

Relação entre a temperatura e o molhamento foliar no monociclo da sigatoka-negra

Cleilson do Nascimento Uchôa¹, Edson Ampélio Pozza², Keline Sousa Albuquerque³ e Wilson da Silva Moraes⁴

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Rua Antonio Teixeira Benevides, n° 001 – Bairro Colibri, 63660-000, Tauá, CE; ²Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras, Cx. Postal 37, 37200-000, Lavras, MG; ³Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Av. Mister Hull, n° 2977, 60021-970, Fortaleza, CE; ⁴Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios – APTA Vale do Ribeira, Rua Wilde José de Sousa, n° 454, 11900-000, Registro, São Paulo.

Autor para correspondência: Cleilson do Nascimento Uchôa (cleilson_uchoa@ifce.edu.br.)

Data de chegada: 09/02/2011. Aceito para publicação em: 13/02/2012.

1727

RESUMO

Uchôa, C.N.; Pozza, E.A.; Albuquerque, K.S.; Moraes, W.S. Relação entre a temperatura e o molhamento foliar no monociclo da sigatoka-negra *Summa Phytopathologica*, v.38, n.2, p.144-147, 2012.

A influência da temperatura (21, 24, 27 e 30 °C) e da duração do tempo de molhamento foliar (0, 12, 24, 48 e 72 horas) na penetração do agente causal da Sigatoka-negra (*Mycosphaerella fijiensis*) foi quantificada em ambiente controlado. A área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD) e a incidência foram influenciadas pela temperatura e pela duração do tempo de molhamento foliar. Foram constatadas diferenças significativas ($P=0,05$) nos valores da AACPD para as diferentes temperaturas, bem como verificada a interação significativa ($P=0,05$) entre temperaturas e o molhamento foliar. Em todas as temperaturas foi possível a observação de sintomas, entretanto, a maior AACPD foi

observada em folhas inoculadas que permaneceram na temperatura de 24 e 27°C, a partir de 48 horas de molhamento foliar. Nas temperaturas de 21°C e 30°C a incidência de Sigatoka-negra foi menor. O período de molhamento foliar mínimo para o progresso da doença foi de 24 horas. Não foram observados sintomas de Sigatoka-negra em folhas inoculadas com o molhamento foliar de 0 hora e 12 horas em todas as temperaturas. As folhas assintomáticas, após 5 dias em câmara úmida apresentavam sintomas característicos de Sigatoka-negra, demonstrando que os conídios inoculados nas folhas permaneceram viáveis por um período na ausência de água livre na folha.

Palavras-chave adicionais: Banana, epidemiologia, *Mycosphaerella fijiensis*, umidade e incubação

ABSTRACT

Uchôa, C.N.; Pozza, E.A.; Albuquerque, K.S.; Moraes, W.S. Relationship between temperature and leaf wetness in black sigatoka monocycle. *Summa Phytopathologica*, v.38, n.2, p.144-147, 2012.

The influence of temperature (21, 24, 27 and 30 °C) and leaf wetness duration (0, 12, 24, 48 and 72 hours) on the penetration of the causal agent of Black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*) was quantified under controlled environment. The area under disease progress curve (AUDPC) and the incidence were influenced by temperature and leaf wetness duration. There were significant differences ($P=0.05$) in AUDPC for the different temperatures, as well as a significant interaction ($P=0.05$) between temperatures and leaf wetness. Symptoms were observed at all temperatures; however,

higher AUDPC was observed for inoculated leaves kept at 24 and 27°C, from 48 hours of leaf wetness. At temperatures of 21°C and 30°C, the incidence of Black Sigatoka was low. The minimum leaf wetness duration for the disease progress was 24 hours. Symptoms of Black Sigatoka were not observed for inoculated leaves with 0 and 12-hour leaf wetness at all temperatures. After 5 days in humid chamber, all asymptomatic leaves presented symptoms characteristic of Black Sigatoka, demonstrating that the conidia inoculated in the leaves kept viable for a certain period in the absence of free water on the leaf.

