

Progresso temporal de doenças da cultura do milho

Renata Moreschi Mesquini¹, Amanda do Prado Mattos¹, Bruna Broti Rissato¹,
Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada¹

¹Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá. Av. Colombo, 5790, Zona 7, CEP 87020-900, Maringá-PR, Brasil.

Autor correspondente: Amanda do Prado Mattos (pradomattosa@gmail.com)

Data de chegada: 23/05/2019. Aceito para publicação em: 19/12/2019.

10.1590/0100-5405/224418

RESUMO

Mesquini, R.M.; Mattos, A.P.; Rissato, B.B.; Schwan-Estrada, K.R.F. Progresso temporal de doenças da cultura do milho. *Summa Phytopathologica*, v.46, n.2, p.140-144, 2020.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o progresso temporal das doenças ferrugem polissora (*Puccinia polysora*), cercospora (*Cercospora zae-maydis*), mancha branca (*Pantoea ananatis*) e helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*) no milho, bem como sua correlação com as variáveis climáticas. O delineamento experimental foi o de blocos completos com tratamentos ao acaso. O modelo monomolecular foi o que melhor se ajustou às epidemias. Com os dados de severidade de

cada doença, foram elaboradas correlações com as variáveis climáticas (*DFtemp*-dias favoráveis com temperatura entre 18-28°C; *DFumid*-dias favoráveis com umidade relativa>60%; *PrecAcc*-precipitação acumulada; *PrecDia*- precipitação/dia e *Prec10*-precipitação>10mm) observadas durante o período de avaliação. Após as análises pôde-se inferir que a variável precipitação acumulada foi determinante para a ocorrência de epidemias das doenças estudadas.

Palavras-chave: *Puccinia polysora*, *Cercospora zae-maydis*, *Pantoea ananatis*, *Exserohilum turcicum*, epidemiologia.

ABSTRACT

Mesquini, R.M.; Mattos, A.P.; Rissato, B.B.; Schwan-Estrada, K.R.F. Temporal progress of maize diseases. *Summa Phytopathologica*, v.46, n.2, p.140-144, 2020.

The aim of the present study was to evaluate the temporal progress of the diseases southern rust (*Puccinia polysora*), Cercospora leaf spot (*Cercospora zae-maydis*), white spot (*Pantoea ananatis*) and spot blotch (*Exserohilum turcicum*) in corn, as well as their correlation with climate variables. Experimental design was in complete blocks with random treatments. The monomolecular model best fit to the epidemics. Using the severity data from each disease,

correlations were established with the climate variables (*DFtemp*-favorable days with temperatures between 18-28 °C; *DFumid*-favorable days with relative humidity>60%; *PrecAcc*-cumulative rainfall; *PrecDia*-precipitation/day, and *Prec10*- precipitation>10 mm) observed during the evaluation period. After analyses, it was possible to infer that the variable cumulative precipitation was determinant for the occurrence of epidemics of the studied diseases.

Keywords: *Puccinia polysora*, *Cercospora zae-maydis*, *Pantoea ananatis*, *Exserohilum turcicum*, epidemiology.

A importância das doenças na cultura do milho tem aumentado muito nos últimos anos, devido, principalmente, ao manejo adotado, bem como às mudanças climáticas (6). São várias as doenças que incidem na cultura do milho, sendo que dentre as mais encontradas nas lavouras estão a ferrugem polissora (*Puccinia polysora*), helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*), cercosporiose (*Cercospora zae-maydis*) e mancha branca (*Pantoea ananatis*) (8).

Para entender o progresso de epidemias e a interação entre o patógeno e o hospedeiro sob a influência do ambiente e do homem, são utilizados estudos de epidemiologia (11, 14, 21, 22). A relação entre os fatores patógeno, hospedeiro e ambiente é representada pelo triângulo da doença, que representa a interdependência dos fatores para ocorrência da doença. Atualmente a influência humana também é considerada como fator essencial. O conhecimento destas interações é imprescindível para desenvolvimento de estratégias de controle (1).

Do ponto de vista analítico, são necessárias ferramentas para representar o comportamento destes fatores em diferentes situações de ambiente. Neste contexto, os epidemiologistas empregam modelos estatísticos para estudar e descrever esse fenômeno. Estes modelos são uma das poucas ferramentas para comparar epidemias, distinguir

variedades resistentes, tratamentos eficientes, gerar modelos de previsão de doenças para quantificar danos e simular o efeito do ambiente no desenvolvimento de doenças em plantas (3).

