé e avaliados os períodos de incubação e latência, além da taxa de expansão das lesões e a área abaixo da curva de progresso da doença. Os resultados mostram que Sigatoka negra é mais agressiva que a Sigatoka-amarela e os componentes epidemiológicos associados a agressividade da doença são os períodos de incubação e latência que foram respectivamente, 15 e 27 dias mais precoces tornando o ciclo da doença quase duas vezes menor. Outro fator observado que pode ser relacionado com a maior agressividade da Sigatoka negra está associado a velocidade em que as lesões se expandem no tecido foliar. Se expandindo em média 6,2mm²/dia, quase duas vezes mais rápida que a Sigatoka-amarela. Estes fatores epidemiológicos contribuem diretamente no progresso da doença evidenciando como a Sigatoka negra pode ser mais severa que a Sigatoka-amarela. Desta forma a conclui-se que a Sigatoka negra é mais agressiva que a Sigatoka-amarela devido ao ciclo mais curto da doença e a maior taxa de expansão das lesões.

Palavras-chave: Epidemiologia comparativa; ciclo da doença; agressividade.

SIGATOKA-YELLOW AND BLACK SIGATOKA PROGRESS IN GRAND NAINÉ Seedlings

ABSTRACT: Black Sigatoka is considered more destructive than Yellow Sigatoka and factors related to the disease cycle may influence its higher progress. In this context, the objective of this study was to carry out the *in vivo* epidemiological comparison between black Sigatoka and yellow Sigatoka. The experiment was carried out in a greenhouse using *M. musicola* and *M. fijiensis* isolates inoculated in Grande Naine seedlings and evaluated the incubation and latency periods, the lesion expansion rate and the area under the progress curve. The results show that black Sigatoka is more aggressive than yellow Sigatoka and the epidemiological components associated with disease aggressiveness are the incubation and latency periods that were, respectively, 15 and 27 days earlier making the disease cycle almost twice as short. Another observed factor that may be related to the greater aggressiveness of black Sigatoka is associated with the speed at which lesions expand in leaf tissue. Expanding on average 6.2mm²/day, almost twice as fast as the yellow Sigatoka. These epidemiological factors directly contribute to the progress of the disease by showing how black Sigatoka can be more severe than yellow Sigatoka. Thus, it is concluded that the black Sigatoka is more aggressive than the yellow Sigatoka due to the shorter cycle of the disease and the higher rate of lesion expansion.

Keywords: Comparative epidemiology; disease cycle; aggressiveness.

INTRODUÇÃO

A bananeira (*Musa* spp.) é cultivada largamente em aproximadamente 136 países de clima tropical e subtropical. E dentre estes, o Brasil se destaca com a quarta maior produção desta frutífera (FAO, 2018). Sendo esta produção concentrada nas regiões Sudeste (33%) e Nordeste (32%), responsáveis por quase 65% da produção nacional, em destaque os estados de São Paulo e Bahia como os maiores produtores e que aparecem empatados com uma produção de 1,1 milhão de toneladas (IBGE, 2018).

A bananicultura vai além das regiões produtoras, pois cultivo da banana apresenta grande relevância também na agricultura familiar, justificando seu potencial social e econômico (MASCARENHAS, 1997), e sua importância alimentar, uma vez que esta fruta é considerada componente básico na cesta familiar (PERRIER et al. 2011).

Apesar de ser uma cultura consolidada, existem patógenos que acometem a cultura, causando doenças as plantas e afetando a produção. Dentre estes, os fungos se destacam, causando diversas enfermidades como a doença vascular conhecida como o Mal-do-Panamá (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*) e as manchas foliares, que são representadas principalmente pela Sigatoka-amarela, (*Mycosphaerella musicola* Leach) e a Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) (PLOETZ, 2006).

As Sigatokas provocam danos associados a morte prematura das folhas, reduzindo a capacidade fotossintética e conseqüentemente no enfraquecimento da planta, impactando negativamente a produção, provocando a limitação no crescimento e maturação precoce dos frutos (CARLIER et. al., 2000), provocando prejuízos em cerca de 50% quando associados a Sigatoka-amarela, enquanto os danos associados a Sigatoka negra podem chegar a 100% (STOVER & SIMMONDS, 1987).

Sabe-se que a *M. fijiensis* é mais agressiva que a *M. musicola* e os fatores ambientais podem ser atribuídos a esta condição.

E as hipóteses associadas a esta agressividade elevada são devido ao ciclo da doença ocorrer em um período mais curto, assim como as lesões que se expandem mais rápido que a Sigatoka-amarela. Entretanto, não há um

estudo dirigido de maneira que sejam comparados os componentes epidemiológicos durante o progresso das duas doenças.

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi realizar a comparação epidemiológica *in vivo* entre a Sigatoka-amarela e a Sigatoka negra em mudas de bananeira da cultivar Grande Naine.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação na Embrapa Mandioca e Fruticultura – CNPMF, na cidade de Cruz das Almas – Bahia.

Os patógenos utilizados no trabalho foram isolados a partir de amostras foliares de plantas de bananeira com sintomas característicos das Sigatokas negra e amarela. Estas amostras foram coletadas em diferentes municípios da Bahia, e um município do Rio Grande do Norte, das quais foram obtidas 30 isolados, posteriormente identificados molecularmente. Destes foram utilizados 12 isolados selecionados aleatoriamente dentro de cada espécie, sendo 6 de *M. musicola* e 6 do *M. fijiensis* (Tabela 01).

Tabela 1: Isolados de *Mycosphaerella musicola* e *Mycosphaerella fijiensis*, obtidos de diferentes cultivares de bananeira em diferentes municípios.

ESPÉCIE	ISOLADO	CULTIVAR	MUNICÍPIO	COORDENADAS	
<i>M. musicola</i>	ISO 01	Prata anã	Bom Jesus da Lapa-BA	S 13° 14' 52"	w 43° 24' 53"
<i>M. musicola</i>	ISO 18	Prata comum	Presidente Tancredo Neves-BA	S 13° 27' 14"	W 39° 25' 15"
<i>M. musicola</i>	ISO 33	Prata anã	Sebastião Laranjeiras-BA	S 14° 34' 00"	W 42° 56' 10"
<i>M. musicola</i>	ISO 34	Grande Naine	Bom Jesus da Lapa-BA	S 13° 14' 52"	w 43° 24' 53"
<i>M. musicola</i>	ISO 66	Prata	Gandu-BA	S 13° 44' 18"	W 39° 28' 49"
<i>M. musicola</i>	ISO 75	Pacovan	Baraúna-RN	S 05° 04' 48"	W 37° 37' 00"
<i>M. fijiensis</i>	ISO 02	Nanica	Encruzilhada - BA	S 15° 32' 20"	W 40° 54' 50"
<i>M. fijiensis</i>	ISO 03	Prata	Cândido Sales-BA	S 15° 30' 00"	W 41° 14' 14"
<i>M. fijiensis</i>	ISO 05	Prata	Cruz das Almas - BA (UFRB)	S 12° 39' 26"	W 39° 04' 55"
<i>M. fijiensis</i>	ISO 09	Terra	São Felipe-BA	S 12° 39' 46"	W 38° 57' 31"
<i>M. fijiensis</i>	ISO 10	Terra	São Francisco-BA	S 12° 38' 45"	W 39° 01' 00"
<i>M. fijiensis</i>	ISO 27	Prata	Nova Canaã-BA	S 14° 47' 28"	W 40° 09' 59"

Foram utilizadas 72 mudas micropropagadas de bananeira com 90 dias de idade. Foi utilizada uma cultivar susceptível a Sigatoka negra e a Sigatoka-amarela (Grande Naine – AAA). As mudas foram levadas para telado, onde foram transplantadas em sacos de polietileno contendo substrato, sendo irrigadas duas vezes ao dia por sistema de aspersão. As plantas permaneceram no telado durante todo o experimento, sujeitas as condições do ambiente, onde a temperatura média no período do experimento variou entre 22,1 °C e 21,3 °C para as mínimas, e máximas entre 29,8 °C e 32 °C, com temperatura média entre 25,6 °C e 25,2 °C (EMBRAPA, 2018).

O trabalho constou das seguintes etapas: Inoculação, quantificação da doença, avaliação da taxa de expansão da lesão e dos períodos de incubação e latência das doenças. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com 6 repetições, sendo cada repetição composta por duas folhas.

