XLIII CURSO DE PRAGAS PARA HABILITAÇÃO DE ENGENHEIROS AGRONOMOS PARA EMISSÃO DE CFO/CFOC

Mycosphaerella fijiensis
AGENTE CAUSAL DA SIGATOKA NEGRA NA CULTURA DA BANANA

WILSON DA SILVA MORAES
Engº Agrº. Dr em Fitopatologia e Pesquisador da APTA Vale do Ribeira
Agencia Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - APTA/SAA-SP

ANTECEDENTES

A Sigatoka amarela ou Mal-de-Sigatoka, como era conhecida, foi a mais importante doença foliar da bananeira até o aparecimento da Sigatoka-negra. A Sigatoka amarela é causada pelo fungo *Mycosphaerella musicola*, cuja fase assexuada é denominada de *Pseudocercospora musae.* O nome da doença é proveniente do Vale de Sigatoka, nas Ilhas Fiji, onde a doença atingiu proporções epidêmicas de 1912 a 1923. A Sigatoka negra causada pelo fungo *Mycosphaerella fijiensis*, cuja fase assexuada é denominada de *Pseudocercospora fijiensis* ou *Paracercospora fijiensis*, também foi primeiramente descrita nas Ilhas Fiji, em 1963 (MARIN et al., 2003). Ambos os fungos são classificados no Reino Fungi, Filo Ascomicota, pelo fato de produzirem esporos sexuais (ascósporos em ascos) no interior de corpos de frutificação denominados peritécios. Por apresentarem duas fases reprodutivas, sexuada e assexuada, durante o ciclo de vida, estes fungos são considerados perfeitos.

O fato de ambas as doenças apresentarem a mesma origem, sugere que *M. fijiensis* seja uma variante de *M. musicola*, que surgiu em função de fatores climáticos, principalmente temperaturas mais elevadas, ou se tratar de strain patogenicamente diferente. A Sigatoka amarela é normalmente observada em condições de temperaturas mais baixas, uma vez que a 17 ºC se verificou crescimento mais rápido do tubo germinativo de conídios em *M. musicola* do que em *M. fijiensis*, que prefere temperaturas mais elevadas.

A Sigatoka negra tem sido considerada a mais severa e destrutiva doença da bananeira no mundo. Há registros na América Central que a severidade da doença foi suficiente para substituir a Sigatoka amarela num período de quatro anos e quadruplicar o numero de pulverizações de fungicidas (OROZCO-SANTOS, 1998). Na Ásia e América Central, por exemplo, onde os dois fungos coexistem, sendo que *M. fijiensis* eventualmente substitui *M. musicola*. Na Colombia, a Sigatoka-negra é considerada a mais importante doença de bananas e plátanos, principalmente em áreas mais baixas, porém, a 1500 metros de altitude, a Sigatoka-negra tem se comportado de forma tão severa quanto à observada em áreas baixas, quando ambas as doenças coexistem (MARIN et al., 2003, 1992).

No Brasil, a Sigatoka negra chegou pela Amazônia em 1998, na fronteira do Brasil com a Colômbia, e em 2004 atingiu os bananais comerciais do Vale do Ribeira, SP (GASPAROTO et al., 2006; KIMATI et al., 2005). Atualmente, a doença está presente em todos os estados da região Norte e Sul do país, em parte da região Sudeste (SP e MG) e Cetro-oeste (MT e MS), exceto na região Nordeste e em parte do Centro-oeste (GO e TO) e Sudeste (RJ e ES). No Sudeste, o Estado de São Paulo possui a maior área de produção comercial de banana e, especificamente, na região do Vale do Ribeira, predominam condições mais favoráveis à doença, como chuvas e temperaturas elevadas, resultando na redução área cultivadas e no número de produtores, observados antes (1995/1996) e depois da chagada da Sigatoka negra (2007/2008) (MORAES et al., 2006).

A infecção pelo fungo começa na folha mais nova planta, cujos sintomas iniciais são caracterizados por diminutos pontos de cor marrom, visualizados apenas na face inferior da folha que, durante o desenvolvimento da folha, evoluem para estrias de cor marrom e, destas, para manchas negras, que passam a ser visualizadas na face superior das folhas mais velhas da planta. As manchas negras tornam-se necróticas e coalescem rapidamente, exibindo uma queima generalizada do limbo foliar (FIGURA 1), que reduz os tecidos fotossintetizantes, provocando desfolhas e, conseqüentemente, a produção de frutos e os rendimentos brutos. O fato da bananeira não emitir mais folhas novas após o florescimento, torna a doença extremamente destrutiva em plantas que já emitiram do cacho, principalmente em variedades suscetíveis, como as do subgrupo Prata e Cavendish.



FIGURA 1. Sintomas da Sigatoka negra em folhas de bananeira: na face inferior observam-se estrias de cor marrom (fase assexuada) e na face superior observam-se manchas negras e necroticas (fase sexuada) do fungo *Mycosphaerella fijiensis***.**

CICLO DA SIGATOKA NEGRA

O diagnóstico baseado nos sintomas e sinais requer o conhecimento das fases de desenvolvimento do fungo e das folhas durante o crescimento da bananeira. O ciclo da Sigatoka negra, como todas as doenças infecciosas ou parasitarias, envolve uma seqüência de processos ordenados (FIGURA 2), que são desencadeados desde a fase de sobrevivência das unidades infectivas do fungo (ascósporos em peritécios), presentes nas folhas secas remanescentes na planta, de onde são disseminadas até atingem a extremidade direita e inferior da folha mais nova da planta, a folha "vela". Ali o fungo passa por um período de incubação, que pode variar de sete a quinze dias, quando surgem os primeiros sintomas da doença. O aparecimento destes sintomas indica o estabelecimento da infecção, os quais já podem ser visualizados na primeira e na segunda folha, a partir da folha mais nova ou folha "vela". Uma vez estabelecida à infecção, o fungo passa a colonizar os tecidos da folha infectada, ao mesmo tempo em que novas folhas são emitidas pela planta.

Durante o processo de colonização dos tecidos das folhas infectadas, surgem sintomas típicos da doença, os quais evoluem de pequenos pontos circulares de cor marrom-café, passando por pequenos traços a estrias, que são visualizadas na superfície inferior das folhas. As estrias evoluem para manchas negras que passa a ser visualizada na face superior da folha. As manchas negras coalescem rapidamente exibindo grandes manhas que originaram a denominação e a diferenciação desta doença com a Sigatoka amarela. A presença de manchas negras indica a necrose e morte das células, paralisação do crescimento e início do amadurecimento da lesão (FIGURA 3).

