

Modelo para avaliar a dispersão de *Fusarium subglutinans*, agente da malformação da mangueira

Model for assessing the dispersion of *Fusarium subglutinans*, agent of the mango malformation

Mina Karasawa¹; Edineide Eliza de Magalhães²; Diógenes da Cruz Batista³; Daniela Biaggioni Lopes⁴; Mirtes Freitas Lima³; Alba Valéria da Silva Pereira²; Esmeraldo Ferreira Antunes Junior⁵; Magna Soelma Beserra Moura³

Resumo

As condições climáticas e o inóculo de *Fusarium subglutinans* (Fs), foram monitorados em três áreas de plantio, durante quatro anos. Três armadilhas volumétricas com sucção de 9,72 L/min foram utilizadas para detectar conídios de Fs. Verificou-se a presença do inóculo em qualquer época do ano, porém sua concentração foi menor entre junho-setembro. A concentração de conídios apresentou correlação positiva com a temperatura, umidade relativa e precipitação, sendo negativa com a velocidade do vento. Apesar de significativa, os valores das correlações foram baixos. Optou-se em utilizar uma escala binária e, então, um modelo para estimar alta disponibilidade de inóculo foi desenvolvido por regressão logística: $P = \exp(XB)/(1 + \exp(XB))$. As variáveis significativas foram: umidade relativa (UMID) e temperatura média (TP). A variável resposta do modelo foi indicadora de aumento > 10 conídios/dia. O

¹Eng^a Agr^a, Bolsista CNPq/Embrapa Semi-Árido, Cx. Postal 23, 56302-970, Petrolina-PE; ²Bióloga, Bolsista CNPq/Embrapa Semi-Árido; ³Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Semi-Árido, dio.batista@cpatsa.embrapa.br; ⁴Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesquisadora da Embrapa Sede, Brasília-DF; ⁵Estudante de Biologia, Bolsista CNPq Embrapa Semi-Árido.

modelo $\text{logit}(y) = XB = -17,6095 + 0,3712 \cdot TP + 0,0785 \cdot UMID$ foi desenvolvido e o limiar de decisão foi 0,055. Potencialmente, o modelo pode ser utilizado na tomada de decisão, depois de validado.

Palavras-chaves: *Mangifera indica*, previsão, regressão logística, binomial.

Introdução

A malformação, causada por *Fusarium subglutinans* (Fs), é uma importante doença da mangueira, podendo causar redução na produção de até 86% (Kumar et al., 1993). A doença foi descrita na Índia, África, Ásia e Américas do Sul, Central e Norte (Noriega-Cantú et al., 1999). No Brasil, a doença foi disseminada em vários estados produtores, dentre os quais Pernambuco e Bahia. Em Petrolina-PE e Juazeiro-BA, as áreas de cultivo têm alta incidência da doença, pois as variedades Tommy Atkins, Van Dyke, Palmer e Haden são muito suscetíveis (Dias et al., 2003).

Plantas com panículas malformadas não produzem frutos ou abortam precocemente, além de servirem como fonte de inóculo, pois o patógeno coloniza internamente os primórdios foliares, sépalas, pedicelos, glândulas florais, tricoma e saco da antera (Freeman et al., 1999). Portanto, epidemia de malformação pode ser iniciada por conídios liberados a partir de panículas e ramos vegetativos infectados e em fase de decomposição. No México, a dinâmica da incidência da doença foi influenciada pelas condições climáticas, onde alta dispersão foi associada ao número de horas de umidade relativa superior a 60%, aumento da temperatura e velocidade do vento (Noriega-Cantú et al., 1999). Apesar da importância dessas informações, seria interessante mensurar o risco de dispersão de inóculo por um modelo baseado em variáveis ambientais.

O objetivo do trabalho foi identificar a influência de variáveis ambientais na dispersão de Fs e desenvolver um modelo de risco com potencial para ser utilizado no manejo da doença.

Material e Métodos

A dispersão de conídios de Fs foi quantificada em três áreas de mangueira, cv. Tommy Atkins, em Petrolina-PE. O monitoramento foi realizado com armadilhas volumétricas (sucção de 9,72 L/min) mantidas sobre suportes de barras de ferro, com o orifício coletor da armadilha a 2 m de altura do solo. Para a captura dos conídios na armadilha, utilizou-se uma fita, previamente coberta