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o progresso temporal das doenças ferrugem polissora, cercospora, mancha branca e helmintosporiose, na cultura do milho safrinha e acompanhar sua correlação com as variáveis climáticas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em duas safras agrícolas e em cinco áreas distintas no município de Itambé, PR. As áreas utilizadas apresentam como característica a predominância de solo Latossolo vermelho eutroférico (19), com clima subtropical úmido (Cfa) (15). Foram utilizados cinco híbridos simples comerciais com características diferentes em relação à susceptibilidade de doenças (um híbrido em cada uma das áreas). Os mesmos foram semeados em épocas diferentes: CD308 em março e DKB330 em abril do primeiro ano de cultivo; 2B587 e Balu580 em fevereiro e DKB 330 em março do segundo ano

de cultivo.

Para a semeadura, foi adotado o sistema de plantio direto. A densidade de plantio consistiu em seis sementes por metro de sulco, em uma profundidade de aproximadamente 5 cm, e espaçamento entre linhas de 0,9 m. O delineamento experimental foi de blocos completos ao acaso com quatro repetições. A parcela foi constituída de seis linhas de dez metros lineares, nas quais as duas linhas centrais foram consideradas como área útil. Os tratamentos culturais e adubação foram realizados normalmente nas áreas.

A severidade da ferrugem polisor (*Puccinia polysora*), cercosporiose (*Cercospora zae-maydis*), helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*) e mancha branca (*Pantoea ananatis*) foram quantificadas individualmente, com o auxílio de escalas diagramáticas apropriadas (2, 17, 18). Para isso, cinco folhas em cada planta foram marcadas, totalizando doze plantas ao acaso por parcela, com a finalidade de acompanhar o progresso da doença nas mesmas plantas. Os dados de severidade de cada doença foram dispostos em curvas temporais de progresso. Os níveis de severidade observados (y) foram plotados graficamente em função do tempo (x), possibilitando a comparação do comportamento desta variável ao longo dos dias entre os diferentes tratamentos.

A evolução temporal das epidemias foi analisada por meio do ajuste dos modelos monomolecular, logístico e gompertz aos dados observados. O modelo monomolecular ($y = 1 - (1 - y_0) \cdot \exp(-r \cdot t)$), em que, y = intensidade de doença; y_0 = inóculo inicial; r = taxa de progresso da doença; e t = tempo de duração da epidemia) foi o que melhor se ajustou aos dados, sendo este selecionado pelo coeficiente de determinação dos dados não-linearizados (R^{2*}), obtido entre os valores da curva real de progresso da doença e a curva predita pelo modelo e, pela aleatoriedade dos resíduos plotados no tempo (4, 5).

As condições meteorológicas, como temperatura mínima e máxima (°C), umidade relativa do ar (%), precipitação (mm) foram monitoradas em cada local e em cada safra agrícola. Os dados foram coletados de uma microestação climatológica situada a 2000 m de distância das áreas. Os dados de precipitação foram coletados diariamente por meio de pluviômetros localizados nas áreas experimentais.

Tais conjuntos de dados climáticos foram utilizados para elaborar as variáveis: número de dias em que a umidade relativa do ar foi favorável, isto é, acima de 60% (*DFumid*); número de dias com temperatura favorável, ou seja, entre 18°C (mínima) e 28°C (máxima) (*DFtemp*), precipitação acumulada (*PrecAcc*) nos dias de avaliação, precipitação/dia (*PrecDia*) e precipitação > 10mm em dias (*Prec10*). Estes dados foram mensurados para cada avaliação de severidade da doença.

Para posterior correlação foram obtidos dados climáticos de 10 dias anteriores ao início das epidemias e de cada avaliação de severidade, levando-se em consideração um período de incubação de 7 a 12 dias (12). Todas as variáveis foram calculadas para cada avaliação de doença e em cada local individualmente. A análise estatística para o estabelecimento das relações baseou-se na estimativa das correlações de Spearman entre *DFumidade*, *DFtemperatura*, *PrecAcc*, *PrecDia*, *Prec10* e severidade de cada avaliação. Este procedimento foi realizado utilizando o software SAS (20).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira safra, para o híbrido DKB330, observou-se a ocorrência de cercosporiose e mancha branca, aos 55 dias após a semeadura. Ambas apresentaram progresso semelhante, com níveis de severidade máxima

próximo a 30%. Para CD308, quatro doenças foram observadas, sendo a cercosporiose e mancha branca observadas aos 75 dias após a semeadura e a ferrugem polisor e helmintosporiose aos 57 dias após a semeadura.