Os 12 isolados utilizados foram escolhidos aleatoriamente da micoteca de *Mycosphaerella* da Embrapa Mandioca e Fruticultura (Tabela 1). Em câmara de fluxo laminar, após 15 dias de incubação em BOD, procedeu-se à maceração de colônias de isolados de *M. fijiensis* adicionando-se 4 mL de água destilada esterilizada para obtenção da suspensão do fungo. Em seguida, para repicagem, foram distribuídas 1mL da suspensão por toda a superfície das 10 placas de Petri contendo meio V8 para cada isolado. Após 10 dias de incubação em temperatura de 25 °C, adicionaram-se 5 mL de água destilada esterilizada sobre as colônias e procedeu-se à liberação dos conídios utilizando uma escova de dentes com cerdas macias realizando movimentos suaves sobre as colônias, coletando em seguida a suspensão bruta resultante deste processo.

Inoculação

A inoculação dos patógenos foi realizada com um atomizador plástico, contendo a suspensão de cada inóculo calibrada a 10^4 esporos/mL, sendo aplicada uma por vez na face abaxial das folhas 1 e 2 de cada planta, as mesmas foram incubadas em câmara úmida com sacos plásticos transparentes pelo período de 72 horas. Posteriormente os sacos foram retirados e as plantas foram mantidas em telado, mediante irrigação por aspersão sobre as copas das

plantas três vezes ao dia, para garantir a umidade necessária para o desenvolvimento dos sintomas (CORDEIRO et al. 2001). As folhas inoculadas foram marcadas com fitas plásticas para garantir que as avaliações fossem sempre realizadas nas mesmas folhas.

Período de Incubação e Latência

O período de incubação foi mensurado contando a partir da inoculação nas mudas, sendo estas observadas diariamente até o surgimento dos sintomas característicos da doença. A avaliação do período de latência foi quantificada desde a inoculação até o surgimento dos sinais característicos dos patógenos, e observados com o auxílio de uma lupa de 40x de ampliação. Os períodos de incubação e latência foram quantificados e expressos em dias pós inoculação – DPI.

Foram realizados testes T, quando comparados os dados entre as espécies. Os Testes de T e Skott Knott foram utilizados para as variáveis do período de incubação e latência, e para a taxa de expansão da lesão. Em ambos foi utilizado o software Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2011).

Taxa de Expansão da Lesão

Para a avaliação da taxa de expansão da lesão, foi marcada na parte adaxial de cada folha inoculada, uma lesão no estágio inicial, escolhidas de forma aleatória. Cada lesão foi avaliada com um paquímetro digital, sendo mensurado o comprimento e a largura da lesão. O comprimento foi mensurado de maneira paralela as nervuras secundárias da folha, enquanto a largura avaliou-se as extremidades da lesão no sentido transversal as nervuras secundárias da folha.

Foram realizadas seis avaliações, sendo estas realizadas periodicamente em intervalos de quatro dias para obtenção dos intervalos de crescimento das lesões entre os isolados e as espécies. Os resultados foram submetidos ao teste de T e Skott Knott, e posteriormente expressos em taxa de expansão da lesão (mm²/dia).

Progresso da Doença

As avaliações do progresso da doença nas plantas foram realizadas periodicamente a cada oito dias, onde eram registradas a severidade da doença apenas nas folhas inoculadas. Esta avaliação foi realizada concomitantemente com as observações da taxa de expansão das lesões e o período de incubação e latência.

O progresso da doença, expresso por meio da severidade é mensurada pela área foliar afetada pelo patógeno. Neste método foi utilizada a escala de Stover (1971), adaptada por Gauhl (1994) (Figura 01), onde as folhas inoculadas foram observadas e atribuídas uma nota de escala da severidade de acordo com a porcentagem das lesões em relação a área total da folha.

Onde:

Nota 0 – Folha sem sintomas;

Nota 1 – Somente estrias (Até 10 manchas na folha);

Nota 2 – Entre 1% e 5% do limbo foliar apresentando manchas;

Nota 3 – Entre 6% e 15% do limbo foliar apresentando manchas;

Nota 4 – Entre 16% e 33% do limbo foliar apresentando manchas;

Nota 5 – Entre 34% e 50% do limbo foliar apresentando manchas;

Nota 6 – Mais que 50% do limbo foliar apresentando manchas;

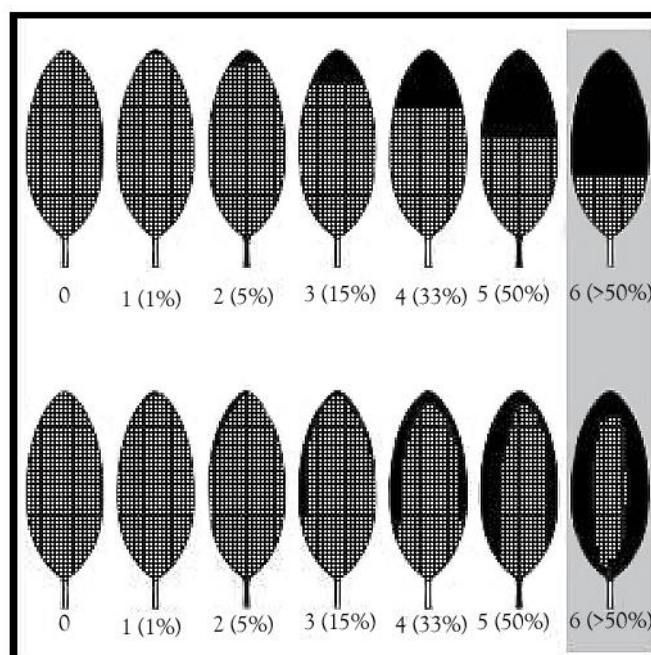


Figura 01: Escala de severidade para Sigatoka proposta por Stover (1971), adaptada por Gauhl (1994).

As notas obtidas das avaliações em cada planta foram utilizadas para os cálculos dos índices da doença (ID), pela fórmula:

$$ID = [\sum nb / (N-1)T] * 100$$

Onde:

n = número de folhas avaliadas.

b = grau da escala.

N = número de graus empregados na escala.

Para a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD), foram utilizados valores do ID de cada isolado em relação ao período das avaliações, de acordo com a fórmula:

$$AACPD = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)$$

Onde:

AACPD = Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença;

Y_i = proporção da doença na i-ésima observação;

T_i = tempo em dias na i-ésima observação;

n = número total de observações.

Posteriormente, para a plotagem da curva de progresso da doença, foram utilizados os dados da AACPD transformados para o modelo logístico utilizando o Software estatístico R[®] (2015).

$$Y = \frac{\theta}{1 + e^{-(\alpha + \beta X)}} + \varepsilon$$

Onde:

Y = Proporção da doença 0 < y < 1;

a = logit (proporção da doença no tempo 0);

r = severidade da doença na i-ésima observação;

t = tempo em dias na i-ésima observação;

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Sigatoka negra apresentou um desenvolvimento mais intenso que a Sigatoka-amarela, com períodos de incubação e latência mais curtos e com lesões que progrediram mais rápido (Tabela 2).

Tabela 2: Período de incubação, latência e taxa de expansão de Sigatoka-Negra e Sigatoka-amarela.

Tratamento	P. Inc (DPI)*	P. Lat (DPI)**	Exp. Lesão (mm ² /dia)***
Sigatoka-Negra (<i>M. fijiensis</i>)	18 a	31,3 a	6,30 a
Sigatoka-amarela (<i>M. musicola</i>)	33 b	58,5 b	3,20 b
CV (%)	12,28	7,53	18,82
Média geral:	25,19	44,9	47,50

Valores seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de T a 1% de probabilidade.

* Período de incubação (Dias após a inoculação).

** Período de latência (Dias após a inoculação).

*** Taxa de expansão das lesões (mm² por dia).

Quando observados os períodos de incubação e latência, nota-se o desenvolvimento Sigatoka negra causando os sintomas em um período de 15 dias antes que a Sigatoka-amarela, assim como o período de latência, qual foi observada a formação de estruturas reprodutivas aproximadamente 27 dias antes. Além disso, outro fator que evidencia a severidade da Sigatoka negra foi a velocidade em que as lesões se expandem, podendo ser até duas vezes mais rápido que a Sigatoka-amarela.

Além das diferenças evidenciadas entre as espécies, os períodos de incubação e latência, bem como a taxa de expansão das lesões variaram entre os isolados dentro de uma mesma espécie (tabela 3).

Tabela 3: Dados das variáveis dos períodos de incubação e latência e a taxa de expansão da lesão para os isolados de *M. musicola* e *M. fijiensis*.

	Tratamentos	P. Inc (DPI)*	P. Lat (DPI)**	Exp. Lesão*** (mm ² /dia)
Sigatoka-amarela (<i>M. musicola</i>)	Iso01	29 a	56 a	3,25 a
	Iso66	29 a	58 b	2,78 b
	Iso34	31 b	59 b	3,73 a
	iso33	32 b	60 b	2,94 b
	Iso75	32 b	61 b	3,40 a
	iso18	38 c	56 a	3,09 b
	CV (%)	7,53	6,4	10,79
Média geral:	32,8	58,5	3,20	
Sigatoka negra (<i>M. fijiensis</i>)	iso27	15 a	29 a	8,08 a
	iso03	16 a	30 a	4,85 d
	iso10	17 a	34 b	5,76 c
	iso09	17 a	29 a	6,68 b
	iso05	18 b	35 b	5,75 c
	iso02	20 b	31 a	6,69 b
	CV (%)	10,88	5,73	9,95
Média geral:	17,5	31,3	6,30	

*Valores seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Skoot Knott a 1% de probabilidade.