por graxa de silicone. A coleta da fita para avaliação e sua substituição por uma nova fita foi feita a cada 7 dias. As fitas foram levadas ao laboratório para observação microscópica e determinação do número de conídios coletados por dia. O período de amostragem foi entre os anos de 2003 e 2006. Todas as áreas tiveram as variáveis climáticas monitoradas por sensores de temperatura (T), umidade relativa (UR), velocidade do vento (V) e precipitação pluviométrica (P). Os dados climáticos foram registrados e armazenados a cada 30 minutos em coletor automático de dados (*Campbell Scientific* CR10X). Nas análises, efetuou-se a correlação entre a concentração de conídios e as variáveis climáticas, por meio de correlação de Spearman. O número de conídios capturados em um determinado dia foi correlacionado com as variáveis climáticas dos dias anteriores, por até 6 dias que antecederam a data de coleta. Este procedimento foi denominado defasagem de 1, 2, 3,... até 6 dias. Na modelagem, a variável resposta foi o número de conídios (C). Escala binária foi adotada e classificada conforme o número de conídios capturados/dia: $Y = 0$ se $C \leq 10$ e $Y = 1$ se $C > 10$. A variável Y é indicadora de alta carga de conídios e foi escolhida após associação da incidência da doença em registros da Produção Integrada de Manga com o nível médio de conídios nos dias que antecederam a emissão de panículas. A probabilidade $P(Y = 1)$ foi modelada em função das variáveis climáticas, do dia anterior à captura dos conídios, com a regressão logística (Hosmer & Lemeshow, 1989), utilizando o programa SAS v. 9.1.2 (SAS institute Inc., Cary, NC, USA. 2004).

Resultados e Discussão

Conídios foram capturados durante todo período de amostragem, porém menor dispersão ocorreu entre junho-setembro, enquanto que picos maiores de conídios ocorreram frequentemente no mês de março, principalmente na área A (Fig. 1A). O número de conídios capturados na área A, em geral, foi superior aos das demais áreas. Baixa incidência da doença ou tratos culturais que removem o inóculo pode explicar a menor detecção de conídios nas outras áreas, pois não há grandes variações entre os parâmetros climáticos (UR, T e V) das três áreas. A concentração de inóculo apresentou correlação positiva com a UR, T e P, porém negativa com V (Tabela 1). Embora V favoreça a dispersão de inóculo, como constatado em pomares do México, registros históricos das condições climáticas de Petrolina-PE (www.cpatsa.embrapa.br/servicos/dadosmet) sugerem que essa correlação negativa pode estar associada ao aumento da V, comum entre os meses de junho-setembro e a

menor dispersão de *Fs*, nessa época do ano. Embora significativas, as correlações foram muito baixas. O logit (Fig. 2) para estimar a probabilidade de $Y = 1$ foi: $\ln(y) = XB = -17,6095 + 0,3712 \cdot TP + 0,0785 \cdot UMID$ com valor do coeficiente $c = 0.70$ (medida da acurácia do modelo). Baseado na sensibilidade e especificidade, o melhor limiar de decisão foi o valor $PL = 0,055$ (Fig. 1D). A interpretação deste valor para fins de manejo da doença, significa que medidas de controle devem ser adotadas quando a probabilidade atingir este nível. Conforme os resultados, conclui-se que os fatores UMID e TP têm efeito significativo na dispersão de *Fs*, entretanto o uso do modelo está condicionado a validação em condições de campo.

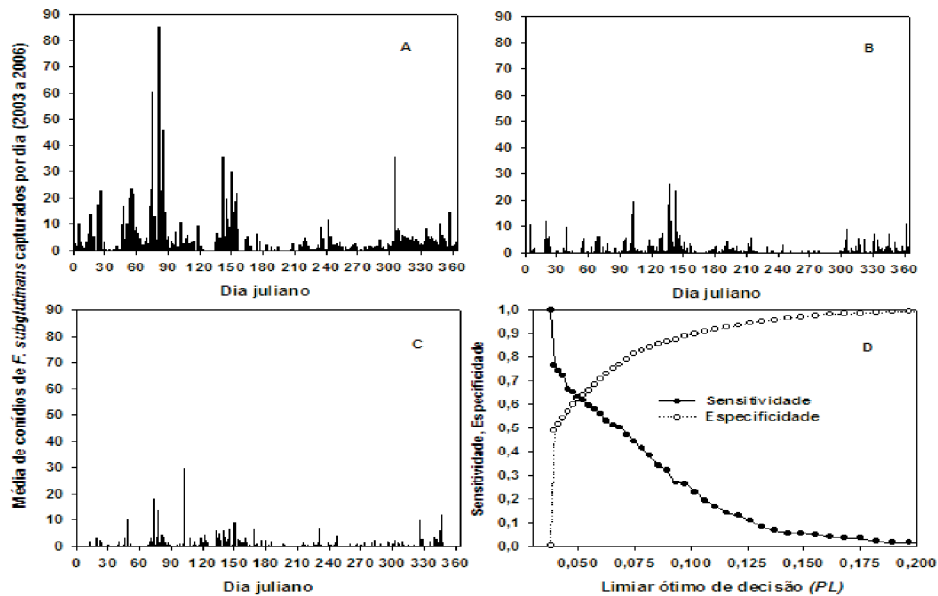


Fig. 1. Média de conídios de *Fusarium subglutinans* capturados durante 4 anos nas áreas de cultivo A, B e C e limiar ótimo de decisão PL (D).

