

# AVALIAÇÃO PROBABILÍSTICA DO RISCO DE GIBERELA DO TRIGO CONSIDERANDO A INFLUENCIA DO ENOS

**Aline de Holanda N. Maia<sup>1</sup>, Thiago Veloso dos Santos<sup>2</sup>, Willingthon Pavan<sup>3</sup>, José  
Maurício C. Fernandes<sup>4</sup>, Emerson M. Del Ponte<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente - [ahmaia@cnpma.embrapa.br](mailto:ahmaia@cnpma.embrapa.br)

<sup>2</sup> Meteorologista, MSc, Depto de Fitossanidade da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. - [thiagoveloso@gmail.com](mailto:thiagoveloso@gmail.com)

<sup>3</sup> Bacharel em Ciência da Computação, Prof. Dr. do Instituto de Ciências Exatas e Geociências, Universidade de Passo Fundo -  
[pavan@upf.br](mailto:pavan@upf.br)

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador da Embrapa Trigo - [mauricio@cnpt.embrapa.br](mailto:mauricio@cnpt.embrapa.br)

<sup>5</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Dr. do Depto de Fitossanidade da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. - [emerson.delponte@ufrgs.br](mailto:emerson.delponte@ufrgs.br)

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia  
22 a 25 de setembro de 2009 – GrandDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções – Belo  
Horizonte – MG.

**RESUMO:** A giberela é uma importante doença na cultura do trigo cujas epidemias ocorrem sob a influência marcante de condições ambientais específicas durante o florescimento. Neste trabalho, a influência do fenômeno El Niño/Oscilação Sul (ENOS) sobre o risco de epidemias da giberela do trigo, em Passo Fundo, RS, estimado com modelos de simulação, foi avaliada via abordagem de anos análogos. Foi utilizada uma série local histórica (1957 a 2006) de dados meteorológicos para estimar um índice de risco de giberela (IRG) para diferentes datas de plantio (1 a 30/06) nos 50 anos da série. Para quantificar a influência do ENOS, foram comparadas medianas e funções probabilidade de excedência (FPE) do IRG ( $\text{Prob}(\text{IRG} > y)$ ) para três fases do ENOS (quente, fria e neutra) nos anos da série, utilizando métodos não paramétricos. Foi observado um efeito pronunciado do ENOS, principalmente para a fase fria, onde o risco estimado de epidemias moderadas ou severas foi nulo para todas as datas de plantio. Nas demais fases, o referido risco variou de 0,10 a 0,25.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Fusarium graminearum*, análise de risco, El Niño

## **ENSO-based probabilistic risk assessment of wheat *Fusarium* head blight in wheat epidemics**

**ABSTRACT:** **RESUMO:** *Fusarium* head blight (FHB) is an important wheat disease in which epidemics are strongly influenced by weather conditions during flowering. In this paper, the influence of El Niño/Southern Oscillation (ENSO) on the FHB epidemic risk at Passo Fundo, RS, Brazil, estimated by simulation models, was assessed via analogue years approach. A historical series (1957 to 2006) of weather data was used to estimate a disease risk index (DRI) for different planting dates within a year (June 1<sup>st</sup> to 30<sup>th</sup>) in the 50-year period. ENSO influences were quantified by comparing the median and the probability functions of exceeding DRI ( $\text{Prob}(\text{DRI} > y)$ ) for each ENSO phase (warm, cold and neutral) using non parametric approaches. A pronounced effect of ENSO was observed for the cold phase, in which the estimated risk of moderate to severe epidemics was zero for all planting dates. For the other phases, such risk varied from 0.1 to 0.25.