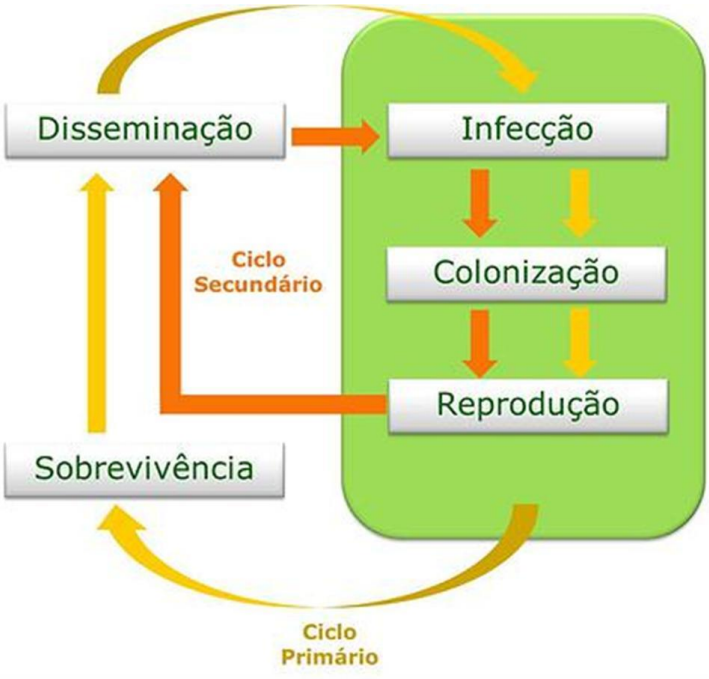


FIGURA 2. Ciclo das Relações Patógeno-Hospedeiro em doenças infecciosas (BERGAMIN FILHO et al., 1995).

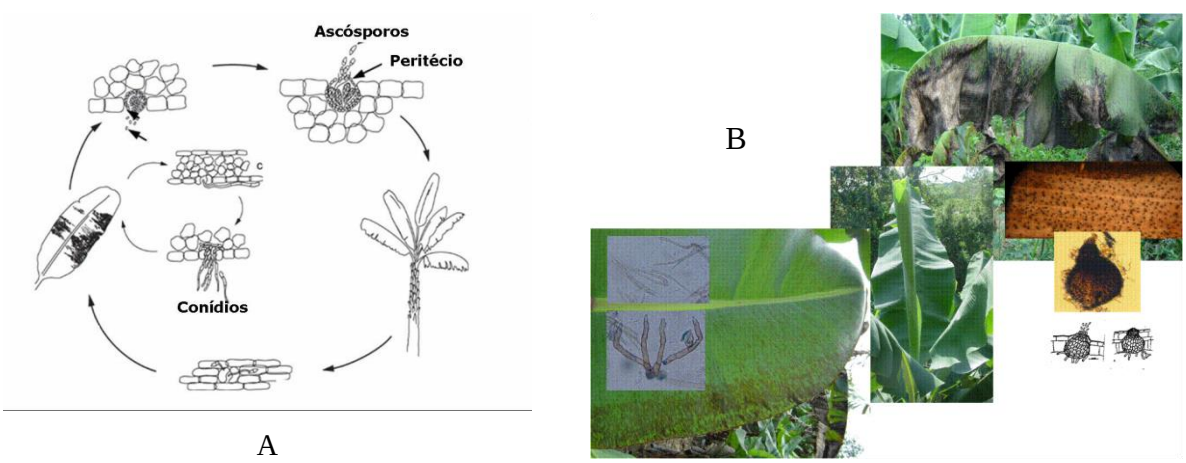


FIGURA 3. Ciclo (A) e evolução dos sintomas (B) da Sigatoka negra e respectivas unidades reprodutivas sexuais e assexuais de *Mycosphaerella fijiensis*.

Os sintomas iniciais denominados “pontos” e “traços” são visualizados na extremidade inferior esquerda da primeira e segunda folha, com auxilio de lentes com aumento de 10 a 20 vezes. Somente a partir do sintoma denominado “estrias” que é possível a visualização a olho nu, na superfície inferior da terceira ou quarta folha. Em casos mais severos da doença, verifica-se um rápido coalescimento das manchas negras, impossibilitando o aparecimento do halo clorótico. No sintoma denominado “necrose ou seca” é possível observar a presença de

numerosos pontos pretos (peritécios), que são estruturas reprodutivas sexuais do fungo. Esse é considerado o estádio final da doença, onde se observa o coalescimento de todas as lesões, caracterizando uma queima generalizada das folhas afetadas.

Como visto, o ciclo da Sigatoka negra (FIGURA 3) inclui duas definidas fases da reprodução do fungo *Mycosphaerella fijiensis*, uma assexuada (conídios) e outra sexuada (ascósporos). A duração e intensidade das chuvas e a temperatura correspondem aos fatores climáticos mais correlacionados com a severidade da doença (UCHOA et al., 2010). A disseminação da doença, tanto a curta como a longa distancia, ocorre principalmente devido à ação da chuva e do vento, respectivamente. Porém, a utilização de folhas infectadas colocadas nas embalagens para prevenir ferimentos nos frutos, as caixas contaminadas e mudas infectadas provenientes de locais de ocorrência da doença contribuem para a dispersão dos esporos do fungo para as áreas livres da doença. A principal fonte de inoculo primário ou secundário do fungo corresponde às folhas velhas necrosadas de plantas severamente atacadas de bananais abandonados ou não tratados, razão pela qual devem ser erradicadas da planta (desfolhas sanitárias) e amontoadas no próprio bananal, com a face superior voltada para o solo.