* Período de incubação (Dias após a inoculação).

** Período de latência (Dias após a inoculação).

*** Taxa de expansão das lesões (mm² por dia).

Quando comparados entre si, os isolados de cada espécie apresentaram desenvolvimento diferentes. Contudo, a variação na amplitude pode ser notada entre as espécies nos componentes avaliados.

A Sigatoka negra apresentou menor variação na amplitude do período de incubação com apenas cinco dias de diferença entre os isolados. Já para o período de latência essa variação foi maior com aproximadamente seis dias, da mesma forma, a expansão das lesões que apresentaram variação na velocidade de até 3,23mm² por dia entre os isolados.

Para a Sigatoka-amarela a maior variação foi observada no período de incubação com aproximadamente nove dias de diferença entre os isolados, enquanto uma menor amplitude foi observada no período de latência, com variação de cinco dias. Menor variação também foi notada na velocidade de expansão das lesões, com cerca de 0,95mm² por dia entre os isolados.

Outro fator observado na Sigatoka-amarela foi que mesmo em isolados com períodos de incubação e latência significativamente menores como Iso34

e Iso75, apresentaram taxa de expansão da lesão estatisticamente iguais ao Iso01 que obteve período de incubação e latência significativamente maiores.

Os resultados do período de incubação para *M. fijiensis* foram similares aos encontrados por Marin et al. (2003), que em condições favoráveis, o período de incubação foi de aproximadamente de 13-14 DPI. Contudo, quando as condições foram desfavoráveis o período de incubação se estendeu por até 35 dias e o período de latência variou entre 25 e 70 dias na estação chuvosa e seca respectivamente.

Valores diferentes foram observados por Mouliom-Pefoura et al. (1996), quando compararam o progresso de *M. musicola* e *M. fijiensis*, em temperaturas entre 15 °C e 18 °C, e relataram que o período de incubação da Sigatoka-amarela foi inferior ao da Sigatoka negra, variando entre 15 - 18 dias e 22 – 25 dias respectivamente. O autor associa esta variação com a altitude e as temperaturas mais baixas, favorável ao desenvolvimento da Sigatoka amarela.

Segundo Parlevliet (1979), para definir variáveis importantes no progresso de uma doença, principalmente policíclica, é necessário o conhecimento dos seus componentes epidemiológicos para que haja sucesso na construção de estratégias para controle da mesma. Dentre estes componentes, o autor ainda considera o período de incubação e latência componentes importantes no progresso da doença.

Assim como a taxa de expansão da lesão, que é um componente epidemiológico que pode ser utilizado para classificar a agressividade de linhagens ou raças de um patógeno, seja ele fúngico ou bacteriano (Johnson & Taylor, 1976). E uma das principais consequências deste componente em uma epidemia é que mesmo em condições desfavoráveis ao patógeno, as lesões continuam a expandir (EMGE et., al 1975).

Corroborando, Mehta (1981), ressaltou a importância da expansão de uma lesão, e relatou que em condições favoráveis ao patógeno, uma simples lesão de *B. sorokiniana* ocupou uma área de 23 % de uma folha de trigo no período de 33 dias.

Outro fator relacionado a lesão, é que à medida que as áreas lesionadas do hospedeiro aumentam, conseqüentemente aumentam a produção de inóculo, e em um período mais curto (Lannou et. al., 1994). Dessa forma, à

medida que a área do tecido lesionado aumenta, conseqüentemente, após o período de latência, onde a doença passa a ser infecciosa, aumenta-se a fonte de inóculo, originando consideravelmente novas lesões.

Além disso, há uma relação entre as lesões e a produção de esporos, que são diferentes para cada espécie, que segundo Stover (1980), para a Sigatoka negra os números podem chegar a 1200 conídios por lesão enquanto a quantidade de ascósporos pode variar de 8.000 a 33.000 esporos/m³. Enquanto, para Sigatoka-amarela o número de conídios pode chegar a 30.000 por lesão, contudo para ascósporos esse valor cai para no máximo 4.000 esporos/m³ (STOVER, 1980).

Dessa forma, quando correlacionados taxa mais elevada de expansão das lesões que, por consequência aumenta a fonte de inóculo, pode-se compreender como este componente é determinante para a maior agressividade da Sigatoka negra em relação a Sigatoka-amarela. Esta agressividade é refletida na produção, pois quando há a redução da área fotossintética da planta, por consequência, ocorre a limitação no crescimento e maturação precoce dos frutos, provocando perda de produtividade estimadas em 50% (CARLIER et. al., 2000), e segundo Ghini et. al., (2007), os prejuízos podem ser estimados em até 100% em cultivares suscetíveis.

Progresso Da Doença

A partir da curva de progresso da doença, pode-se observar como a Sigatoka negra é mais severa quando comparada a Sigatoka-amarela.

(Figura 2).

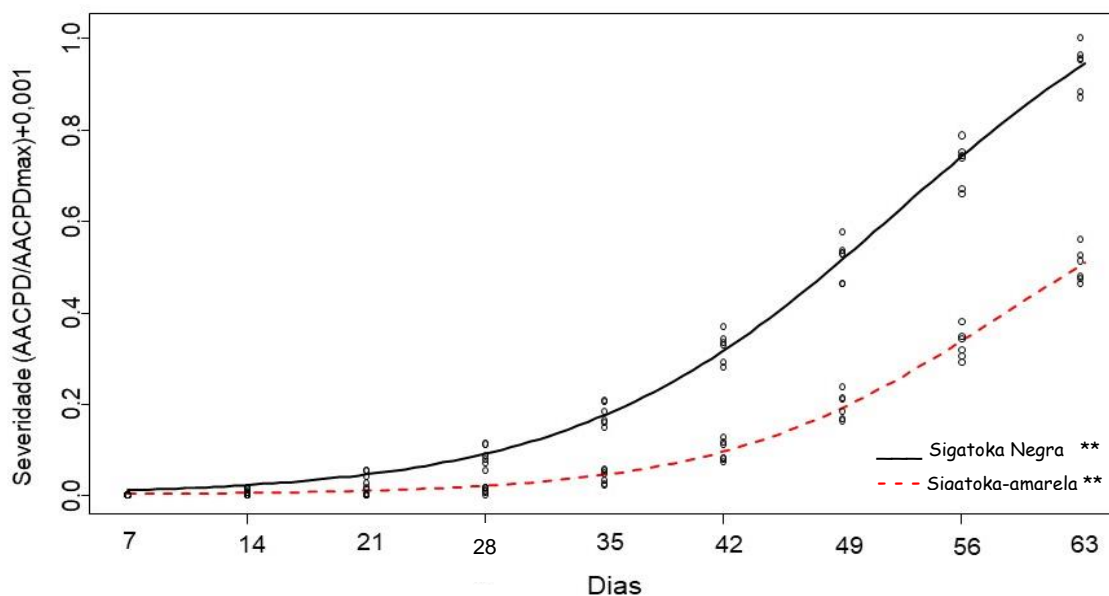


Figura 2: Curva de progresso da doença para a Sigatoka negra e Sigatoka-amarela, ajustados pelo modelo logístico.

** P valor < 0,001

Esta severidade pode estar relacionada aos fatores biológicos da espécie, que obteve o período de incubação da doença mais curto, onde os sintomas já eram visíveis em média aos 18 dias após a inoculação.

A taxa de expansão das lesões é um importante componente que também contribuiu para o progresso da doença, onde os isolados de *M. fijiensis* provocaram lesões que se expandiram a uma velocidade quase 2x maior que a Sigatoka-amarela. Desta forma a curva de progresso da doença consegue representar o comportamento da Sigatoka negra em uma cultivar susceptível, evidenciando a severidade em que o patógeno ataca o hospedeiro.

A Sigatoka-amarela obteve uma curva de progresso significativamente menor, contudo, sua importância não deve ser desprezada, pois uma vez introduzidas na área de produção, pode causar perdas estimadas em até 50% da produção em cultivares suscetíveis.

Pode-se observar que a Sigatoka-amarela teve o desenvolvimento mais prolongado, em função do período de incubação da doença que foi mais tardio, em média aos 33 dias e fatores como a temperatura na época de experimentação podem estar correlacionados ao progresso tardio da doença. A curva também expressa uma menor severidade ao ponto final, e a taxa de expansão da lesão é um componente está diretamente relacionada a este fator, uma vez que as lesões obtiveram um progresso mais lento que a Sigatoka negra.