**KEYWORDS:** giberela, risk analysis, El Niño.

**INTRODUÇÃO:** A giberela é uma doença floral do trigo, causada por um fungo (*Gibberella zeae*) que sobrevive em restos culturais na superfície do solo. Sua disseminação se dá via aérea até ser depositado sobre os tecidos reprodutivos e infectar a planta sob condições de umidade prolongada e temperaturas moderadas (DEL PONTE et al., 2004). No Brasil e em demais regiões do mundo, sua importância vem aumentando nos anos recentes principalmente devido aos riscos envolvidos com a segurança alimentar, uma vez que o fungo produz micotoxinas de implicações toxicológicas e que são formadas durante o processo de colonização do fungo no interior dos tecidos das espigas e grãos (SNIJDERS, 1990). A sua ressurgência como um dos principais problemas da cultura tem sido associada à adoção de certas práticas culturais e às variações nas condições ambientais que tem contribuído para a mudança de padrões (DEL PONTE et al., 2009; LORI et al., 2009). A dependência de condições ambientais específicas durante e após o florescimento tem permitido o desenvolvimento de modelos de risco da doença com objetivo de predição de risco de epidemias (DEL PONTE et al., 2005; DE WOLF et al., 2003) ou de níveis de micotoxinas (HOOKER et al., 2002). A disponibilidade de modelos de predição e séries climáticas torna possível a avaliação de riscos sob diferentes cenários para identificar fatores de influência no risco sazonal da doença. O presente trabalho objetivou avaliar a influência do fenômeno El Niño/Oscilação Sul (ENOS) no risco sazonal da giberela do trigo na localidade de Passo Fundo, RS, Brasil.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Os riscos associados à ocorrência de epidemias da giberela do trigo foram representados por funções probabilidade de excedência ( $FPE = P(Y > y)$ ), uma forma alternativa de representar funções distribuição de probabilidade acumulada ( $FDPA = 1 - FPE$ ). As FPE, estimadas pelo método não paramétrico de Kaplan-Meier (ALLISON, 1995), permitem estimar o risco de ocorrência de valores do IRG superiores a valores críticos preestabelecidos para diferentes grupos, como datas de plantio ou fases do fenômeno ENOS. Foram utilizadas séries históricas para estimar um índice de risco da giberela do trigo (1957-2007), em trinta diferentes datas de plantio (1º a 30 de junho) usando um modelo de simulação do trigo (Cropsim) e um modelo de simulação do risco de giberela (DEL PONTE et al., 2005, 2009). A influência do ENOS sobre o índice de risco da doença foi quantificada comparando-se as medianas e as FPE para as três fases do ENOS (quente, fria e neutra), os testes não paramétricos Kruskal-Wallis e Log-Rank, respectivamente (MAIA & MEINKE, 2006, MAIA et al., 2007). Avaliou-se também a influência do fenômeno sobre o risco de ocorrência de epidemias moderadas a severas, cujo índice de risco calculado pelo modelo deve ser superior a 8,91 (DEL PONTE et al., 2005). As fases do ENOS foram definidas pelos quartis da distribuição série histórica (1950-2007) das anomalias da temperatura da superfície do Pacífico equatorial na região conhecida como Niño 3.4 (120°W-170°W, 5°S-5°N) em um período anterior à fase crítica para o risco de infecção (5º ao 25º dias após o espigamento, que corresponde ao período médio de florescimento).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A variabilidade nas datas de espigamento nos 50 anos da série e o período de florescimento do trigo a partir da data mediana de espigamento na série, para cada data de plantio, simulados pelo modelo Cropsim, são apresentados na Figura 1. O período para cálculo das anomalias do Niño 3.4 foi JJA (junho, julho e agosto) de modo a ser anterior ao período médio de florescimento, que variou de 15 de setembro a 20 de outubro. A variabilidade interanual dos IRG, decorrente das datas de plantio, e intra-anual, influenciada pelo ENOS são representadas via box-plots (Figura 2).