A chuva foi bem distribuída ao longo do ciclo da cultura, com acúmulo de 497 mm entre os meses de maio a agosto. Foi observada alta precipitação aos 80 e 100 dias após a semeadura da cultura. Neste período as epidemias foram mais explosivas. A média de temperatura foi de 20°C e a umidade relativa entre 70 a 98% (Figura 1).

Observações de campo indicam que, mesmo quando a umidade relativa é favorável à germinação dos esporos e à infecção do patógeno, poucas lesões evoluem quando a média diária de temperatura é menor à 20°C, especialmente se o inóculo inicial for baixo (23). Temperaturas amenas combinadas com alta umidade relativa, tendem a propiciar maior desenvolvimento de doenças (7, 16).

Na segunda safra, para Balu580 avaliou-se as doenças cercosporiose e helmintosporiose, as quais incidiram aos 87 e 107 dias após a semeadura, com severidade máxima aproximada de 30% e 20%, respectivamente. Para DKB330, a helmintosporiose, cercosporiose e mancha branca ocorreram aos 60, 80 e 105 dias após a semeadura, respectivamente, período diferente aos anteriores. A maior severidade observada neste híbrido foi próxima a 40%, para a mancha branca. No híbrido 2B587 foi constatado a helmintosporiose e cercosporiose aos 87 dias após a semeadura, ambas com níveis muito baixos de severidade, com máximo de 7%.

Em relação as condições climáticas observou-se baixa precipitação no período de avaliação, ocorrendo um máximo de 15mm aos 90 dias após a semeadura, conseqüentemente menor umidade relativa, diferentemente ao ocorrido na safra anterior (Figura 2).

Os dados de severidade foram ajustados no modelo monomolecular onde pode-se obter os parâmetros B_1 , B_2 e B_3 . Estes foram utilizados para comparar a evolução das epidemias ao longo do tempo. A escolha deste modelo foi feita com base no coeficiente de determinação entre os valores previstos e observados (R^{2*}) e também na distribuição dos resíduos plotados pelo tempo, entre severidade observada e severidade estimada pelo modelo.

Segundo Bergamin Filho (4) o fato de o melhor modelo ser o monomolecular, significa, biologicamente, que o aumento da doença é proporcional ao inóculo inicial. Na primeira safra, na área com o híbrido CD308, o inóculo inicial observado para cada uma das epidemias foi menor quando comparado com os valores de DKB330, assim como a taxa de progresso das epidemias, ou seja, a velocidade com que a doença aumenta diariamente foi menor neste híbrido.

Na segunda safra, os menores valores de inóculo inicial foram constatados para helmintosporiose nos híbridos Balu580 e 2B587, diferente do híbrido DKB330, que apresentou maior valor de inóculo inicial para a mesma doença. O híbrido 2B587 também obteve o menor inóculo inicial para a cercosporiose, diferente do DKB330, onde foi observado valores mais altos para as doenças helmintosporiose, cercosporiose e mancha branca (Tabela 1).

Os dados de severidade das doenças avaliadas, obtidos de avaliações nos diferentes híbridos foram correlacionados com dias favoráveis com temperaturas entre 18°C e 28°C (*DFtemp*); dias favoráveis com umidade relativa > 60% (*DFumid*); precipitação acumulada (*PrecAcc*), precipitação/dia (*PrecDia*) e precipitação > que 10mm (*Prec10*).