Tabela1. Correlação de Spearman (valor P) entre o número de conídios de *Fusarium subglutinans* capturados/dia e as variáveis climáticas, de 1 a 6 dias anteriores à captura do conídio.

Variáveis*	Dias antes da captura de esporos					
	1 dia	2 dias	3 dias	4 dias	5 dias	6 dias
TP						
Spearman	0,05185	0,04687	0,05061	0,04231	0,02728	0,03028
(P valor)	(0,0087)	(0,0177)	(0,0104)	(0,0323)	(0,1678)	(0,1258)
UMID						
Spearman	0,05851	0,06175	0,04989	0,05178	0,04095	0,03660
(P valor)	(0,0030)	(0,0018)	(0,0116)	(0,0088)	(0,0384)	(0,0643)
VENT						
Spearman	-0,05968	-0,06945	-0,06217	-0,05327	-0,04853	-0,03150
(P valor)	(0,0025)	(0,0004)	(0,0016)	(0,0070)	(0,0141)	(0,1113)
PREC						
Spearman	0,07694	0,09554	0,08353	0,08858	0,08974	0,05648
(P valor)	(<0,0001)	(<0,0001)	(<0,0001)	(<0,0001)	(<0,0001)	(0,0043)
UR_80						
Spearman	0,07622	0,07935	0,05845	0,05306	0,04393	0,03796
(P valor)	(0,0001)	(<0,0001)	(0,0031)	(0,0073)	(0,0263)	(0,0550)
TP_20						
Spearman	0,10633	0,10845	0,10710	0,09656	0,08495	0,08639
(P valor)	(<0,0001)	(<0,0001)	(<0,0001)	(<0,0001)	(<0,0001)	(<0,0001)

*TP= temperatura média, UMID= umidade relativa média; VENT= velocidade do vento; PREC= precipitação; UR_80 e TP_20= duração da umidade relativa e temperatura superior a 80% e 20 °C, respectivamente.

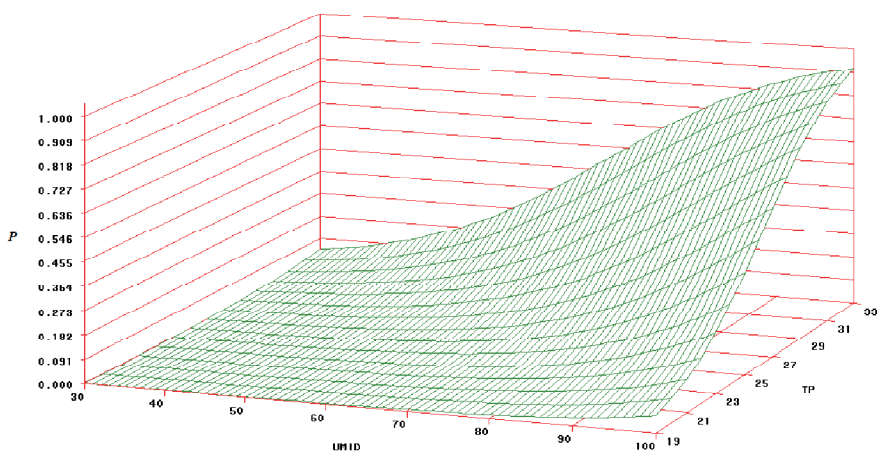


Fig. 2. Valores de probabilidade estimados (P) com o modelo logístico em função da umidade relativa média (UMID, em %) e temperatura média (TP, em °C).

Referências Bibliográficas

- DIAS, N. O.; VILA, M. T. R.; VIANA, A. E.; REBOUÇAS, T. N. H.; JOSÉ, A. R. S.; BOARETTO, M. A. C.; BOMFIM, M. P.; RIBEIRO, A. E. L. Incidência e severidade da malformação floral em seis cultivares de mangueira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p.179-180, 2003.
- FREEMAN, S.; MAIMON, M.; PINKAS, Y. Use of GUS transformants of *Fusarium subglutinans* for determining etiology of mango malformation disease. **Phytopathology**, St. Paul, v. 89, n. 6, p. 456-461, 1999.
- HOSMER, D. W.; LEMESHOW, S. **Applied logistic regression**. New York: John Wiley, 1989. 307 p.
- KUMAR, J.; SINGH, U. S.; BENIWAL, S. P. S. Malformation: one hundred years of research. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 31, p. 217-232, 1993.
- NORIEGA-CANTÚ, D. H.; TÉLIZ, D.; MORA-AGUILERA, G.; RODRÍGUEZ-ALCAZAR, J.; ZAVALA-MEJÍA, E.; OTERO-COLINAS, G.; CAMPBELL, C. L. Epidemiology of mango malformation in Guerrero, México, with tradicional and integrated management. **Plant Disease**, St. Paul, v. 83, n. 3, p. 223-228, 1999.