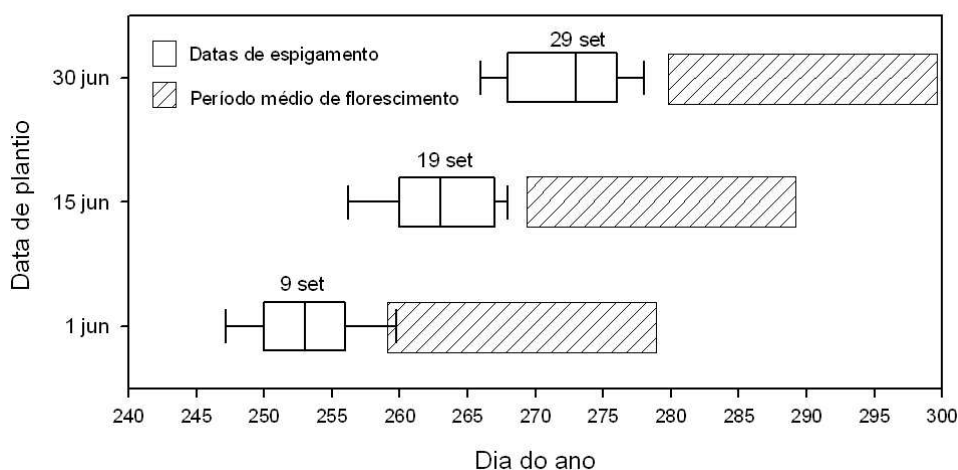


Figura 1. Variabilidade das datas de espigamento do trigo e correspondentes períodos de florescimento, simulados por um modelo de simulação do trigo (Cropsim) para três datas de plantio no mês de junho, em Passo Fundo, RS.

Uma vez que o modelo da doença estima o índice de risco de infecções com base na ocorrência de dias consecutivos de chuva e proporção de espigas em florescimento, as condições ambientais nesse período aproximado de um mês, aqui determinado como de meados de setembro ao final de outubro, é o mais crítico para determinar a severidade das epidemias de giberela na região.

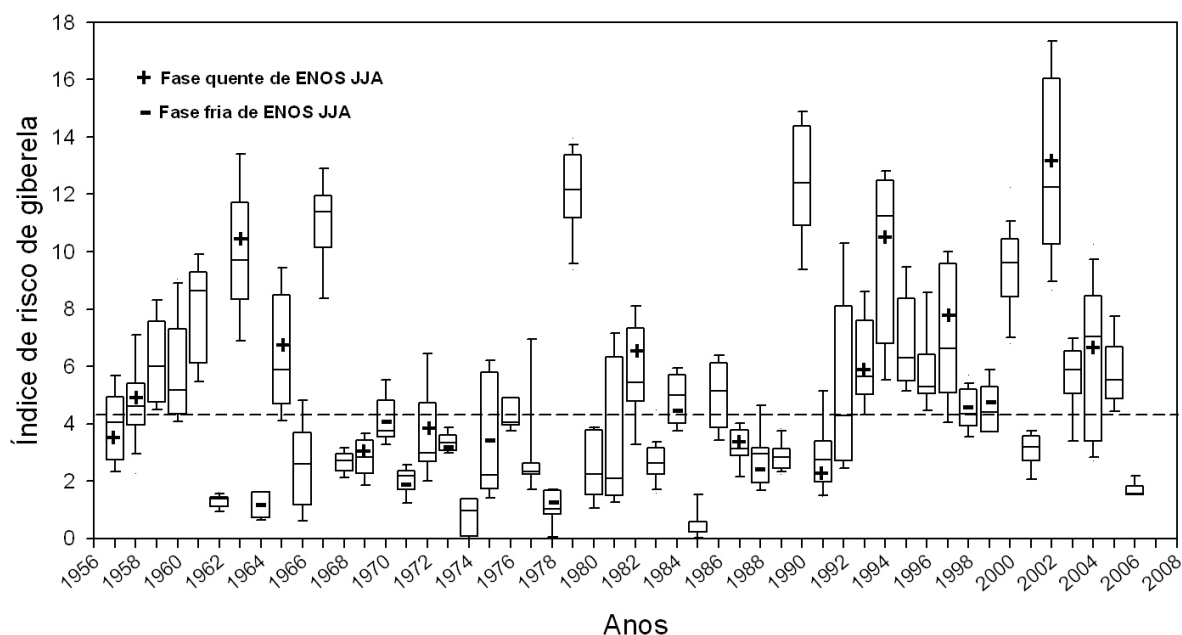


Figura 2. Box-plots do índice de risco de giberela (IRG), em cada ano, considerando trinta datas de plantio. Os valores do IRG foram estimados utilizando série climática histórica (1957-2007) para Passo Fundo, RS. A linha horizontal pontilhada corresponde à mediana global dos valores de IRG.