A severidade da ferrugem polisor, helmintosporiose e cercosporiose (CD 308) na primeira safra foram significativamente correlacionados com a variável *PrecAcc* (Precipitação acumulada ao longo das avaliações). *DFumid* (dias favoráveis com umidade relativa > 60%) se correlacionou significativamente com a severidade da ferrugem polisor

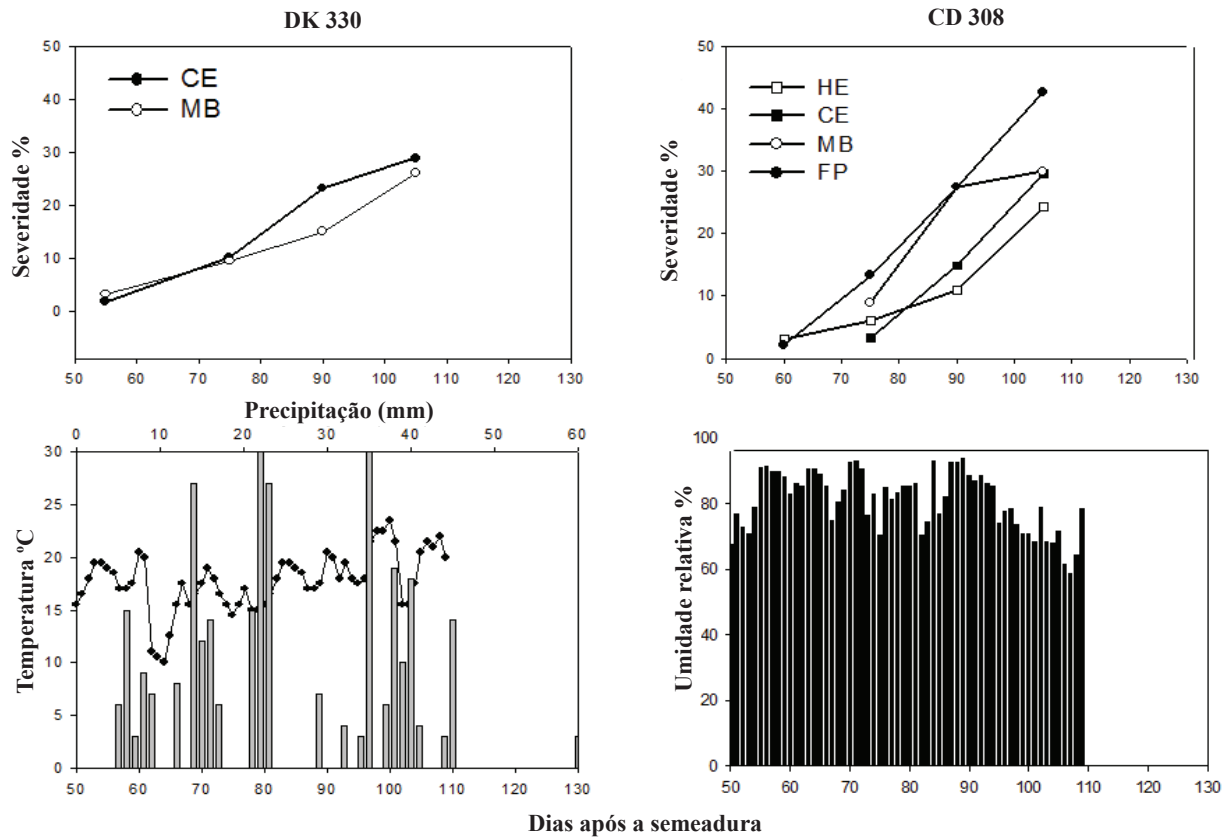


Figura 1. Curvas de progresso da doença nos híbridos CD 308 e DKB 330 e dados climáticos de precipitação, temperatura e umidade relativa registrados no período de avaliação da primeira safra. CE - Cercosporiose, MB- Mancha Branca, HE- Helmintosporiose, FP- Ferrugem Polísora.