Sabe-se que a Sigatoka negra é mais agressiva que a Sigatoka-amarela na qual são necessárias medidas de controle como, a redução de inóculo inicial e tratamentos fitossanitários (MARIN et al. 2003), pois apesar de atingir somente a área foliar da cultura, o principal prejuízo é refletido nos frutos, causando perda de produtividade (GHINI et al. 2007). Dessa maneira o manejo da doença é de extrema importância, principalmente em regiões produtoras.

Para Fry (1982) conhecer o progresso da doença em populações é fundamental para auxiliar na elaboração de estratégias de controle da doença. Corroborando, Parlevliet (1979) afirma que para definir variáveis importantes no progresso de uma doença, principalmente policíclica, é necessário o conhecimento dos seus componentes para que haja sucesso no controle da mesma.

A Sigatoka negra é mais severa que a Sigatoka-amarela como visto na curva de progresso da doença, entretanto, um fator preocupante relacionado ao progresso da doença é que na maioria dos casos onde ocorre a infecção pelo *M. fijiensis*, esta passa a ser predominante na cultura da banana, reduzindo a ocorrência da Sigatoka-amarela (MARIN et al., 2003). Caso medidas de controle não sejam tomadas, as lesões, tanto em número quanto em extensão podem substituir a Sigatoka-amarela em um período estimado de quatro anos, elevando o número de pulverizações de fungicidas, elevando o custo de produção (OROZCO-SANTOS, 1998).

CONCLUSÃO

A Sigatoka negra é mais severa que a Sigatoka-amarela, e esta severidade está associada aos componentes epidemiológicos de período de incubação e latência mais curtos e a maior taxa de expansão das lesões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERGER, R. D. *Helminthosporium turcicum* lesion numbers related to numbers of trapped spores and fungicide sprays. **Phytopathology** 63: 930-933. 1973.

CARLIER, J., FOURÉ, E., GAUHL, F., JONES, D. R., LEPOIVRE, P., MOURICHON, X., PASBERG-GAUHL, C., ROMERO, R. A. Black leaf streak. In: Jones, D.R. (ed) Diseases of banana, abaca and enset. Wallingford: **CAB International**, 2000. 544 p.

CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A.P.de; FERREIRA, D.M.V. **Manual para identificação da Sigatoka-negra**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, (Documentos, 96). 16p. 2001.

EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA. **Boletim climatológico**. Estação meteorológica convencional de Cruz das Almas – BA. 2018

EMGE, R. G., KINGSOLVER, C. H., AND JOHNSON, D. R. Growth of the sporulating zone of *Puccinia striiformis* and its relationship to stripe rust epiphytology. **Phytopathology** 65:679-681. 1975.

EVERTS, K. L. e LACY, M. L. Factors influencing infection of union leaves by alternaria porri and subsequent lesion expansion. **Plant Disease** 80:276-280. 1996.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>> **Acesso em:** 16 de junho de 2018.

FERREIRA, DANIEL FURTADO. SISVAR: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FRY, W. E. **Principles of plant disease management**. New York: Academic, 1982.

GHINI, R.; HAMADA, E.; GONÇALVES, R. R. V.; GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J. C. R. Análise de Risco das Mudanças Climáticas Globais sobre a Sigatoka negra da Bananeira no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**. 2007

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201704.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201704.pdf)>. **Acesso em:** 07/06/2018.

JOHNSON, R., AND TAYLOR, A. J.. Spore yield of pathogens in investigations of the race-specificity of host resistance. *Annu. Rev. Phytopathol.* 14:97-119.1976

KOCH, M. F. e MEW, T. W. Rate of lesion expansion in leaves as a parameter of resistance to *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* in rice. **Plant Disease** 75:897-900. 1991.

LANNOU, C., DE VALLAVIEILLE-POPE, C., GOYEAU, H. Host mixture efficacy in disease control: Effects of lesion growth analyzed through computer-simulated epidemics. **Plant Pathol.** 43:651-662. 1994.

MARIN, D. H. et al. Black Sigatoca: an increasing threat to banana cultivation. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 87, n. 3, p. 208-222, Mar. 2003.

MASCARENHAS, G. **Análise do mercado brasileiro de banana**. Preços Agrícolas, v. 134, p. 4-12, 1997.

MEREDITH, D. S. ; LAWRENCE, J. S. Black leaf streak disease of bananas (*Mycosphaerella fijiensis*): symptoms of disease in Hawaii, and notes of the conidial state of causal fungus. **Transactions of of the British Mycological Society** 52: p. 459-467. 1970.

MEHTA, Y.R. Produção de conídios, período de esporulação e extensão da lesão por *Helminthosporium sativum* nas folhas-bandeiras de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 16:77-79. 1981.

MOULIOM-PEFOURA, A & LASSOUDIÈRE, A & FOKO, J & FONTEM, D.A.. Comparison of development of *Mycosphaerella fijiensis* and *Mycosphaerella musicola* on banana and plantain in the various ecological zones in Cameroon. **Plant Disease**. 1996. 80. 950-954.

OROZCO-SANTOS, M. **Manejo Integrado de la Sigatoka negra Del Plátano**. México: INIBAP, 1998

Parlevliet J. E. Components of Resistance that Reduce the Rate of Epidemic Development. **Annual Review of Phytopathology** 1979 17:1, 203-222

PERRIER, X., De LANGHE, E., DONOHUE, M. Multidisciplinary perspectives on banana (*Musa* spp.) domestication. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 2011.108: pág.11311-11318.

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

SHANER, G. Growth of uredinia of *Puccinia recondita* in leaves of slow- and fast- rusting wheat cultivars. **Phytopathology** 73:931-935. 1983.

SIMMONDS, J. H. **Banana leaf spot**. Quensland: Departament of Agriculture and Stock Division of Entomology and Plant Pathology, 1933.

STOVER, R. H.; SIMMONDS, N. W. **Bananas**. 3. ed. New York: Longman Scientific e Technical, 1987. 468 p.

STOVER, R. H. A proposed international scale for estimating intensity of banana leaf spot (*Mycosphaerella musicola*). **Tropical Agriculture**, v. 48, 1971. p. 185 – 196.

SUBBARAO, K. V. e MICHAILIDES, T. J. Effects of temperature on isolates of *Fusarium moniliforme* causing fig endosepsis and *Aspergillus niger* causing smut. **Phytopathology** 85:662-668. 1995.

ARTIGO 2

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA EM ISOLADOS DE *Mycosphaerella fijiensis* e *Mycosphaerella musicola*

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA EM ISOLADOS DE *Mycosphaerella fijiensis* e *Mycosphaerella musicola*

RESUMO: A Sigatoka negra é considerada a doença foliar mais destrutiva na bananicultura, e a temperatura é um fator climático que pode estar associado a agressividade da doença. Partindo desse pressuposto o objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento e a viabilidade micelial *in vitro* de isolados de *M. musicola* e *M. fijiensis* em diferentes temperaturas. O experimento foi realizado na Clínica Fitossanitária da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia- UFRB, onde os isolados de *M. musicola* e *M. fijiensis*, foram cultivados em 6 temperaturas diferentes e em seguida foram avaliados componentes como crescimento e viabilidade micelial. Os resultados mostram que ambas as espécies apresentam adaptação a uma faixa de temperatura diferente considerada ideal para cada uma delas, onde a *M. musicola* apresentou maior crescimento em 23,5 °C enquanto a maior viabilidade foi observada quando cultivada em 25 °C variando entre 9,5 e 14,2%. Entretanto, para *M. fijiensis*, os maiores valores de crescimento foram notados na temperatura de 28 °C, enquanto a maior viabilidade foi observada quando cultivados em 26,5 °C variando entre 7,9 e 23,4%. Foi observado que também que mesmo apresentando menor crescimento micelial, em condições ótimas, os isolados de *M. fijiensis* podem apresentar viabilidade até cinco vezes maior que os isolados de *M. musicola*, além de permanecerem viáveis mesmo quando cultivados em baixas temperaturas. Para as Sigatokas, a temperatura pode ser determinante ao progresso da doença, e mesmo tendo fatores biológicos principalmente, como o ciclo mais curto da doença associados a severidade da Sigatoka negra, nota-se como os fatores climáticos podem ser determinantes para o desenvolvimento dos agentes causais, influenciando diretamente no crescimento e na viabilidade dos isolados. Concluindo que a *M. fijiensis* é melhor adaptada a temperaturas mais elevadas sendo inibida em temperaturas mais baixas, apresentando maior crescimento e viabilidade micelial quando cultivados em temperaturas mais elevadas.

Palavra-chave: Sigatoka negra; Sigatoka-amarela; adaptação; crescimento; viabilidade.