O ciclo da Sigatoka negra compreende os seguintes processos:

Sobrevivência **do fungo na ausência do hospedeiro**: A principal forma de sobrevivência do patógeno é em peritécios, que armazenam os ascos e os ascósporos, estruturas da fase sexuada do fungo que permanecem viáveis em restos de cultura (folhas secas), bananais abandonados ou mal manejados, em folhas infectadas transportadas para locais isentos do patógeno, caixas utilizadas no transporte dos cachos de frutos, roupas de funcionários que estiveram em contato com plantas infectadas, mudas retiradas de bananais infestados etc. Os ascósporos podem sobreviver até oito semanas dentro do peritécio. Além de sobreviver na forma de esporos e corpos de frutificação produzidos na fase sexuada da doença, os esporos da fase assexuada ou conídios podem sobreviver em tecido vegetal, que continuam viáveis por até quatro semanas sobre as folhas.

Formas de *disseminação* **do fungo**: A disseminação do fungo pode ser dividida em duas fases: disseminação do inoculo primário, ou seja, para bananais isentos do patógeno; disseminação do inoculo secundário dentro da área já infectada. Primária é a disseminação

dos ascósporos produzidos em peritécios e liberados dos ascos. Os peritécios são corpos de frutificação produzidos no final do ciclo sexual do fungo, na face superior das folhas, sob condições adversas de nutrientes e do clima. Os peritécios são embebidos com água da chuva ou irrigação, ficam túrgidos e ajetam os ascósporos sob pressão. Os ascósporos são dispersos pelo vento e depositados na face inferior da folha mais nova da planta ou folha vela. Os ascósporos são disseminados pela ação do vento e da chuva, porém a longas distâncias, podem ser disseminadas por mudas doentes, folhas infectadas e transportadas para outros locais, pela movimentação de funcionários, equipamentos, veículos ou caixas utilizadas para o transporte dos cachos na mesma área infestadas ou para bananais isentos. A disseminação do inoculo secundário ocorre a curtas distancias, dentro da mesma área já infestada. Os esporos assexuais de *P. fijiensis* ou conídios são produzidos em conidióforos livres provenientes de hifas das primeiras lesões do inoculo primário (ascósporos). Os conídios são produzidos na face inferior das folhas mais novas. Após a germinação dos ascósporos de *M. fijiensis* ocorre a infecção do tecido vegetal através dos estômatos e dá-se inicio a produção de conidióforos e conídios, sendo estes dispersos pelo vento ou respingos da chuva. Estes conídios germinam e provocam novas infecções secundárias, que distribuem o patógeno e a doença, da extremidade para a base da folha, na mesma folha ou para folhas de plantas as proximidades, dando continuidade ao ciclo do fungo.

Modo de *infecção* **do fungo**: Os ascósporos depositados na extremidade inferior da folha vela de planta suscetível, sob condições de umidade e temperatura elevadas e, principalmente, presença de lâmina d'água sobre a folha, germinam, emitindo o tubo germinativo, e penetram pelos estômatos ou ferimentos, completando assim o processo de infecção. A infecção primária dá-se pelos esporos sexuados ou ascósporos de M. fijiensis, na extremidade direita e na face inferior da folha vela, onde o esporo se adere e germina, durante os estádios de desenvolvimento ou desenrrolamento da folha. A emissão do tubo germinativo a partir dos ascósporos dá inicio ao ciclo assexual ou fase assexuada do fungo, seguido da produção de conidióforos e conídios.

Colonização **ou distribuição do fungo no tecido da planta**: Após a infecção primária (ascósporos) ou secundária (conídios), na face inferior da folha infectada, o fungo continua se desenvolvendo e passa a colonizar o tecido. É nesta fase da doença que se podem observar os sintomas típicos da doença. A partir das infecções localizadas surgem as infecções generalizadas ou colonização do fungo no interior do tecido foliar. As infecções primárias ou

secundárias são caracterizadas por diminutas pontuações de coloração marrom-café, presentes inicialmente na extremidade direita inferior das folhas primeira e segunda fola a partir da folha vela (estádio 1). Com a evolução da colonização os pontos se unem formando traços de mesma coloração dos pontos, e limitados as nervuras terciárias da folha (estádio 2). Os traços se unem formando estrias, com a mesma coloração dos pontos e traços, porém excedendo as nervuras terciárias da folha (estádio 3). As estrias evoluem para manchas de coloração marrom escuro e destas para manchas negras de formato elíptico e bordas irregulares, que passam a ser visualizadas na face superior das folhas mais velhas da planta (estádio 4). As manchas negras podem apresentar halo amarelado ao redor (estádio 5). Por fim, as manchas negras transformam-se em manchas necróticas com o centro deprimido de coloração palha, circundadas por bordas de coloração marrom escura a negra, contendo inúmeros pontos pretos (peritécios) (estádio 6).

Reprodução **do fungo**: A reprodução do fungo *M. fijiensis* ocorre em duas fases distintas: a reprodução sexuada denominada de *M. fijiensis* e a reprodução assexuada denominada de *P. fijiensis*. A fase sexuada é responsável pela sobrevivência do fungo, em condições adversas de clima e nutrição, na ausência de tecido vivo (folhas secas), e pelas infecções primárias ou ciclo primário ou ainda pela introdução do fungo em áreas novas e, ou livres da doença. A fase assexuada é responsável pela colonização do tecido vegetal em condições favoráveis de clima e nutrição, em folhas verdes da mesma planta ou de plantas às proximidades. Na fase assexuada, após a infecção pelos ascósporos ou inoculo primário, ocorre a colonização do tecido foliar na face inferior da folha, onde são produzidos os conidióforos e conídios. Na face superior das folhas, após a colonização dos tecidos, ocorre a produção de peritécios, que são corpos de frutificação que abrigam ascos ou sacos que produzem os esporos sexuais denominados de ascósporos.

DIAGNÓSTICO DA SIGATOKA NEGRA

O diagnóstico da Sigatoka negra e da Sigatoka amarela tem sido realizado com base no quadro de sintomas característicos de cada doença (FIGURA 4 e 5), nos estádios de desenvolvimento dos sintomas de cada uma (FIGURA 6 e 7) e nos sinais típicos da fase assexuada de cada patógeno (FIGURA 8). Este diagnóstico tem apresentado algumas limitações quando se depara com a Sigatoka negra e Sigatoka amarela coexistindo mesma

folha, planta ou plantação. Neste caso, torna-se necessária a diferenciação entre os sintomas das doenças e os sinais dos respectivos agentes causais.



FIGURA 4. Sintomas da Sigatoka negra (esquerda) e da Sigatoka amarela (direita).