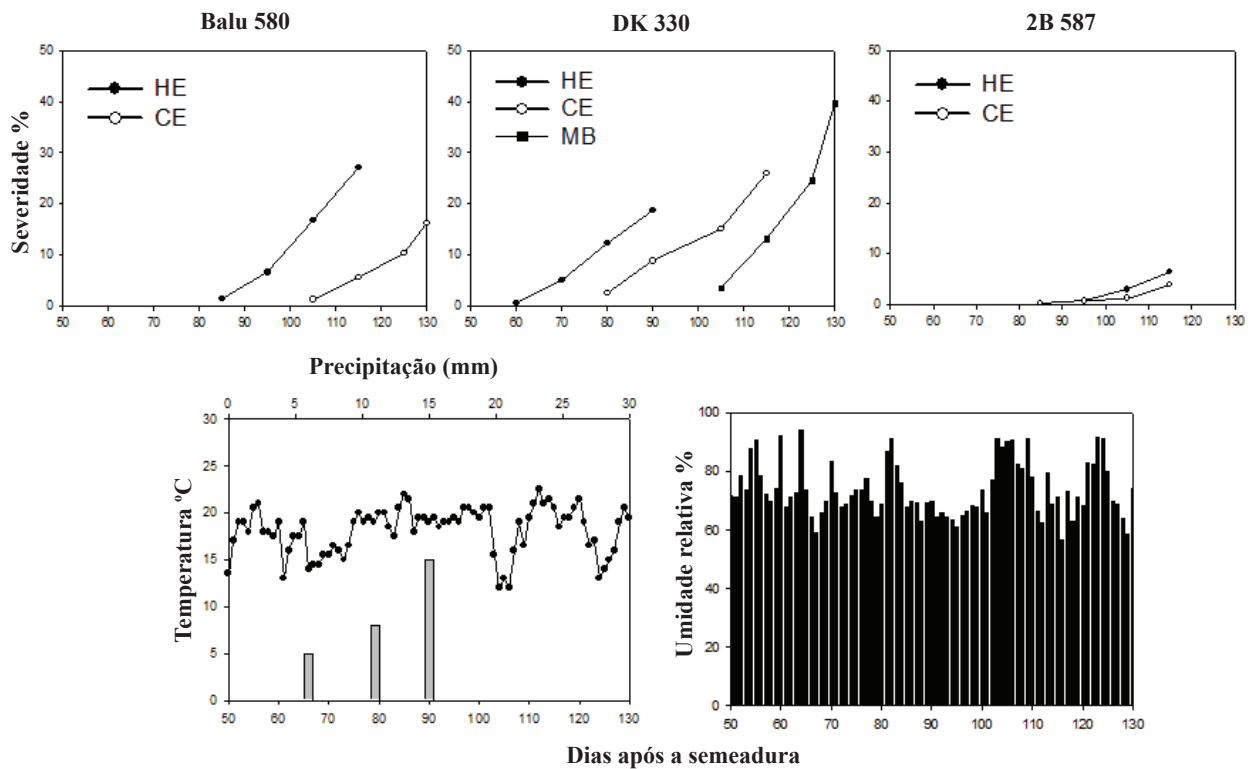


Figura 2. Curvas de progresso da doença nos híbridos Balu 580, DKB 330 e 2B 587 e dados climáticos de precipitação, temperatura e umidade relativa registrados no período de avaliação da segunda safra. CE - Cercosporiose, MB- Mancha Branca, HE- Helmintosporiose.

Tabela 1. Parâmetros (B1, B2 e B3)^z e coeficiente de determinação (R²) obtidos do modelo monomolecular ($Y = 1 - (1 - y_0) \cdot \exp(-r \cdot t)$), ajustados as curvas de progresso de cercosporiose e mancha branca, no híbrido comercial DKB 330.

Safr	Híbrido	Mês semeadura	Doença	QM	Parâmetros do modelo			R ²
					B1	B2	B3	
1 ^a	CD 308	Março	Ferrugem polisor	0,000617	34,81	-0,4112	0,0391	0,98
			Helmintosporiose	0,004365	29,83	-0,3983	0,0328	0,80
			Cercosporiose	0,001026	29,69	-0,4741	0,0467	0,96
			Mancha branca	0,008291	29,94	-0,3303	0,0404	0,70
DKB 330	Abril	Cercosporiose	0,00130	28,88	-0,3509	0,0334	0,93	
		Mancha branca	0,005739	30,61	-0,3399	0,0333	0,76	
Balu 580	Fevereiro	Helmintosporiose	0,000450	27,00	-0,0690	0,0303	0,96	
		Cercosporiose	0,00039	16,25	-0,1657	0,0160	0,88	
2 ^a	DK 330	Março	Helmintosporiose	0,00030	20,25	-0,2225	0,0217	0,94
			Cercosporiose	0,00084	20,25	-0,2737	0,0203	0,86
			Mancha branca	0,00039	16,25	-0,4815	0,0160	0,88
			Helmintosporiose	0,00004	6,50	-0,0706	0,0062	0,93
2B 587	Fevereiro	Cercosporiose	0,00007	6,25	-0,0389	0,0061	0,87	

QM: quadrado médio do erro; B₁ é a severidade máxima (%), B₂ é o inóculo inicial (y₀) e B₃ é a taxa epidêmica (r).