INFLUENCE OF TEMPERATURE ON ISOLATES OF *Mycosphaerella fijiensis* and *Mycosphaerella musicola*

ABSTRACT: Black Sigatoka is considered the most destructive leaf disease in banana cultivation, and temperature is a climatic factor that may be associated with the aggressiveness of the disease. From this assumption the objective of this work was to evaluate the growth and mycelial viability in vitro of isolates of *M. musicola* and *M. fijiensis* at different temperatures. The experiment was carried out at the Phytosanitary Clinic of the Federal University of Recôncavo da Bahia - UFRB, where the isolates of *M. musicola* and *M. fijiensis* were cultivated at 6 different temperatures and then evaluated as growth and mycelial viability. The results show that both species presented adaptation to a different temperature range considered ideal for each one of them, where *M. musicola* presented higher growth at 23.5 °C while the highest viability was observed when cultivated at 25 °C, varying between 9.5 and 14.2%. However, for *M. fijiensis*, the highest growth values were observed at 28 °C, while the highest viability was observed when grown at 26.5 °C ranging from 7.9 to 23.4%. It was also observed that even with lower mycelial growth, under optimal conditions, *M. fijiensis* isolates can present up to five times higher viability than *M. musicola* isolates, and remain viable even when grown at low temperatures. For Sigatokas, temperature may be determinant to disease progression, and even having mainly biological factors, such as the shorter disease cycle associated with the severity of black Sigatoka, it is noted how climatic factors may be determinant for the development of agents. directly affecting the growth and viability of the isolates. In conclusion, *M. fijiensis* is better adapted to higher temperatures and inhibited at lower temperatures, presenting higher growth and mycelial viability when grown at higher temperatures.

Keyword: Black Sigatoka; Yellow Sigatoka; adaptation; growth; viability.

INTRODUÇÃO

Considerada as doenças foliares mais importantes na cultura da bananeira, tanto a Sigatoka-amarela como a Sigatoka negra provocam danos associados a morte prematura das folhas, reduzindo a capacidade fotossintética e conseqüentemente no enfraquecimento da planta, impactando diretamente na produção provocando a limitação no crescimento e maturação precoce dos frutos (CARLIER et. al., 2000).

A Sigatoka negra é considerada a doença foliar mais severa da bananeira, na qual são necessárias medidas preventivas de controle que visem redução de inóculo inicial (MARIN et al. 2003). Contudo, esta severidade pode estar associada as condições do ambiente, uma vez que, Campbell e Madden (1990), afirmam que os fatores climáticos como temperatura e umidade afetam diferentes fases no ciclo de vida de um patógeno influenciando tanto no progresso de uma epidemia como nas fases de crescimento do hospedeiro.

E com as Sigatokas não é diferente, pois segundo Meredith e Lawrence (1969), os períodos de incubação e latência estão sujeitos as condições do ambiente, sendo estes períodos mais curtos em condições favoráveis e se estendendo em condições desfavoráveis ao seu desenvolvimento (MARIN et al. 2003).

Ao considerar o ambiente favorável para o desenvolvimento da *M. musicola* e *M. fijiensis*, sabe-se que para a germinação de esporos e a colonização do hospedeiro é indispensável a presença de água livre na superfície foliar, assim como temperaturas ideais. (STOVER, 1972). Principalmente a Sigatoka negra, que é altamente influenciada pela umidade, temperatura e o vento, fatores estes que afetam o crescimento das lesões e a disseminação dos esporos (STOVER, 1972). Entretanto a temperatura é um fator que apresenta uma amplitude de variação para o desenvolvimento das Sigatokas, onde os sintomas das doenças podem progredir em um intervalo de 22 a 31 °C, com ótimo entre 25 e 28 °C (JACOME e SCHUH, 1993).

Sabe-se que a Sigatoka negra é mais severa que a Sigatoka-amarela e o ciclo mais curto da doença pode ser associado a esta severidade (MOULIOM-PEFOURA et al., 1996). Entretanto além do fator biológico associado ao desenvolvimento das Sigatokas é necessário o entendimento de como a

temperatura do ambiente interfere no desenvolvimento da *M. musicola* e *M. fijiensis*.

Desta maneira e uma das hipóteses desta pesquisa é que tanto o crescimento como a viabilidade de *M. fijiensis* e *M. musicola* são afetados em função da variação de temperatura. Outra hipótese é que cada espécie apresente melhor crescimento e viabilidade em diferentes faixas de temperaturas.

Partindo desse pressuposto, o objetivo do trabalho foi avaliar o desenvolvimento *in vitro* de isolados de *M. musicola* e *M. fijiensis* submetidos a diferentes temperaturas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Clínica Fitossanitária da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) em Cruz das Almas – BA.

Os isolados utilizados foram coletados a partir de lesões foliares com sintomas característicos de Sigatoka-amarela e Sigatoka negra, em diferentes cultivares em diferentes localidades, sendo quatro isolados de *M. musicola* e quatro de *M. fijiensis* (tabela 1).

Tabela 1: Isolados de *Mycosphaerella musicola* e *Mycosphaerella fijiensis*, obtidos de diferentes cultivares de bananeira em diferentes municípios, utilizados para os estudos epidemiológicos.

ESPÉCIE	ISOLADO	CULTIVAR	MUNICÍPIO	COORDENADAS	
<i>M. musicola</i>	ISO 01	Prata anã	Cruz das Almas - BA (UFRB)	S 12° 39' 26"	W 39° 04' 55"
<i>M. musicola</i>	ISO 08	Prata comum	Cruz das Almas - BA (UFRB)	S 12° 39' 26"	W 39° 04' 55"
<i>M. musicola</i>	ISO 11	Prata anã	Cruz das Almas - BA (UFRB)	S 12° 39' 26"	W 39° 04' 55"
<i>M. musicola</i>	ISO 20	Grande Naine	Cruz das Almas - BA (UFRB)	S 12° 39' 26"	W 39° 04' 55"
<i>M. fijiensis</i>	ISO 03	Prata	Cândido Sales-BA	S 15° 30' 00"	W 41° 14' 14"
<i>M. fijiensis</i>	ISO 05	Prata	Cruz das Almas - BA (UFRB)	S 12° 39' 26"	W 39° 04' 55"
<i>M. fijiensis</i>	ISO 09	Terra	São Felipe-BA	S 12° 39' 46"	W 38° 57' 31"
<i>M. fijiensis</i>	ISO 10	Terra	São Francisco-BA	S 12° 38' 45"	W 39° 01' 00"

CRESCIMENTO MICELIAL

Os isolados utilizados foram cultivados em placas de Petri contendo meio de cultura BDA (Batata, Agar e Dextrose) em condições de ambiente. Desses isolados foram retirados discos padronizados com 6 milímetros (mm) de diâmetro contendo as estruturas do fungo e em condições assépticas foram inoculados em novas placas contendo meio de cultura BDA, que em seguida foram fechadas e vedadas com filme plástico.

Os isolados foram cultivados em seis temperaturas diferentes (23,5 °C, 25 °C, 26,5 °C, 28 °C e 29,5 °C), pelo período de 30 dias, em BODs (Biochemical Oxygen Demand), com fotoperíodo de 12h, em delineamento experimental inteiramente casualizado com oito repetições por isolado.

Devido ao crescimento irregular das colônias de *Mycosphaerella musicola* e *Mycosphaerella fijiensis* (Figura 1), não sendo representativa as avaliações por área de crescimento (cm²), foi adotado o método de avaliação por massa micelial das colônias.

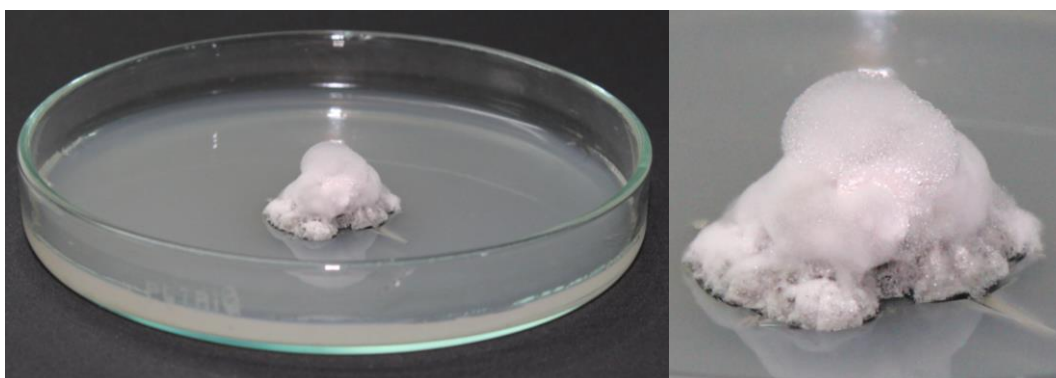


Figura 1: Colônia de *Mycosphaerella fijiensis* em meio de cultura BDA.