Additional keywords: Banana, epidemiology, *Mycosphaerella fijiensis*, humidity and incubation.

A Sigatoka-negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) é considerada a mais severa e destrutiva doença da bananicultura (*Musa* sp.) no mundo. As infecções ocorrem nas folhas mais novas da planta, no lado abaxial, sob a influência de variáveis climáticas, como a duração do molhamento foliar e a temperatura (3). A umidade é necessária para a germinação e penetração da maioria dos esporos de fungos (17). Para muitos fungos, o filme de água sobre a folha tem sua importância limitada à germinação e penetração, não sendo mais necessário para continuar o processo de colonização do hospedeiro, uma vez que o fungo pode obter água do próprio hospedeiro (2). Entretanto, a umidade pode ser, às vezes, o fator ambiental mais importante na epidemia

(11). Esses fatores são determinantes para a distribuição geográfica, a incidência e a severidade da doença. Além do mais, no caso da sigatoka-negra, com a reprodução sexuada, podem ocorrer recombinações genéticas, com indivíduos capazes de se adaptar às mais diversas condições climáticas e níveis tecnológicos de cultivo. Sendo assim, conhecer as variáveis favoráveis ao patógeno e ao progresso da doença são fundamentais para orientar estratégias de manejo (12).

Maiores taxas de progresso da Sigatoka-negra dependem da quantidade de inóculo, da temperatura, umidade relativa acima de 95%, precipitação pluvial acumulada e da duração dos períodos de molhamento foliar, interferindo no ciclo de vida de *M. fijiensis*, podendo

umentar ou reduzir o período de incubação e de latência, afetando o número de ciclos do patógeno por ciclo da cultura (14, 21, 22). As condições ambientais e a suscetibilidade da planta influenciam no tempo entre a infecção e o surgimento dos sintomas. Isolados de *M. fijiensis*, de diferentes regiões geográficas do mundo, obtiveram diferentes períodos de incubação, de 20 a 29 dias (15). A reprodução assexuada do patógeno, por conídios, está relacionada com a umidade relativa alta, enquanto a liberação de ascósporos é influenciada pela precipitação foliar (6, 22).

De acordo com Stover (19), após a adesão do esporo *M. fijiensis* é fundamental a presença de molhamento foliar e de temperaturas superiores a 21°C para favorecer sua germinação, o crescimento do tubo germinativo sobre a superfície foliar e a posterior penetração. Em temperaturas abaixo de 20°C a germinação dos esporos é reduzida, aumentando o período de incubação da doença. Seguindo essas observações, Jacome e Schuh (9) relataram que as condições predisponentes à Sigatoka-negra ocorrem em temperatura ótima na faixa de 25 a 28°C, com alta umidade relativa. Porém, não foram avaliados em condições controladas a influência a relação da temperatura e da duração do molhamento foliar na sigatoka-negra, utilizando isolados obtidos do Brasil, em novas regiões geográficas, onde o patógeno não ocorria.

Diante do exposto, objetivou-se com este estudo determinar a influência da temperatura e da duração do período de molhamento foliar no processo infeccioso da Sigatoka-negra, sob condições controladas.

MATERIALE MÉTODOS

O experimento foi conduzido câmaras climatizadas com temperatura e umidade controladas. As mudas utilizadas nos experimentos foram micropropagadas da variedade Grande Naine (AAA), suscetível à Sigatoka-negra, com 6 meses de idade.

A obtenção do inóculo de *M. fijiensis* seguiu a metodologia descrita por Cordeiro (4). Em câmara de fluxo laminar as colônias do isolado foram maceradas com bastão de vidro, diluídas em água destilada e deionizada e posteriormente espalhadas sobre meio BDA em placas de Petri. Essas placas foram mantidas em BOD, com temperatura ajustada para 28°C e fotoperíodo de 12h. Após 10 dias de incubação, adicionou-se 15mL de água destilada esterilizada sobre as colônias e procedeu-se a remoção dos conídios com pincel. A suspensão foi filtrada e a concentração ajustada em câmara de Neubauer para 4×10^4 conídios/mL. Logo após foi inoculada por meio de atomizador, até o ponto de escurimento, na folha zero, na superfície abaxial das folhas.