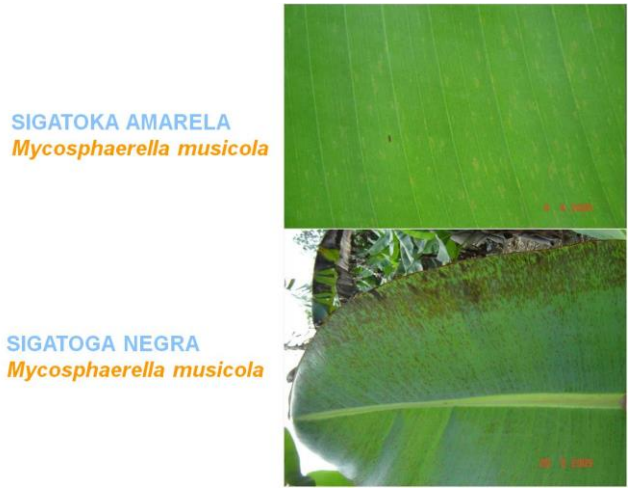


FIGURA 5. Sintomas intermediários em folhas intermediárias de bananeiras, importantes na diferenciação da Sigatoka amarela e Sigatoka negra.

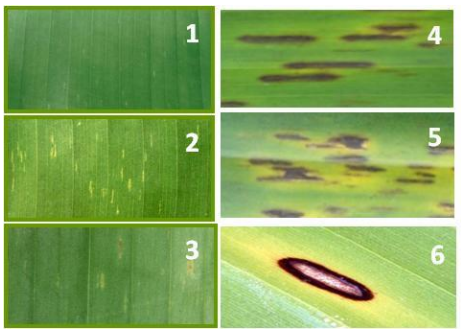


FIGURA 6. Estádios de desenvolvimento dos sintomas da Sigatoka amarela.

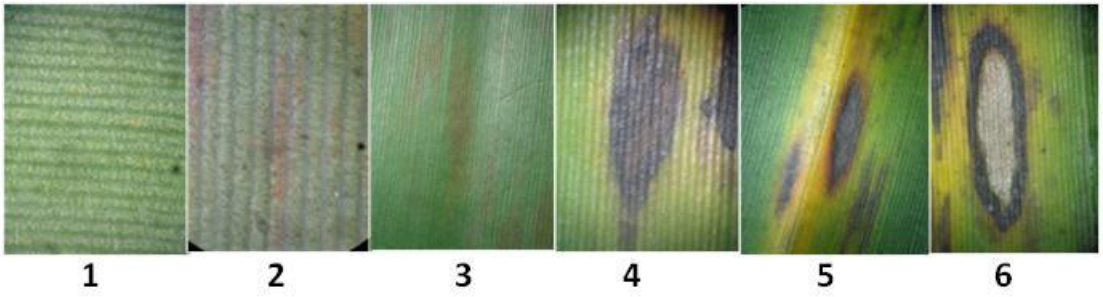


FIGURA 7. Estádios de desenvolvimento dos sintomas da Sigatoka negra.

No ciclo assexual de *M. fijiensis*, agente da Sigatoka negra, cada conídio apresenta entre seis a onze células viáveis, os quais podem germinar e gerar novos sítios de infecção, enquanto em *M. musicola*, agente da Sigatoka amarela, apresenta até seis células, sendo esta uma das razões para aquele ser considerado mais agressivo (FIGURA 8). Além disso, o conídio de *M. fijiensis* apresenta uma cicatriz em sua extremidade anterior, exatamente no ponto de inserção do conídio no conidióforo, a qual se encontra ausente em *M. musicola*. Outro detalhe importante na diferenciação dessas espécies é a presença de conidióforos simples, longos, marrons e até cinco subdivisões (septos) em *P. fijiensis*e agrupados, curtos, hialinos e sem subdivisões em *P. musicola* (FIGURA 8).

Estas diferenças são suficientes para o diagnostico rápido e preciso dessas doenças e podem ser observadas ao microscópio ótico com aumento de 40X. Das lesões em estádio de traço e estrias, pode-se raspar a superfície com água ou se ferver em banho-maria por 10 minutos em lactofenol, para remover os conídios e conidióforos e visualizá-los ao microscópio ótico. Também pode se pressionar diretamente nas lesões, uma fita adesiva transparente e preparar uma lâmina provisória, utilizando corante azul de algodão + lactofenol ou azul de trypan + lactofenol.

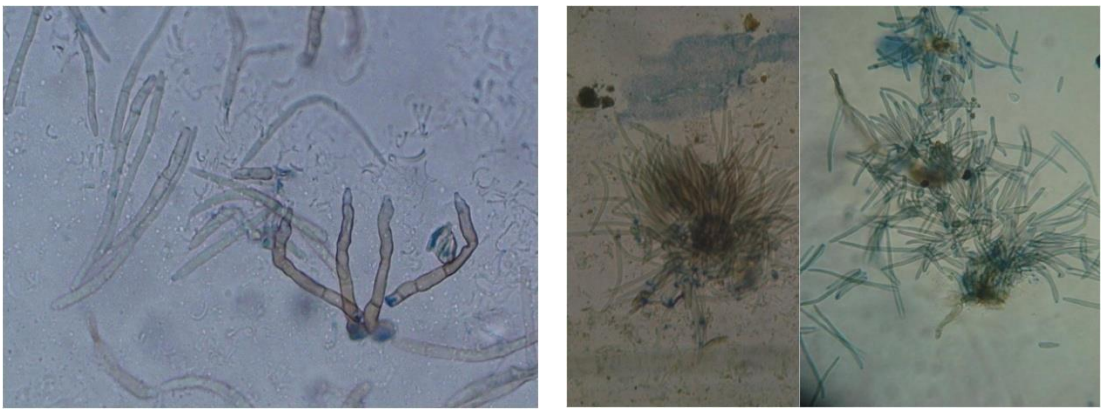


FIGURA 8. Sinais típicos de *Paracercospora fijiensis* e *Pseudocercospora musae* (conidióforos e conídios), importantes na diferenciação da Sigatoka negra (á esquerda) e Sigatoka amarela (à direita).