Para a quantificação da massa micelial, primeiramente os isolados nas placas foram submetidos ao aquecimento em aparelho micro-ondas pelo período de aproximadamente 2 minutos, até o ponto de fusão do meio de cultura, possibilitando a retirada das colônias completas. Após, foi utilizada uma piceta com água quente, e com jatos direcionados foram retirados qualquer resíduo de meio de cultura aderido as colônias.

Posteriormente, as colônias foram submetidas a secagem em estufa com temperatura de 65 °C pelo período de 120 minutos, e em seguida foram pesadas em balança de precisão.

Viabilidade micelial

Para o teste de viabilidade foram preparadas suspensões miceliais, utilizando discos dos 8 isolados cultivados em BODs nas temperaturas de 23,5, 25, 26,5, 28 e 29,5 °C, pelo período de 30 dias com fotoperíodo de 12h. Posteriormente, em câmara de fluxo laminar, os isolados foram macerados com pistilo em almofariz de porcelana contendo 5 ml de água destilada, formando uma suspensão micelial concentrada.

As suspensões foram filtradas com gaze em 4 dobras, e em seguida, uma alíquota de 5 ml foi adicionada em tubos (50ml), contendo 20 ml de missangas (pequenas esferas plásticas), 10 ml de água destilada esterilizada.

Posteriormente as suspensões foram agitadas em agitador elétrico (Vortex) por aproximadamente 1 minuto, fragmentando os micélios até formar uma suspensão homogênea.

As suspensões foram quantificadas em câmara de Neubauer e em seguida ajustadas na concentração 10^4 partes de micélio/ml (Figura 2).



a Figura 2: a - Suspensão micelial concentrada; b – agitação por Vortex; c – suspensões ajustadas.

Uma alíquota de 100 μ L das suspensões ajustadas, foram transferidas para placas de Petri com meio de cultura BDA e espalhadas homogêneas

com a alça de Drigalski. Posteriormente, as placas foram fechadas e vedadas com plástico filme.

Para este experimento, foram utilizados 8 isolados previamente cultivados nas 6 temperaturas apresentadas acima, com 7 repetições, avaliados nas temperaturas de 25 e 28 °C, em BOD com fotoperíodo de 12h pelo período de 7 dias. Ao final deste período os isolados foram avaliados, quantificando as unidades formadoras de colônias (UFC).

E com base na quantidade de fragmentos de micélios por alíquota da suspensão e na quantidade de colônias formadas foi calculada a porcentagem de viabilidade dos isolados. Onde 10^4 esporos/ml = 1000 esporos por 100 μ L.

Os dados foram tabulados e submetidos a análise estatística pelo programa Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2011), e os resultados foram expressos em massa micelial (Mg).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento Micelial

Ao observar os resultados obtidos da avaliação do crescimento micelial, notou-se que o desenvolvimento dos isolados foram diferentes dentro de cada temperatura testada, evidenciando a influência da temperatura no crescimento dos isolados de *M. musicola* e *M. fijiensis* em todas as temperaturas testadas (Tabela 02).

Tabela 02: Massa micelial dos isolados de *M. musicola* e *M. fijiensis*, aos 30 dias, cultivados em diferentes temperaturas. Valores referente a massa expressos em miligramas (Mg).

		22°C	23,5°C	25°C	26,5°C	28°C	29,5°C
<i>M. musicola</i>	ISO 1	66,8 c	77,8 e	69,0 e	64,3 d	52,7 d	44,7 c
	ISO 8	74,7 c	133,1 b	149,0 a	100,3 b	78,7 b	57,6 b
	ISO 11	87,3 b	153,3 a	83,7 d	72,7 c	63,5 c	57,0 b
	ISO 20	100,2 a	105,7 c	97,2 c	48,1 e	46,7 d	43,8 c
<i>M. fijiensis</i>	ISO 3	36,4 e	43,8 g	45,8 f	48,2 e	71,4 b	33,4 d
	ISO 5	58,2 d	63,6 f	67,5 e	96,9 b	71,3 b	58,4 b
	ISO 9	71,8 c	91,2 d	126,1 b	148,4 a	130,8 a	89,8 a
	ISO 10	52,4 d	56,7 f	65,9 e	91,5 b	130,3 a	61,0 b
	CV%	11,4	9,2	11,1	6,7	10,8	13,7
	Média	68,4	90,6	88,0	83,7	80,6	55,7
	Geral						

*Valores seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Skott Knott a 1% de probabilidade.

Foi observado o crescimento mais elevado para os isolados de *M. musicola*, quando cultivados nas temperaturas de 22 °C a 25 °C, com ótimo em 23,5 °C, havendo redução no crescimento micelial nas temperaturas acima mais elevadas.

Para a *M. fijiensis*, os maiores resultados de massa foram observados em temperaturas mais elevadas, com desenvolvimento ótimo em 28 °C, havendo redução no crescimento nas temperaturas abaixo de 26,5 °C.

Mesmo havendo disparidade entre os isolados de cada espécie, quando calculado os valores médios dos isolados pode-se notar como o crescimento

de cada espécie foi predominante a uma faixa de temperatura diferente, predominando a *M. musicola* em temperaturas mais baixas enquanto a *M. fijiensis* obteve maior crescimento nas temperaturas mais elevadas. Contudo, nesta variável quando comparados os valores médios de crescimento dos isolados dentro da mesma espécie, nota-se que nas condições ótimas de cada espécie, os isolados de *M. musicola* apresentaram crescimento micelial maior que os isolados de *M. fijiensis*. (Figura 3).

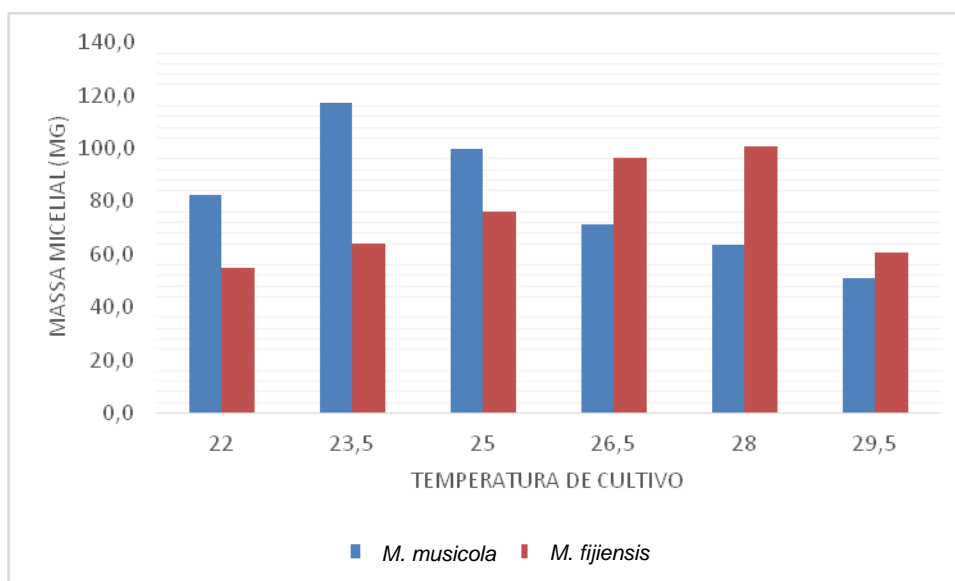


Figura 03. Média da massa micelial dos isolados de *M. musicola* e *M. fijiensis* cultivados em diferentes temperaturas.

Viabilidade Micelial

Assim como no teste de crescimento micelial foi possível observar a interação positiva entre a temperatura e a viabilidade micelial dos isolados de *M. musicola* e *M. fijiensis*, havendo a influência na viabilidade em função tanto da temperatura de cultivo como nas temperaturas de avaliação (Tabela 3).

Tabela 03: Viabilidade dos isolados de *M. musicola* e *M. fijiensis* cultivados em diferentes temperaturas e posteriormente submetidos a temperatura de 25°C e 28°C. Valores referente a viabilidade, expressos em porcentagem (%).