Tabela 2. Coeficiente de Spearman (r) e nível de significância (P) para a relação entre AACPD e taxa epidêmica da ferrugem polisor, helmintosporiose, cercosporiose e mancha branca quantificadas nos híbridos CD 308, DKB 330, Balu 580 e 2B 587 com variáveis climáticas (DFtemp- dias favoráveis com temperatura entre 18-26°C, DFumid- dias favoráveis com umidade relativa >60% e PrecAcc- precipitação acumulada).

Híbrido	Severidade (%)	Variáveis climáticas*					
		DFtemp ^a	DFumid ^b	PrecAcc ^c	PrecDia ^d	Prec10 ^e	
1 ^a Safr	Ferrugem polisor	-0,37	-0,51*	0,96*	0,32	0,40	
	CD 308	Helmintosporiose	-0,32	-0,51*	0,98*	0,24	-0,64*
	Cercosporiose	0,15	-0,71	0,89*	-0,119	-0,64*	
	Mancha branca	0,35	-0,45	0,71	-0,23	-0,75*	
DKB 330	Cercosporiose	0,36	0,12	0,24	-0,292	0,30	
	Mancha branca	0,24	0,55	0,25	-0,30	-0,30	
Balu 580	Helmintosporiose	0,77	0,98*	0,94*	-0,316	-0,258	
	Cercosporiose	0,76	0,97*	0,93*	0,632	0,77	
2 ^a Safr	2B 587	Helmintosporiose	0,63	0,80*	0,81	-0,40	-0,25
	Cercosporiose	0,95	0,97*	0,96*	-0,80	-0,77	
	Helmintosporiose	0,95*	0,97*	0,93	-0,40	-0,77	
	Cercosporiose	0,95	0,96*	0,98	0,80	0,63	
	Mancha branca	0,77	0,98*	0,95*	-0,82	-0,63	

* P < 0,005 é significativo a 5 % pelo teste t. a Número acumulado de dias favoráveis correspondente a cada 10 dias que antecedem cada avaliação de cada doença. DF foi definido com temperatura entre 18 e 26 °C. b Número acumulado de dias favoráveis correspondente a cada 10 dias que antecedem cada avaliação de cada doença.. DF foi definido com umidade relativa > 60%. c Precipitação acumulada durante a avaliação da doença. d PrecDia, média de precipitação diária durante cada avaliação. e Prec>10, número de dias com precipitação superior a 10mm.

e helmintosporiose. A variável *Prec10* (precipitação > que 10mm) apresentou os valores de correlação significativos com severidade da helmintosporiose, cercosporiose e mancha branca.

Na segunda safra a correlação entre *DFumid* com a severidade de todas as doenças avaliadas nos três híbridos foi constatada assim como a variável *PrecAcc* que mostrou forte correlação com a severidade das doenças com Coeficiente de Spearman (r) de 0,81 a 0,98 (Tabela 2).

A importância da temperatura e precipitação também foi descrita por Dudiena et al. (9), onde a severidade da ferrugem polissora no milho foi favorecida por temperaturas entre 23,8°C a 29,2°C e precipitação pluviométrica de 293,5 mm. Do mesmo modo, quando a temperatura caiu para 19,9°C houve queda da severidade da doença. Godoy et al. (13), estudaram o progresso temporal da ferrugem polissora em diferentes locais e, concluíram que a taxa epidêmica foi correlacionada positivamente com a temperatura diária e negativamente com horas de umidade relativa > 90%. Da mesma forma, Escanferla e al. (10), demonstram que condições ambientais de alta umidade e temperatura mais amena contribuíram para aumentar a população da bactéria causadora da mancha branca.

Os dados apresentados na literatura corroboram com o que foi observado neste trabalho, que destaca a variável precipitação acumulada como determinante para a ocorrência das epidemias nas condições estudadas.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