O ensaio para avaliar o efeito da temperatura e da duração do período de molhamento foliar nos componentes monocíclicos da Sigatoka-negra, no esquema fatorial 4×5 , durante 35 dias. Foram avaliadas temperaturas constantes de 21, 24, 27 e 30°C com fotoperíodo de 12 h. A duração do período de molhamento foliar foi simulada envolvendo as plantas inoculadas com sacos plásticos transparentes e umedecidos, de modo a formar uma câmara úmida durante o tempo determinado no tratamento. Os períodos avaliados foram de 0, 12, 24, 48 e 72 horas, sob essas temperaturas constantes. Após a retirada dos sacos plásticos a umidade nas câmaras climatizadas foi mantida, com nebulizadores, em $55\% \pm 3$, até o final das avaliações.

As avaliações da severidade da doença foram realizadas a cada quatro dias, com escala diagramática de Stover, modificada por Gauhl et al. (6), até a estabilização dos sintomas. Foram realizadas 6 avaliações. Esses dados foram integrados para área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). O período de incubação foi calculado como o tempo decorrido, em dias, entre a inoculação e o aparecimento dos primeiros sintomas em quaisquer das folhas inoculadas.

Para avaliar a viabilidade dos esporos, ao final das avaliações do ensaio do efeito da temperatura e da duração do período de molhamento foliar, ou seja, 28 dias após a inoculação, as folhas que não apresentaram sintomas de Sigatoka-negra foram destacadas e colocadas em bandejas plásticas e cobertas com plásticos transparentes e umedecida, com o objetivo de formar câmara úmida para determinar a viabilidade dos conídios de *M. fijiensis*. A câmara úmida foi mantida por cinco dias na temperatura de 24°C e fotoperíodo de 12 horas. Logo após avaliou-se a presença ou ausência de sintomas típicos da Sigatoka-negra, caracterizados pelo aparecimento de estrias, progredindo para manchas com centros necróticos.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições, sendo cada repetição composta por um vaso contendo uma muda. O experimento foi repetido duas vezes. A variação entre os dois experimentos foi avaliada pela análise conjunta dos dados ao longo do tempo. O resultado das avaliações da severidade e do período e incubação nas temperaturas e nos períodos de molhamento foliar foram utilizadas para a geração de uma superfície de resposta, com o auxílio do programa STATISTICA® 5.0. A análise de variância e de regressão foi realizada com o programa SAS (Versão 6.1, SAS Institute, Cary, NC).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise conjunta dos dados, entre os dois experimentos conduzidos, não houve interação significativa. Sendo assim os dados apresentados são a média dos dois experimentos.

Houve uma interação significativa entre a temperatura e o período de molhamento foliar para o progresso da doença (Figura 1). A maior severidade foi obtida na temperatura de 25,7°C com 72 horas de molhamento foliar.

A maior severidade na temperatura de 25,7°C assemelha-se à relatada por Jacome et al. (10), que verificaram uma resposta quadrática da temperatura, porém sobre a germinação de conídios, com um ponto ótimo situado em 26,5°C. Romero & Sutton (15), utilizando isolados da Colômbia, Honduras, Costa Rica, Camarões e Ásia inoculados na cultivar Grande Naine, constataram maior severidade a 26°C, 40% de área foliar lesionada e de 15% a 30°C, aproximadamente.