O diagnóstico de campo com base nos sintomas é o método menos preciso, por necessitar de grande experiência e conhecimento do técnico responsável pela identificação e diferenciação dos sintomas produzidos pela Sigatoka amarela e negra. Contudo, o diagnóstico mais acurado pode ser obtido por meio de técnicas moleculares baseadas em PCR - Reação em Cadeia da Polimerase, a qual amplifica uma seqüência específica do DNA do patógeno. No Brasil, o Instituto Biológico, órgão da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, está credenciado desde 2003, junto ao Ministério da Agricultura, para realizar o diagnóstico da Sigatoka negra.

MANEJO DA SIGATOKA NEGRA

A Sigatoka negra, além de ser muito mais agressiva e destrutiva que a Sigatoka amarela, ataca as cultivares consideradas resistentes à Sigatoka amarela, dificultando seu controle. O manejo da doença tem por base a utilização de cultivares resistentes, práticas culturais e o uso de fungicidas sistêmicos e protetores. Entretanto, a produção comercial de bananas só é possível se levar em conta um sistema de manejo integrado da Sigatoka negra, sendo necessário o conhecimento sobre a doença por parte dos técnicos e bananicultores (MORAES et al., 2012, 2007).

Nas áreas onde a doença ainda não ocorre deve-se praticar o princípio de exclusão, ou seja, evitar a introdução do patógeno. Uma medida quarentenária corresponde à proibição do transito de materiais vegetais contaminados ou infectados provenientes das áreas de ocorrência da doença. Nos bananais onde a doença já ocorre, é recomendado o controle genético com o uso de variedades resistentes ou controle químico com fungicidas.

O Ministério da Agricultura, por exemplo, implantou por meio da Instrução Normativa n.º17 DAS/MAPA, de 31/05/2005, o Sistema de Mitigação de Risco no Estado de São Paulo (CDA, 2014). Este sistema integra diferentes medidas de manejo de risco nas áreas onde a Sigatoka negra for detectada, a fim de atingir o nível apropriado de segurança fitossanitária. O sistema permite ao produtor manter-se na atividade e a comercializar seu produto nas unidades da federação e outros países. Esta Instrução Normativa aprova também todos os procedimentos para a caracterização, implantação e manutenção de Área Livre da Sigatoka negra e os procedimentos para implantação e manutenção do Sistema de Mitigação de Risco para Sigatoka negra.

A escolha do método adequado de controle deve considerar os aspectos econômicos (custos de proteção e mercado), sociais e ambientais. Cultivares como FHIA 01, FHIA 02, FHIA 18, FHIA 21, ThapMaeo, Prata Zulu, Pacovan Ken e Caipira são tolerantes a doença, porém, os aspectos relacionados ao mercado ainda devem ser conquistados, tanto para consumo *in natura* como para produtos processados (NOMURA et al., 2010). As práticas culturais consistem na eliminação dos bananais abandonados ou não-tratados, drenagem dos solos encharcados, nutrição adequada das plantas com base em análises de solo e foliar, controle das plantas invasoras, desfolha sanitária, corte e cirurgia de folhas atacadas e na eliminação de plantas severamente atacadas.

Para o controle químico, a curva de severidade da doença tem importância fundamental para que medidas de controle sejam adotadas no momento correto e com maior eficiência, principalmente, quando permite prever o período de condições mais favoráveis à doença (FIGURA 9). De modo geral, recomendam-se aplicações alternadas de fungicidas sistêmicos (curativos) do grupo químico dos triazóis (T) e, ou estrobilurinas (E) em misturas com água e óleo mineral (25 a 50%), para o período chuvoso com elevadas temperaturas, e de produtos sistêmicos do grupo químico dos benzimidazóis (B) e protetores (P), para o período menos chuvoso com temperaturas médias mínimas inferiores a 20^{o} C (FIGURA 9). O óleo mineral retarda o desenvolvimento dos estádios iniciais da infecção e, em combinação com os fungicidas sistêmicos, aumenta a penetração destes no interior das folhas (MARIN et al., 2003, 1992).

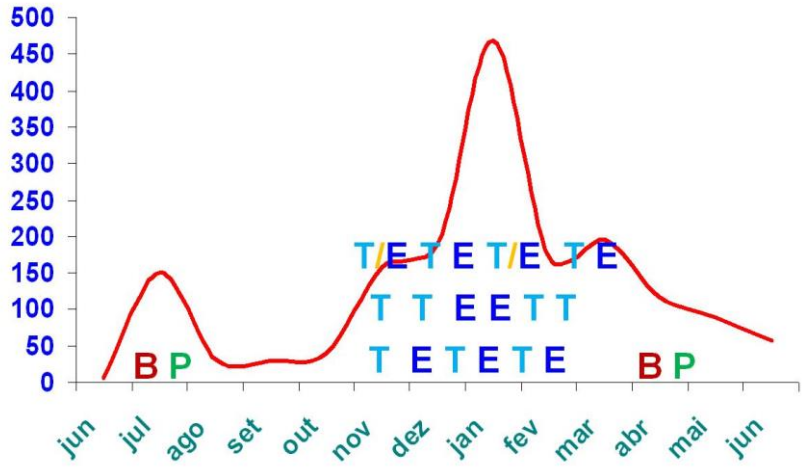


FIGURA 9. Curva de severidade da Sigatoka negra baseada na precipitação pluviométrica mensal (mm) da região do Vale do Ribeira, SP, no período de junho/2007 a junho/2008.

Considerando a experiência acumulada pelos países que convivem há mais tempo com a doença, torna-se importante tomar como referencia as recomendações do Comitê de Ação Contra a Resistência a Fungicidas (FRAC, 2014) (FIGURA 10). Este comitê foi criado com o propósito de programar estratégias para prolongar a vida útil dos fungicidas sujeitos ao aparecimento de populações de fungos resistentes. Assim, o FRAC estabeleceu alguns critérios que ajudam a reduzir os riscos de gerar resistências em programas de controle da Sigatoka negra, os quais passaram a ser recomendados aos bananicultores do estado de São Paulo, como: 1. Alternância de fungicidas de diferentes grupos químicos ou mecanismos de ação; 2. Até duas aplicações seguidas de fungicida sistêmico de um mesmo grupo químico; 3. Apenas duas aplicações ao ano de fungicidas do grupo químico dos benzimidazóis e nunca de forma consecutiva; 4. Não aplicar subdosagens de fungicidas sistêmicos quando usado sozinho; 5. Não exceder mais de oito aplicações de fungicidas do grupo químico dos triazóis ao ano; 6. Estabelecer um período livre de aplicações de fungicidas sistêmicos, neste caso, recomenda-se um fungicida protetor pelo menos uma vez ao ano.