As medianas do IRG, considerando conjuntamente todas as datas de plantio, foram 5,17, 3,26 e 4,14, para as fases quente, fria e neutra, respectivamente. Na Figura 3, observa-se que há efeito intenso do ENOS sobre as medianas: os valores  $p$  do teste KW para as datas de plantio 1º, 15 e 30 de junho são 0,3458; 0,0564 e 0,1208, respectivamente. No entanto, observa-se um efeito

mais pronunciado para a fase fria, sobre a probabilidade de IRG mais extremos. O risco estimado de ocorrência de epidemias moderadas ou severas foi nulo, para todas as datas de plantio na fase fria. Nas demais fases, esse risco variou de 0,10 a 0,25 (Tabela 1). Apesar do intenso efeito do ENOS sobre o risco de epidemias de moderada a severa, o valores p do teste Log-Rank não refletem tal efeito com a mesma intensidade, pelo fato de esse teste considerar distâncias verticais entre as PEFs para todos os valores do IRG e não apenas para os valores mais elevados.

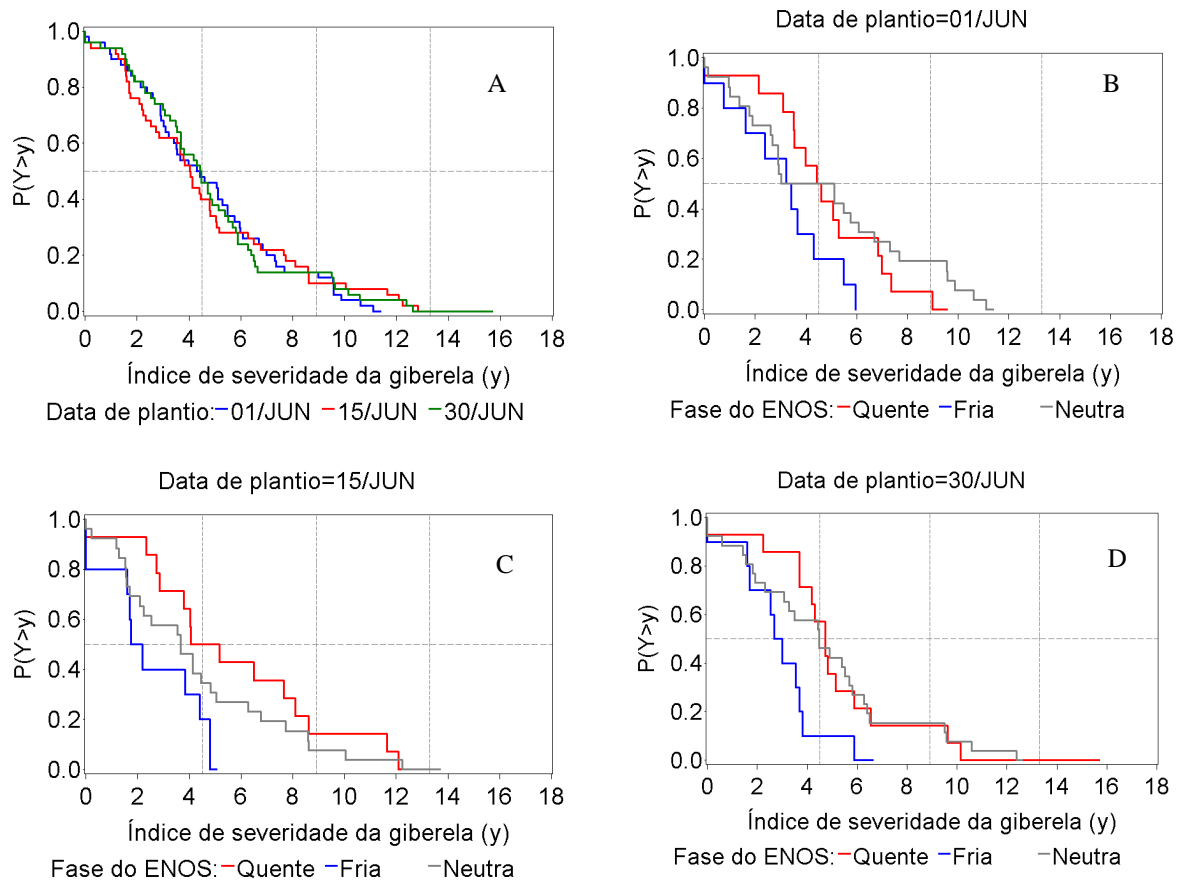


Figura 3. Influência de datas de plantio, independente da classe do ENOS (A) e do ENOS, para diferentes datas de plantio (1° (B), 25(C) e 30 de junho (D)), sobre o índice de risco da giberela do trigo em Passo Fundo, RS, simulados com modelo de risco usando séries históricas de dados meteorológicos (1957 – 2007). As linhas verticais pontilhadas correspondem aos limites das classes de severidade de epidemias de giberela: leve, moderada e severa.