Em todas as temperaturas foi possível observar sintomas, entretanto, a maior AACPD foi observada entre as temperaturas de 24 e 27°C, a partir de 48 horas de molhamento foliar. Nas temperaturas de 21 e 30°C a AACPD foi menor (Figura 1). No tratamento com temperaturas de 21 e 30°C, a curva de progresso da doença teve menores valores de severidade da doença, com sintomas surgindo apenas a partir do décimo segundo dia de avaliação, atingindo aproximadamente 20% da área foliar para ambas as temperaturas (Figura 1). A sensibilidade de *M. fijiensis* as temperaturas de 21 e 30°C teve influência direta na AACPD quando comparadas às curvas para a 24 e 27°C, podendo ser

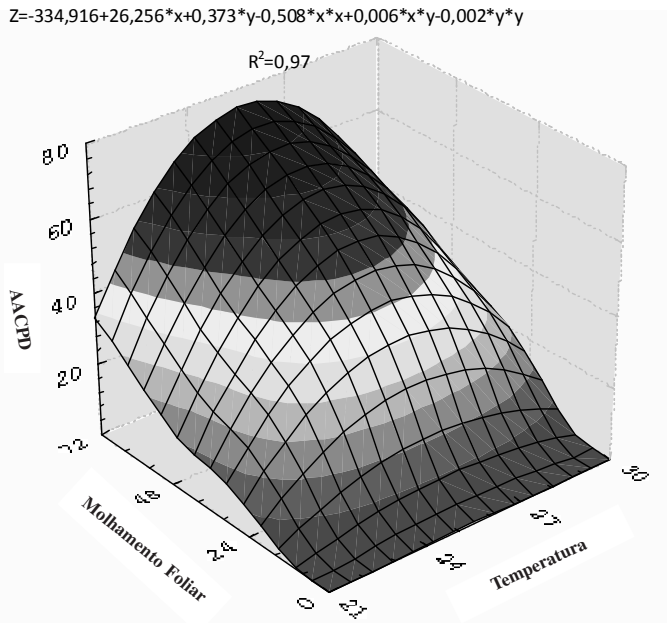


Figura 1. Superfície de resposta da AACPD de *M. fijiensis* em mudas de bananeira, em função da temperatura e da duração do período de molhamento foliar, descrita pela função, onde Z é a AACPD, x é a temperatura e y é a duração do período de molhamento foliar.

limitante no campo para ocorrer maiores taxas de progresso da doença.

Em relação ao período de incubação (Figura 2), após quatro dias de inoculação os tratamentos com o período de molhamento foliar de 72 horas e temperatura de 27°C apresentaram sintomas de Sigatoka-negra. Nesse mesmo período de molhamento, nas temperaturas de 21 e 24°C os sintomas surgiram oito dias após a inoculação. Em períodos com menor tempo de molhamento foliar, de 24 e 48 horas, foram observados os primeiros sintomas,

na temperatura de 27°C, após 8 dias. Os períodos de molhamento foliar com 0 e 12 horas não apresentaram sintomas.

Jacome & Schuh (9), também observaram que a severidade da Sigatoka-negra aumentou com a duração do molhamento foliar, porém não relacionaram com a temperatura. No patossistema girassol x *Alternaria helianthi*, o início do processo infeccioso pode ocorrer com vários períodos curtos de molhamento, ao invés de um único período longo o que demonstra não haver necessidade de períodos contínuos de molhamento foliar para haver infecção (1, 8, 16), o que para as regiões produtoras de banana que utilizam irrigação esta é uma situação comum.

Na avaliação da viabilidade dos esporos de *M. fijiensis*, em folhas assintomáticas, não foram observados sintomas com 0 hora e 12 horas de molhamento foliar, confirmando a necessidade de água livre na superfície foliar para ocorrer infecção. Todavia, Após cinco dias em câmara úmida estas mesmas folhas apresentavam sintomas característicos de Sigatoka-negra, com uma maior incidência de sintomas nas folhas que permaneceram no ensaio anterior na temperatura de 27°C, demonstrando que os conídios inoculados nas folhas permaneceram viáveis, mesmo após um período na ausência de água livre nas folhas.