O intervalo de aplicação e o numero de aplicações de fungicidas devem ser determinados com base no monitoramento semanal da doença, utilizando-se o método de Estado da Evolução (MORAES et al., 2011; BUREAU, 2004). Ademais, a posição da folha mais jovem com sintoma de estria e a posição da folha mais jovem com sintoma de mancha também são usadas para avaliar o grau de severidade da doença e a tolerância de variedades à doença.

Estes cuidados são considerados importantes, uma vez que cada grupo químico de fungicida atua em processos fisiológicos específicos da célula do fungo. Os triazóis, por exemplo, atuam na membrana plasmática, inibindo a síntese do ergosterol; as estrobilurinas atuam nas mitocôndrias, inibindo a respiração celular; os benzimidazóis atuam no núcleo, inibindo processos da divisão celular; e os protetores atuam na inibição de diversas enzimas envolvidas em diversos processos metabólicos da célula. Assim, cada fungicida sistêmico atua em um sítio específico, o que pode induzir o aparecimento de populações resistentes, caso aplicado de maneira irracional, enquanto que os fungicidas protetores atuam em vários sítios da célula do fungo, razão pela qual não existem registros do surgimento de populações resistentes a este grupo de fungicida.

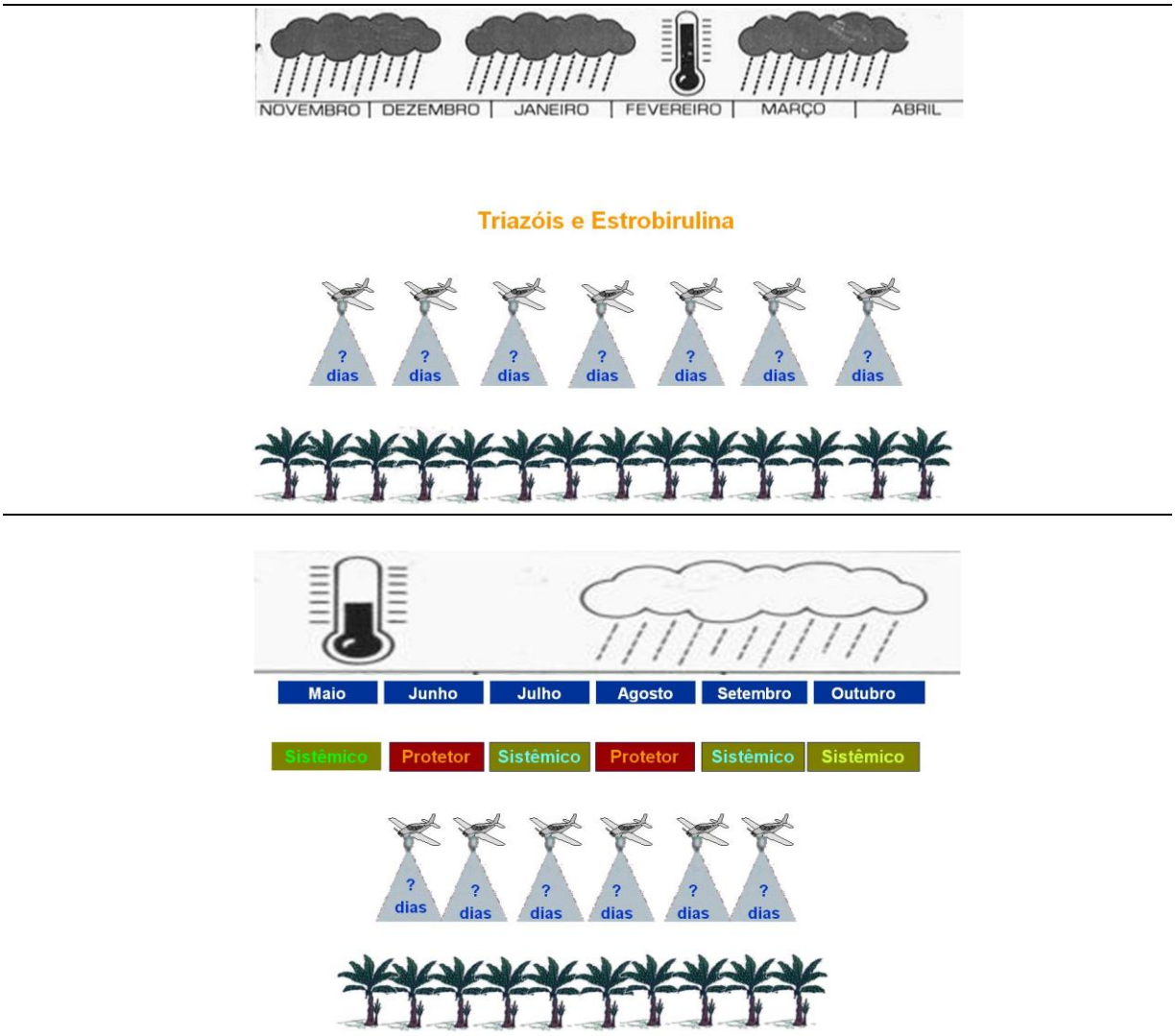


FIGURA 10. Aplicação de fungicida no Vale do Ribeira, SP, segundo as recomendações do FRAC, para o período chuvoso com temperaturas elevadas e menos chuvoso com temperaturas baixas.

Caso não sejam adotadas as recomendações do FRAC, tem-se como conseqüência o aparecimento de populações de fungos resistentes aos fungicidas monosítios (sistêmicos) e o aumento do numero de aplicações anuais de fungicidas multisítios (protetores) em substituição aos sistêmicos, como estratégia anti-resistência (FIGURA 11).

A Sigatoka negra tem sido eficientemente controlada com sucessivas aplicações de fungicidas sistêmicos e, ou protetores e práticas culturais como, remoção das folhas e plantas severamente atacadas, espaçamento adequado das plantas e a drenagens no bananal. No entanto, na região sudeste, as aplicações de fungicidas envolvem custos mais elevados devido ao uso de aeronaves, instalação permanente de pistas de decolagem, tanques misturadores e abastecedores, além do próprio custo da aplicação de fungicidas. De modo geral, o custo de

proteção dos bananais recentemente atacados pela doença chegou a um aumento de 50% em relação aos custos com a Sigatoka amarela. Este custo elevado torna-se impraticável para a maioria de pequenos produtores de banana, que são mais afetados pela doença.