Tabela 1. Estimativas de riscos de ocorrência de epidemias moderadas ou severas ( $IRG > 8,91$ ) de giberela, para as diferentes fases do ENOS, em três datas de plantio, em Passo Fundo, RS.

Data de Plantio	Valor p <sup>(1)</sup>	Fase do ENOS			Todos os anos
		Quente	Neutra	Fria	
----- Probabilidade do $IRG > 8,91$ (%) -----					
01 de Junho	0,1309	0,14(0,09) <sup>(2)</sup>	0,23(0,08)	0,00 (0,00)	0,16 (0,07)
15 de Junho	0,0507	0,21(0,11)	0,12(0,06)	0,00 (0,00)	0,12 (0,05)
30 de Junho	0,0884	0,21(0,11)	0,19 (0,08)	0,00 (0,00)	0,12(0,07)
Todas as datas	0,0139	0,21(0,11)	0,15(0,07)	0,00 (0,00)	0,14 (0,05)

<sup>(1)</sup> Nível de significância nominal do teste Log-Rank. <sup>(2)</sup> Erro padrão da estimativa.

CONCLUSÕES: O ENOS influencia os riscos associados à giberela do trigo em todas as datas de plantio, no período considerado, sendo seu efeito mais intenso na fase fria, onde o risco de giberela (epidemias com severidades moderadas a altas) é nulo, contrastando com demais fases. O monitoramento das anomalias de temperatura na superfície do mar no Oceano Pacífico no período de junho a agosto pode ser uma informação útil na previsão do risco sazonal da doença, principalmente para situação de ocorrência de uma fase fria.

#### REFERÊNCIAS:

ALLISON, P. D. **Survival Analysis Using the SAS® System: A Practical Guide**. SAS Institute Inc., 1985. 292 p.

DE WOLF, E.D., MADDEN, L.V., LIPPS, P.E. Risk assessment models for Fusarium head blight epidemics based on within-season weather data. **Phytopathology**, v. 93, p. 429-435, 2003.

DEL PONTE E. M.; FERNANDES J. M. C.; PAVAN, W. A risk infection simulation model for Fusarium Head Blight of wheat. **Fitopatologia Brasileira**, 2005, v.30, p. 634–642.

DEL PONTE, E. M.; FERNANDES, J. M. C.; PAVAN, W.; BAETHGEN, W. E. A Model-based Assessment of the Impacts of Climate Variability on Fusarium Head Blight Seasonal Risk in Southern Brazil. **Journal of Phytopathology**, 2009 (in press).

DEL PONTE, E.M., FERNANDES, J.M.C., PIEROBOM, C.R. & BERGSTROM, G.C. Giberela do trigo – aspectos epidemiológicos e modelos de previsão. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29 , p.587-605, 2004.

HOOKE, D.C., SCHAAF, A.W., TAMBURINCILLI, L. Using weather variables pre- and post-heading to predicting deoxynivalenol content in winter wheat. **Plant Disease**, v. 86, p. 611-619, 2002.

LORI, G. A., SISTERNA, M. N., SARANDÓN, S. J., RIZZO, I., CHIDICHIMO, H. Fusarium head blight in wheat: Impact of tillage and other agronomic practices under natural infection. **Crop Protection**, v. 28, n. 6, p. 495-502, 2009.

MAIA, A. H. N.; MEINKE, H. From inferential statistics to climate knowledge. **Advances in Geosciences**, vol. 6, p. 211-216, 2006.

MAIA, A. H. N.; MEINKE, H.; LENNOX, S.; STONE, R. Inferential, non-parametric statistics to assess the quality of probabilistic forecast systems. **Monthly Weather Review**, vol. 135, n. 2, p. 351-362, 2007.

SNIJEDERS, C.H.A., Fusarium head blight and mycotoxin contamination of wheat, a review. **Journal European Journal of Plant Pathology**, v. 96, n. 4, p. 187-198, 1990.