Segundo Sussman & Halvarson (20), alguns fungos mantêm sua viabilidade por um longo período ao absorverem água do ar. Os esporos de *M. musicola* e *M. fijiensis*, em condições naturais, podem sobreviver de três a quatro semanas associados às folhas doentes e por oito semanas nos ascósporos em peritécios nas folhas de bananeiras caídas no chão (18). Hanada et al. (7), relataram que esporos de *M. fijiensis* sobreviveram em folhas destacadas até 60 dias, provavelmente, porque existe alguma desidratação dos esporos de *M. fijiensis*, característica esta que teve permitir uma maior longevidade, demonstrando que esporos de *M. fijiensis* podem sobreviver mesmo quando expostos a desidratação. Comportamento semelhante foi observado para *Drechslera* spp. (5), *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei* (13) e ferrugem em folhas de trigo (*Triticum aestivum* L.) (23).

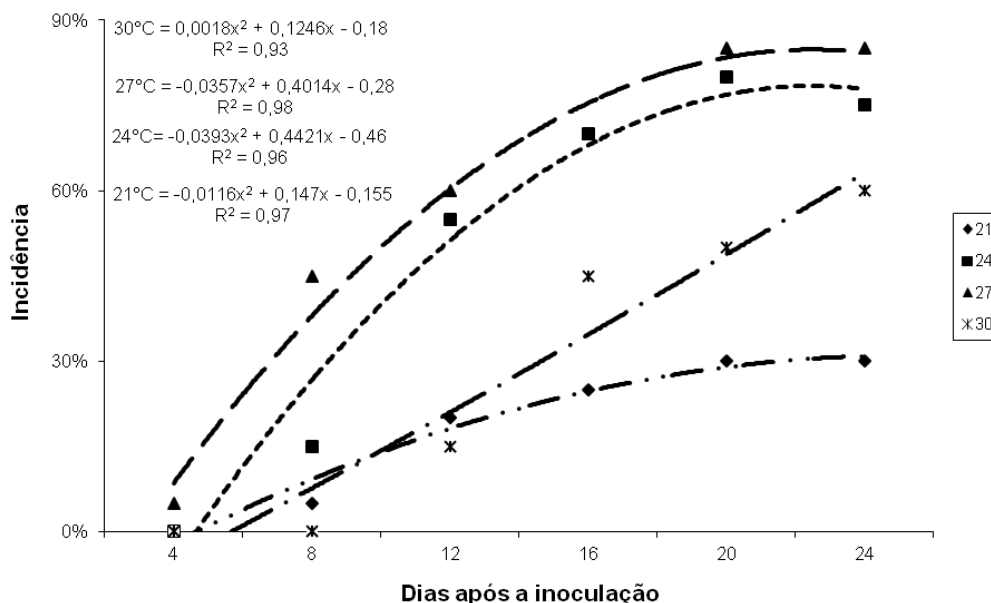


Figura 2. Período de incubação de *M. fijiensis* em mudas de bananeira nas temperaturas de 21°C, 24°C, 27°C e 30°C.