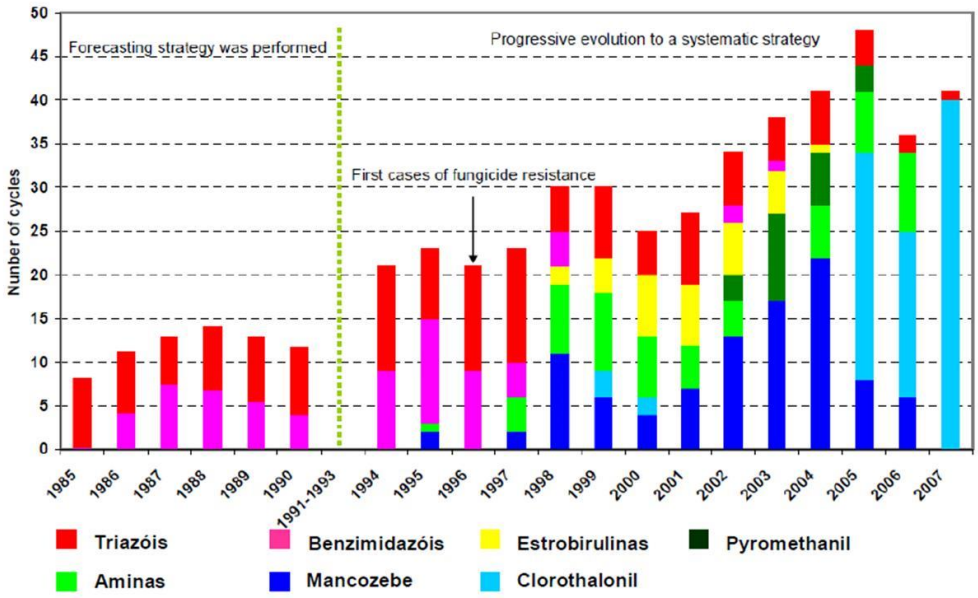


FIGURA 11. História do uso de fungicidas para o controle de Sigatoka negra em bananal comercial representativo em Camarões (MEES, 2010).

Contudo, a luta dos bananicultores envolve a conscientização de que as variedades resistentes são importantes ferramentas para se conviver com a doença, mas carece de estímulos para se conseguir nichos específicos de mercado. Para variedades suscetíveis, pertencentes ao subgrupo Prata e Cavendish, é inevitável o uso de fungicidas, porém, de forma racional, pois a alternância dos grupos químicos de fungicidas, a erradicação dos bananais abandonados (fonte de inoculo) e a desfolha sanitária constituem as ferramentas mais importantes para manter o número de aplicações abaixo de dez por muito tempo. Isto permitirá ao bananicultor conviver com a doença e manter-se na atividade, evitando-se atingir o numero de 20 a 40 e de 52 a 66 aplicações anuais de fungicidas, atualmente praticadas no Equador e na Costa Rica, respectivamente.

As medidas de manejo da Sigatoka negra devem interferir no ciclo das relações Patógeno-Hospedeiro e devem considerar os princípios básicos de controle, como a exclusão, erradicação, proteção, terapia, imunização, evasão e regulação:

Medidas que interferem na *Sobrevivência* **do fungo (erradicação)**: A eliminação de folhas com mancha negra ou manchas necróticas (folhas secas) ou desfolha sanitária com conseqüente amontoa e aplicação de uréia (10%) em bananais infestados é de grande importância para o manejo da doença, visto que este material serve de fonte de inoculo secundário do patógeno, que sobrevive neste material por meio de seus esporos em corpos de frutificação. Bananais abandonados ou sem manejo da doença, servem de fonte de inoculo primário para áreas ainda não infestadas e devem ser eliminados. A presença de hospedeiros intermediários como a Helicônia deve ser evitada.

Medidas que interferem na *Disseminação* **do fungo (exclusão)**: A utilização de muda isenta de patógeno, impedir o trânsito de materiais vegetativos provenientes de outros bananais como, por exemplo, as folhas utilizadas para proteção dos frutos nos cachos durante o transporte dos mesmos, pois estas folhas poderão conter o patógeno, controle do tráfego de pessoas, ferramentas, maquinários, veículos e equipamentos entre áreas infestadas e áreas isentam da doença, evitar a reutilização de caixas para transporte das pencas por poderem já ter sido usadas em áreas com presença do patógeno.

Medidas que interferem na *Infecção* **pelo fungo (proteção)**: A aplicação de fungicidas protetores, criando uma barreira protetora nas folhas mais novas da planta, antes da chegada do inoculo, evitando a infecção. A utilização de óleo mineral em emulsão fungicida (50%), que possui ação fungistática ao formar uma camada sobre a folha que dificulta a aderência do esporo em sua superfície.

Medidas que interferem na *Colonização* **(terapia)**: O controle químico pode ser realizado com a utilização de fungicidas sistêmicos dos grupos dos benzimidazóis, triazóis e estrobilurinas, além da prática da cirurgia, que consiste na eliminação da folha ou parte desta, que apresente sintomas da doença nos estádios iniciais. Estes fungicidas evitam o avanço dos estádios iniciais (infecção localizada) para os estádios mais avançados, como traços e estrias (infecção generalizada) e, destes, para manchas negras. Os fungicidas sistêmicos são eficientes no controle da doença até o estádio de estria e ineficientes para estádios mais avançados de manchas negras, quando ocorre morte do tecido foliar, sendo a cirurgia ou eliminação de parte ou da folha afetada, a medida a ser utilizada. A utilização de óleo mineral em emulsão fungicida (50%) auxilia na adesão, penetração e translocação do fungicida no interior do tecido foliar através da rota da transpiração da planta.