		22°C**		23,5°C**		25°C**		26,5°C**		28°C**		29,5°C**	
		25°C*	28°C*	25°C*	28°C*	25°C*	28°C*	25°C*	28°C*	25°C*	28°C*	25°C*	28°C*
<i>M. musicola</i>	ISO01	10,2 a	1,8 e	10,5 a	6,1 d	11,5 c	7,0 d	11,3 c	7,5 d	8,5 d	5,8 e	6,4 c	4,1 c
	ISO08	6,1 c	3,6 d	6,8 d	3,8 e	9,5 d	4,5 e	7,6 d	4,1 e	6,6 e	2,2 f	5,9 d	1,0 d
	ISO11	10,5 a	7,7 b	10,6 a	7,6 c	13,6 a	7,4 d	10,8 c	5,1 e	6,6 e	5,5 e	6,2 c	4,1 c
	ISO20	9,7 a	2,4 e	10,7 a	2,6 f	14,2 a	3,9 e	12,9 b	4,5 e	6,2 e	2,3 f	4,9 e	1,4 d
<i>M. fijiensis</i>	ISO03	3,4 d	5,9 c	8,9 b	9,4 b	12,7 b	16,7 a	23,4 a	37,8 a	18,3 a	33,7 a	16,8 a	26,2 a
	ISO05	2,1 e	6,5 c	5,9 d	7,2 c	7,0 f	7,9 d	7,9 d	8,0 d	7,3 e	8,1 d	5,7 d	7,1 b
	ISO09	6,0 c	8,1 b	6,6 d	8,9 b	8,1 e	9,4 c	7,9 d	10,8 c	10,9 c	12,6 c	4,7 e	3,6 c
	ISO10	7,9 b	10,5 a	8,2 c	10,8 a	10,3 d	13,4 b	11,5 c	14,8 b	12,0 b	13,9 b	7,4 b	3,9 c
CV %		10,3	11,4	9,4	7,60	8,90	11,3	7,80	8,80	9,50	7,40	11,5	9,60
Media		6,98	5,81	8,5	7,04	10,8	8,77	11,6	11,5	9,55	10,5	7,26	6,43
GeraL													

Valores seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Skott Knott a 1% de probabilidade.

* Temperaturas do teste de viabilidade (7 dias).

** Temperaturas de cultivo dos isolados (30 dias).

Quando avaliados na temperatura de 25 °C, a *M. musicola*, apresentou maior viabilidade para os isolados cultivados nas temperaturas de 22 °C a 25 °C, com ótimo em 25 °C, com variação da viabilidade entre 9,5% e 14,2%, sendo inibidos quando cultivados nas temperaturas mais elevadas.

O oposto ocorreu com os isolados de *M. fijiensis*, que apresentou maior viabilidade quando cultivados nas temperaturas acima de 26 °C, com ótimo em 26,5 °C, com variação entre 7,9% e 23,4%, sendo inibidos nas temperaturas mais baixas.

Quando avaliados os valores médios da viabilidade de ambas espécies pode-se perceber que mesmo havendo uma adaptação a uma determinada faixa de temperatura, ambas foram inibidas nas temperaturas de 22 °C e 29,5 °C, indicando condições desfavoráveis para as espécies. Como podem ser observados na figura 4.

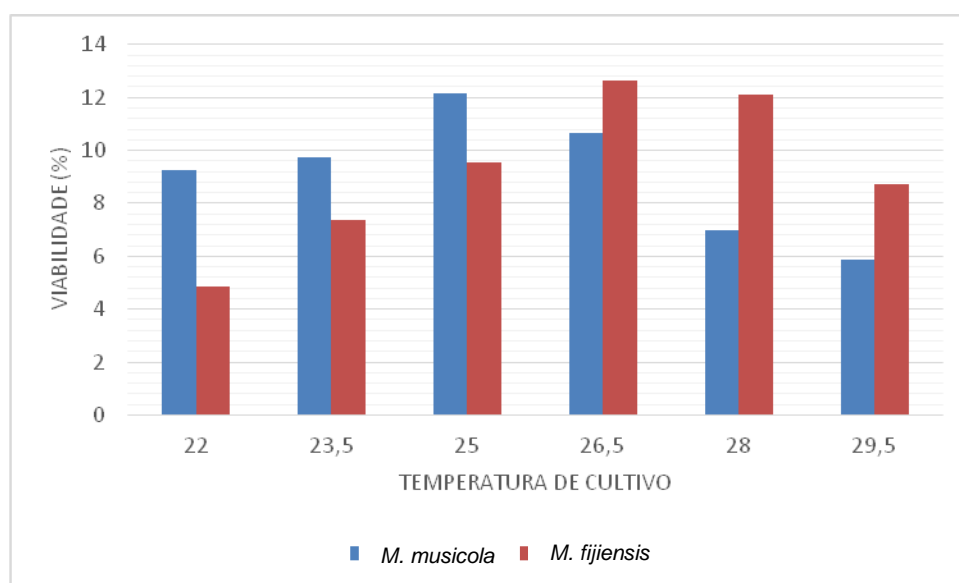


Figura 4. Valores médios da porcentagem de viabilidade dos isolados de *M. musicola* e *M. fijiensis* cultivados em diferentes temperaturas e posteriormente avaliados em 25 °C.

Quando avaliados na temperatura de 28 °C, independente da temperatura de cultivo, os isolados de *M. fijiensis* apresentaram maiores valores de viabilidade que a *M. musicola*, com desenvolvimento ótimo em 26,5 °C, com variação de viabilidade entre 8 e 37,8% ou seja nesta condição a viabilidade dos isolados de *M. fijiensis* podem ser até 5x mais viáveis que os isolados de *M. musicola*, desta forma evidenciando a adaptação da espécie a esta faixa de

temperatura. Da mesma forma ficou mais evidente a sensibilidade da *M. musicola* a temperaturas mais elevadas que inibiu significativamente a viabilidade dos isolados (Figura 5).

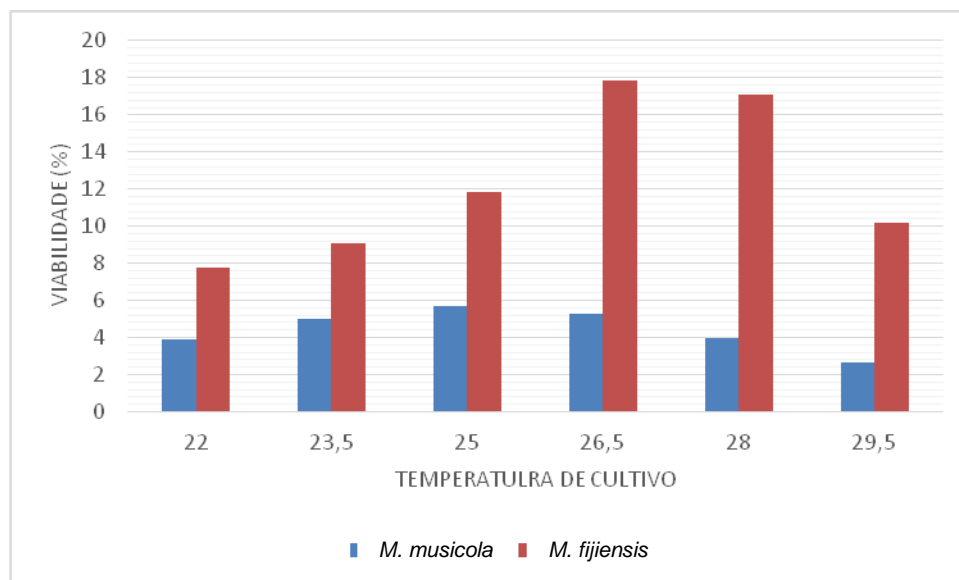


Figura 5. Valores médios da porcentagem de viabilidade dos isolados de *M. musicola* e *M. fijiensis* cultivados em diferentes temperaturas e posteriormente avaliados em 28 °C.

Quando correlacionados dos dados de crescimento com a viabilidade micelial, nota-se que mesmo a *M. musicola* apresentando crescimento micelial maior nas condições ótimas pode-se observar que a viabilidade dos mesmos é menor que os isolados de *M. fijiensis*, quando comparado nas condições ótimas para cada espécie.

Ou seja, mesmo com crescimento micelial inferior, os isolados de *M. fijiensis* podem apresentar viabilidade até 5 vezes maior que os isolados de *M. musicola* caso as condições sejam favoráveis.

Ao observar a influência das temperaturas no desenvolvimento da *M. musicola* e *M. fijiensis*, pode-se notar como este fator pode ser determinante no progresso da doença, uma vez que o ambiente é um fator que pode influenciar no progresso de uma doença, podendo estimular ou inibir o desenvolvimento do patógeno (AGRIOS, 2005).

Entender o progresso de uma doença é um desafio para os fitopatologistas, assim como o conhecimento sobre as Sigatocas e a interação dos patógenos com ambiente qual está inserido, o que pode ajudar a

compreender a dinâmica da doença permitindo o manejo mais adequado visando seu controle.

Mesmo considerando temperaturas elevadas ideais para *M. fijiensis*, houve redução no crescimento e na viabilidade nas temperaturas acima de 28°C para ambas espécies. Além disso, temperaturas muito elevadas podem afetar principalmente os estágios iniciais da infecção dos patógenos, onde ocorre o efeito fungistático, paralisando principalmente o crescimento do tubo germinativo até que as condições se tornem propícias para seu desenvolvimento (MEREDITH, 1970; STOVER, 1972; ZADOCS & SCHEIN, 1979).