CONCLUSÕES

Existe relação entre a temperatura e o período de molhamento foliar para a AACPD e período de incubação. A maior AACPD ocorreu a 25,7°C e período de molhamento foliar de 72 horas, contudo as maiores AACPDs estão na faixa de 24 a 27°C de temperatura e a partir de 24 horas de duração de molhamento foliar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Allen, S. J.; Brown, J. F.; Kochman, J. K. Effects of temperatures, dew period, and light on the growth and development of *Alternaria helianthi*. **Phytopathology**, St. Paul, v.73, p. 893-896, 1983.
2. Carneiro, L. C.; Amorim, L. Influência da temperatura e do molhamento foliar no monociclo do "mal-de-sete-voltas" da cebola. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 422-427, 1999.
3. Colhoun, J. Effects of environmental factors on plant disease. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 11, p. 343-364, 1973.
4. Cordeiro, Z. J. M. Panorama nacional das principais doenças da bananeira. In: (Org.) Núcleo de Estudos em Fitopatologia / Universidade Federal de Lavras. **Manejo integrado de doenças de fruteiras**. Brasília: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2007. p. 165-184.
5. Dhingra, O. D.; Sinclair, J. B. **Basic plant pathology methods**. Boca Raton: CRC Press, 1995. 355 p.
6. Gauhl, F. **Epidemiology and ecology of black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) on plantain and banana (*Musa spp.*) in Costa Rica, Central America**. Montpellier: INIBAP, 1994. 120 p.
7. Hanada, R. E.; Gasparotto, L.; Pereira, J. C. R. Sobrevivência de conídios de *Mycosphaerella fijiensis* em diferentes materiais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 408-411, 2002.
8. Huber, L.; Gillespie, T. J. Modeling leaf wetness in relation to plant disease epidemiology. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 30, p. 553-557, 1992.
9. 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*. **Tropical Agricultural**, Trinidad, v. 70, p. 51-59, 1993.
10. 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**, St. Paul, v. 81, p. 1480-1485, 1991.
11. Jones, A. L. Role of the wet weather in predicting foliar diseases. In: Leonard, K. J.; Fry, W.E. (Ed.). **Plant disease epidemiology: population dynamics and management**. New York: Macmillan, 1986. p. 87-100.
12. Leite, R. M. V. B. C.; Amorim, L. Influência da temperatura e do molhamento foliar no monociclo da mancha de *Alternaria* em girassol. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 193-200, 2002.
13. Moseman, J. G.; Powers, H. R. Functions and longevity of cleistothecia of *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 47, p. 33, 1957.
14. Pérez, L. Sigatoka-negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) de bananos y plátanos (*Musa spp.*) em Cuba. Biología, comportamiento y manejo integrado de la enfermedad. In: Simposium internacional sobre Sigatoka-negra, 1., 1998, Colima. **Memórias...Colima: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias**, 1998. p. 24-52.
15. Romero, R. A.; Sutton, T. B. Reaction of four *Musa* of three temperatures to isolates of *Mycosphaerella fijiensis* from different geographical regions. **Plant Disease**, St. Paul, v.10, p. 1139-1142, 1997.
16. Rotem, J. **The genus alternaria: biology, epidemiology and pathogenicity**. St. Paul: APS. 1994. 326 p.
17. Silveira, N. S. S.; Michereff, S. J.; Mariano, R. L. R.; Tavares, L. A.; Maia, L. C. Influência da temperatura, período de molhamento e concentração do inóculo de fungos na incidência de podridões pós-colheita em frutos de tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 33-38, 2001.
18. Stover, R. H. Sigatoka leaf spot of bananas and plantains. **Plant disease**, St. Paul, v. 64, p. 750-756, 1980.
19. Stover, R. H. **Banana, plantain and abaca disease**. Kew: Commonwealth Mycological Institute, 1972. 316 p.
20. Sussman, A. S.; Halvarson, H. O. **Spores: their dormancy and germination**. New York: Harper & Row, 1966. 354 p.
21. Valadares Júnior, R.; Jesus Júnior, W. C.; Cecílio, R. A. Influência das mudanças climáticas na distribuição espacial da *Mycosphaerella fijiensis* no mundo. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...Florianópolis: INPE**, 2007. p. 443-447.
22. Vicente, L. P. Sigatoka-negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) de bananos y plátanos (*Musa sp.*) en Cuba. Biología, epidemiología y manejo integrado de la enfermedad. In: Simposium internacional sobre Sigatoka-negra, 1., 1998, Manzanillo. **Memórias...Manzanillo: SAGAR-INIBAP**, 1998. p. 24-52.
23. Young, H. C.; Wadsworth, D. F. Collection and race isolation of wheat leaf rust in Oklahoma. **Phytopathology**, St. Paul, v. 43, p. 33, 1953.