Medidas que interferem na *infecção, colonização* **e** *reprodução* **do fungo (imunização):** A utilização de variedades resistentes à Sigatoka negra como FHIA 2, FHIA 17, FHIA 18, Caipira, Thap Maeo, Pacovan Ken, Vitória e outras. Todas as variedades resistentes, com potencial de aceitação no mercado, não conseguem evitar a infecção, pois apresentam sintomas iniciais de ponto, traço e estria, mas evitam o avanço para o estádio de mancha negra, que provoca a morte do tecido e reduz a fotossíntese. O importante é que variedades resistentes apresentem aceitação comercial e pelo menos dez folhas verdes e funcionais, no momento da floração, para assegurar a produção de frutos.

Medidas que evitam as condições ambientes e locais favoráveis ao fungo (evasão): A evasão consiste em evitar áreas geográficas com presença do patógeno ou próximas a bananais abandonados.

Medidas que interferem no clima, solo e cultivo (regulação): Consiste em manejar o ambiente para evitar as condições favoráveis, como temperaturas elevadas e excesso de umidade do solo e atmosférica. Para isso, deve-se realizar preparo do solo com subsolagem e drenagem adequadas, adubação baseada em análises químicas e físicas do solo (UCHOA et al., 2011), evitar excesso ou déficit hídrico com manejo da irrigação e drenagem, utilizar espaçamentos adequados, que permita a aeração e incidência solar, para evitar a criação de microclima favorável ao desenvolvimento do patógeno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BUREAU, E. **Manual prático para controle da Sigatoka-negra em Banana e Plátano**. São Paulo: TOTAL FLUIDS, 2004, 24p.
2. BERGAMIN FILHO, A., KIMATI, H., AMORIM, L. Manual de Fitopatologia, v.1, Princípios e Conceitos, 3ª ed. Ceres, 1995.
3. CDA. **Sistema de mitigação de risco para a Sigatoka-negra na cultura da banana**. Disponível em: <http://www.cda.sp.gov.br/www/servicos/transito_smr.php>. Acesso em: 20/09/2014.
4. FRAC. Fungicide Resistance Action Committee. Disponível em: <http://www.frac.info/frac/index.htm>. Acesso em 28 de abril de 2014.
5. KIMATI, H., AMORIM, L., REZENDE, J. A. M., BERGAMIN FILHO, A., CAMARGO, L. E. A. Manual de Fitopatologia, v.2, Doenças de Plantas Cultivadas, 4ª ed. Ceres, 2005.
6. GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J. C. R.; HANADA, R. E.; MONTARROYOS, A. V. V. **Sigatoka-negra da bananeira**. Manaus: EMBRAPA Amazônia Ocidental, 2006, 177p.

7. MARÍN, D. H.; ROMERO, R. A. **El Combate de la Sigatoka Negra**. Costa Rica: Corporación Bananera Nacional, 1992. 20 p. (CORBANA. Boletin, 4).
8. MARÍN, D. H.; ROMERO, R. A.; GUZMAN, M.; SUTTON, T. B. Black sigatoka: An increasing threat to banana cultivation. **Plant Disease,** v.87, 208-222, 2003.
9. OROZCO-SANTOS, M. **Manejo Integrado de la Sigatoka-negra Del Plátano**. Mexico, DF: INIBAP, 1998. 95p. (INIBAP. Folheto Técnico, 1).
10. PÉREZ, L. V. **Manual para el Manejo Integrado de Sigatoka-negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) y Sigatoka-amarilla (*Mycosphaerella misicola* Leach ex Mulder) en Banano y Plátano.** Habana, Cuba: Instituto de Investig. de Sanidad Vegetal, 1996. 49p.
11. MEES, A. **Relatório de Participação na XIX Reunião Internacional da ACORBAT**, Medellín – Colômbia, nov/2010. Ibirama (SC): CIDASC, dez/2010. 54p.
12. MORAES, W. da S., FABER, L. P., BOLFARINI, A. C., MODENESE-GORLA da SILVA, S. H. e LIMA, J. D. Método alternativo para avaliar a eficiência agronômica de fungicidas no controle da Sigatoka-negra na cultura da banana. **Tropical Plant Pathology,** Supl. 2012 (Resumos).
13. MORAES, W. da S.; MODENESE-GORLA DA SILVA, S. H.; FUKUDA, E.; MENDES DASILVA, C. Técnica de monitoramento da Sigatoka-negra na cultura da banana. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 8, n. 29, agosto de 2011.
14. MORAES, W. da S.; FERRARI, J. T. Sigatoka-negra, o constante desafio para a bananicultura: Focos da doença no Sudeste e avanços em diagnose e controle. In: Núcleo de Estudos em Fitopatologia / Universidade Federal de Lavras. (Org.). **Manejo Integrado de Doenças de Fruteiras**. Brasília: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2007, p. 185-204.
15. MORAES, W. da S.; FUKUDA, E.; MENDONÇA, J. C. de.; SILVA, C. M. da.; MODONESEGORLA DA SILVA, S. H. Behaviour of black Sigatoka in banana plantations of the Ribeira Valley, Sant Paul, Brazil. **Anais da XVII Reunião Internacional da Associação para a Cooperação em Pesquisas sobre Banana no Caribe e América Tropical (ACORBAT),** Joinvile, SC, 2006, v.2, p.656-661.
16. NOMURA, E. S.; MORAES, W. S.; FUZITANI, E.J.; SAES, L.A.; AMORIM, E.P. ; SILVA, S. O. E. Avaliação de genótipos de bananeiras quanto à resistência à Sigatoka-negra em Pariquera-Açu, SP - Vale do Ribeira. In: XXI Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2010, Natal/RN. **Anais do XXI Congresso Brasileiro de Fruticultura**, 2010.
17. OROZCO-SANTOS, M. ; OROZCO-ROMERO, J. ; PEREZ-ZAMORA, O. ; MANZO-SANCHEZ, G. ; FARIAS-LARIOS, J. ; MORAES, W. da S. . Prácticas culturales para el manejo de la Sigatokanegra en bananos y plátanos. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, p.189-196, 2008.
18. UCHÔA, C. N.; POZZA, E. A.; ALEXANDRE-POZZA, A. A.; MORAES, W.da S. Modelagem geo-estatística da Sigatoka-negra e sua relação com a fertilidade do solo. **Bioscience Journal**, v. 27, p. 357-362, 2011.
19. UCHÔA, C. N.; POZZA, E. A. **Estudo epidemiológico e diagnose molecular da Sigatoka-negra**. Lavras (MG): Universidade Federal de Lavras (UFLA). 2010. 106 p. (Tese de Doutorado).