Ao observar a influência de diferentes temperaturas Mouloum-Pefoura et al., (1996), retomaram a predominância da *M. musicola* em ambientes com variação de temperatura entre 15 °C e 25 °C, sendo estas condições desfavoráveis para *M. fijiensis*, retardando seu desenvolvimento, que para ambas espécies é otimizado na temperatura de 25 °C.

Entretanto, para Roff (2002), um organismo pode evoluir e desenvolver diferentes estratégias de adaptação aos desafios ecológicos, assim como se adaptar em resposta aos fatores abióticos do ambiente (WOODHAMS, 2008).

Neste contexto, testes de crescimento e a exposição a diferentes temperaturas são importantes componentes que podem auxiliar no entendimento da adaptação de populações de patógenos a determinados ambientes (BRASIER, 1999).

E quando observados os resultados nota-se que mesmo quando cultivados em temperaturas mais baixas, quando expostos a temperatura de 28°C, os isolados de *M. fijiensis*, apresentaram valores médios de viabilidade maiores que os isolados de *M. musicola*, evidenciando a capacidade de sobrevivência da espécie mesmo em ambientes mais frios.

Corroborando, Arzanlou et al., (2007), relataram a capacidade de adaptação de *M. fijiensis* a temperaturas mais frias e altitudes mais elevadas na Costa Rica, alertando ser um risco em potencial da Sigatoka negra à países onde predomina o clima subtropical.

Para as Sigatokas, a temperatura pode ser determinante ao progresso da doença, e mesmo tendo fatores biológicos principalmente, como o ciclo mais curto da doença associados a severidade da Sigatoka negra, nota-se como os

fatores climáticos podem ser determinantes para o desenvolvimento dos agentes causais, influenciando diretamente no crescimento e na viabilidade dos isolados.

Caso estes dados sejam correlacionados com os resultados obtidos dos períodos de incubação e latência e a taxa de expansão das lesões somados ao teste de viabilidade em função da temperatura, pode-se compreender como a *Sigatoka* negra torna-se predominante em locais onde prevalece principalmente o clima tropical.

CONCLUSÃO

A *M. fijiensis* é mais adaptada a temperaturas mais elevadas.

Os isolados de *M. fijiensis* apresentaram melhores valores de viabilidade e de crescimento micelial quando cultivados em temperaturas mais elevadas.

Para a *M. fijiensis*, foi possível notar indícios de adaptação da espécie a temperaturas mais baixa, contudo esse comportamento se aplica somente na variável da viabilidade, não apresentando crescimento micelial propício nestas condições.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARZANLOU, M., ABELN, E. C. A., KEMA, G. H. J., WAALWIJK, C., CARLIER, J., DE VRIES, I., GUZMAN, M. AND CROUS, P. W. (2007) Molecular diagnostics for the Sigatoka disease complex of banana. **Phytopathology**, 97, 1112–1118.

BRASIER, CLIVE. Fitness, Continuous Variation and Selection in Fungal Populations: an Ecological Perspective. **TRENDS in Microbiology** 10.1007/978-94-011-4423-0_13. 1999.

CAMPBELL, C. L. AND L. V. Madden. *Introduction to Plant Disease Epidemiology*. **Wiley**, New York. 1990.

EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA. **Boletim climatológico**. Estação meteorológica convencional de Cruz das Almas – BA. 2018

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>> **Acesso em:** 16 de junho de 2018.

FRITZSONS, ELENICE; MANTOVANI, LUIZ EDUARDO; AGUIAR, ANANDA VIRGÍNIA DE. **Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no estado do Paraná**. Disponível em: <<http://proxy.furb.br/ojs/index.php/rea/article/view/902/681>>. **Acesso em:** 17 de maio de 2019.

GOMES, L. I. S.; DOUHAN, G. W.; BIBIANO, L. B. J.; MAFFIA, L. A.; MIZUBUTI, E. S. G. *Mycosphaerella musicola* Identified as the Only Pathogen of the Sigatoka Disease Complex Present in Minas Gerais State, **Plant Disease**, v. 97, p. 1537-1543, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201704.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201704.pdf)>. **Acesso em:** 07/06/2018.

JACOME, L. H.; SCHUH, W.; STEVENSON, R. E. Effect of temperature and relative humidity on germination and germ tube development of *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 81, n. 11, p. 1480-1485, Nov. 1991.

JACOME, L. H.; SCHUH, W. Effect of temperature on growth and conidial production in vitro, and comparison of infection and aggressiveness in vivo among isolates of *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis*. **Japanese Journal of Tropical Agriculture**, Ibaraki, v. 70, n. 1, p. 51-59, 1993.

KRANZ, J. Comparison of Epidemics. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 12, p.355-374, Sept. 1974.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa MAPA 41/2008.** Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/sanidade-vegetal/arquivos-quarentena/lista-de-pragas-quarentenarias-ausentes-e-presentes.pdf/@@download/file/Lista%20de%20pragas%20quarenten%C3%A1rias%20ausentes%20e%20presentes.pdf>> Acesso em 31 de maio de 2019.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa MAPA 41/2008.** Disponível em: <http://www.aged.ma.gov.br/files/2017/06/IN-59_2013-Quarenten%C3%A1rias-A1-e-A2.pdf> Acesso em 31 de maio de 2019.

MEREDITH, D. S. ; LAWRENCE, J. S. Black leaf streak disease of bananas (*Mycosphaerella fijiensis*): symptoms of disease in Hawaii, and notes of the conidial state of causal fungus. **Transactions of of the British Mycological Society** 52: p. 459-467. 1970.

MOULIOM-PEFOURA, A. Contribution á l'étude d'une interaction atypic entre *Mycosphaerella musicola* (Maladie de Sigatoka) et les bananiers du sous-group plantein en zone d'altitude au Cameroun. **M. S. Dissert.** Pierre et Marie Curie University, Paris.

MOULIOM-PEFOURA, A., LASSOUDIÈRE, A., FOKO, J. AND FONTEM, D.A. (1996) Comparison of development of *Mycosphaerella fijiensis* and *Mycosphaerella musicola* on banana and plantain in the various ecological zones in Cameroon. **Plant Dis.** 80, 950–954.

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

ROFF D: Life History Evolution. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts. 2002. VII 527p

STOVER, R. H. **Banana, plantain and abaca disease.** England: Commonwealth Mycological Institute, 1972. 316 p.

STOVER, R. H. Sigatoka leaf spot of bananas and plantains. **Plant Disease**, v. 64, p. 750-755, 1980.

STOVER, R. H.. The effect of temperature on ascospores germ tube growth of *Mycosphaerella musicola* e *Mycosphaerella fijiensis* var. *diformis*. **Fruits.** 38:621-628. 1983

WOODHAMS D. C, ALFORD R. A, BRIGGS C. J, JOHNSON M, LOUISE A, WOODHAMS C, ALFORD A, BRIGGS J: Life-history trade-offs influence disease in changing climates: strategies of an amphibian pathogen. *Ecology*. 2008, 89: 1627-1639. 10.1890/06-1842.1.

ZADOKS, J. C., and SCHEIN, R. D. *Epidemiology and Plant. Disease Management*. Oxford University Press, Oxford. 1979. 427 pp

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao observar o desenvolvimento das Sigatokas em casa de vegetação foi possível comparar a agressividade a Sigatoka negra em relação a Sigatoka-amarela, e compreender quais fatores biológicos como o período reduzido do ciclo de vida do patógeno e a velocidade em que as leões se expandem nas regiões afetadas podem ser atribuídos a intensidade da doença.

Contudo, as condições do ambiente podem ser limitantes ao desenvolvimento da doença, como observados nos testes *in vitro*. Mostrando como a temperatura pode influenciar no desenvolvimento dos patógenos.

Outro fator importante observado é a capacidade de adaptação da *M fijiensis*, em temperaturas mais baixas, que mesmo com o crescimento limitado permaneceu viável.

O entendimento desta adaptação pode influenciar diretamente no manejo e no transporte de materiais vegetais para diferentes regiões, visando a redução na disseminação da doença, considerando mesmo as regiões em que as condições de ambientes são consideradas desfavorável a Sigatoka negra.

Os resultados obtidos podem auxiliar também no entendimento de que as doenças podem apresentar disparidade na intensidade em regiões onde predominam microclimas diferentes. Assim como podem auxiliar na prevenção da doença de acordo com as previsões climáticas, indicando quando as condições estarão propícias para ao desenvolvimento dos patógenos e a partir destas realizar as intervenções adequadas.

Estudos complementares são necessários para compreender como a temperatura pode influenciar na esporulação tanto de conídios como ascósporos assim como possibilitem avaliar o progresso da doença em condições de ambiente controlado que permitam a variação da temperatura.