1. Agrios, G. N. **Plant pathology**. 5. ed. Amsterdam: Elsevier, 2005. 922 p.
2. Agroceres. **Guia Agroceres de sanidade**. São Paulo, 1996. 72 p.
3. Amorim, L.; Rezende, J. A. M.; Bergamin Filho, A. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2018. v.1, 573 p.
4. Bergamin Filho, A. Análise temporal de epidemias. In: Amorim, L.; Rezende, J. A. M.; Bergamin Filho, A. (Ed.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Ceres, 2018, cap. 40, p. 520-530.
5. Campbell, C. L.; Madden, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley, 1990. 560 p.
6. Chagas, J. F. R.; Santos, G. R.; Costa, R. V.; Cota, L. V.; Silva, D. D.; Simon, J.; Mourão, D. S. C. **Principais doenças foliares da cultura do milho no Estado do Tocantins**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. 13 p (Circular Técnica, 213).
7. Costa, R. V.; Cota, L. V.; Silva, D. D.; Lanza, F. E. **Recomendações para o controle químico da mancha branca do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 6 p. (Circular técnica, 167).
8. Cota, L. V.; Costa, R. V.; Sabato, E. O.; Silva, D. D. **Histórico e perspectivas das doenças na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 7 p. (Circular Técnica, 193).
9. Dudienas, C.; Fantin, G. M.; Duarte, A. P.; Ticelli, M.; Bárbaro, I. M.; Freitas, R. S.; Leão, P. C. L.; Cazentini Filho, G.; Bolonhezi, D.; Pântano, A. P. Severidade de ferrugem polissora em cultivares de milho e seu efeito na produtividade. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 39, n. 1, p. 16-23, 2013.
10. Escanferla, M. E.; Wymierski, P. T.; Meirelles, W. F.; Paccola-Meirelles, L. D. Viability and dissemination of *Pantoea ananatis*, etiological agent of Maize White Spot disease. **Agronomy Science and Biotechnology**, Londrina, v. 4, n. 2, p. 52 - 58, 2018.
11. Estep, L. K.; Sackett, K. E.; Mundt, C. C. Influential disease foci in epidemics and underlying mechanisms: a field experiment and simulations. **Ecological Applications**, Washington, v. 24, n. 7, p. 1854-1862, 2014.
12. Godoy, C. V.; Amorim, L.; Bergamin Filho, A. Influência da duração do molhamento foliar e da temperatura no desenvolvimento da ferrugem do milho causada por *Puccinia polysora*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 160-165, 1999.
13. Godoy, C. V.; Amorim, L.; Bergamin Filho, A.; Silva, H. P.; Silva, W. J.; Berger, R. D. Temporal progress of southern rust in maize under different environmental conditions. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 273-278, 2003.
14. Jones, R. A. C.; Salam, M. U.; Maling, T. J.; Diggle, A. J.; Thackray, D. J. Principles of predicting plant virus disease epidemics. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 48, p. 179-203, 2010.
15. Köppen, W.; Geiger, R. **Klimate der erde**. Gotha: Verlag justus perthes, 1928. Wall-map, 150 x 200 cm.
16. Koshikumo, E. S. M. **Epidemiologia da mancha de Phaeosphaeria e da cercosporiose em milho**. 2007. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
17. Lazaroto, A.; Santos, I.; Konflanz, V. A.; Malagi, G.; Camochena, R. C. Escala diagramática para avaliação de severidade da helmintosporiose comum em milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 12, p. 2131-2137, 2012.
18. Sachs, P. J. D.; Neves, C. S. V. J.; Canteri, M. G.; Sachs, L. G. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha branca em milho. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 37, n. 4, p. 202-204, 2011.
19. Santos, H. G.; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C.; Oliveira, V. A.; Lumberas, J. F.; Coelho, M. R.; Almeida, J. A.; Araujo Filho, J. C.; Oliveira, J. B.; Cunha, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa solos, 2018.
20. SAS Institute. **SAS/STAT™ SAS user's guide for windows environment**. 6.11 ed. Cary: SAS Institute, 1995.
21. Savary, S.; Duveiller, E.; Forbes, G.; Willocquet, L.; Hijmans, R. Food security and plant disease epidemics: Modeling potential epidemics on rice, potato, and wheat. **Phytopathology**, St. Paul, v. 100, n. 6, p. 156-156, 2010.
22. Uloth, M. B.; You, M. P.; Barbetti, M. J. Plant age and ambient temperature: significant drivers for powdery mildew (*Erysiphe cruciferarum*) epidemics on oilseed rape (*Brassica napus*). **Plant Pathology**, Oxford, v. 67, n. 2, p. 445-457, 2018.
23. Ward, J. M. J.; Stromberg, E.L.; Nowell, D. C.; Nutter, R.W Jr. Gray leaf spot – A disease of global importance in maize production. **Plant Disease**, St. Paul, v. 83, p. 884-895, 1999.