

CIRCULAR TÉCNICA

199

Pelotas, RS  
Dezembro, 2018

# Validação de Modelo de Previsão de Ocorrência da Ferrugem Asiática da Soja com Base em Precipitação Pluviométrica

Cley Donizeti Martins Nunes  
José Francisco da Silva Martins  
Emerson Medeiros Del Ponte



# Validação de Modelo de Previsão de Ocorrência da Ferrugem Asiática da Soja com Base em Precipitação Pluviométrica<sup>1</sup>

A ferrugem-asiática da soja causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow ocorre no mundo por décadas causando perdas significativas de produtividade. Esse patógeno é capaz de se multiplicar e disseminar rapidamente via vento, a longas distâncias, podendo a doença se desenvolver de modo fulminante, resultando na desfolha das plantas, características que posicionam a ferrugem-asiática como a doença mais temida nas áreas produtoras de soja. Nos Estados Unidos da América, as epidemias da ferrugem-asiática que ocorrem na região conhecida por cinturão da soja dependem da dispersão de esporos que se deslocam das regiões do Sul para o Norte (Pivonia; Yang, 2004), enquanto no Brasil, a disseminação ocorre do Norte para o Sul (Consortio, 2018).

Os primeiros sintomas de ferrugem-asiática ocorrem na superfície superior da folha, cerca de quatro dias pós-infecção inicial. No entanto, a liberação de esporos a partir das pústulas ocorre por aproximadamente sete dias pós-infecção inicial. Cada pústula pode produzir esporos durante três semanas (Sikora et al., 2014). A liberação de esporos é mínima no período matinal, enquanto há orvalho, aumentando após as folhas secarem, ao final do período matinal, reduzindo novamente no período noturno. Os esporos de *P. pachyrhizi*, liberados das pústulas são transportados por correntes de ar, são difundidos na atmosfera por turbulência e cisalhamento do vento. A sobrevivência de esporos no ar é fortemente afetada por outros fatores ambientais, como temperatura, radiação solar e ultravioleta, e umidade relativa. Esporos transportados por ventos predominantes são depositados na superfície de outras folhas de plantas hospedeiras. Em condição de água livre na superfície da folha, germinam dentre 12 a 14 horas, sob temperaturas ótimas (18 a 26 °C). Umidade relativa dentre 75% e 80% é geralmente necessária à germinação de esporos e à infecção foliar. Portanto, elevada frequência de chuva e de intensidade de orvalho são favoráveis às infecções e ao desenvolvimento

---

<sup>1</sup> Cley Donizeti Martins Nunes, engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. José Francisco da Silva Martins, engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado. Emerson Medeiros Del Ponte, engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, professor da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

da doença (Rupe; Sconyers, 2008; Sikora et al., 2014). Aumentos rápidos da incidência e severidade da ferrugem-asiática da soja coincidem com o “fechamento” do dossel e o início da floração, no início da fase reprodutiva das plantas (estádio R1). Infecções poderão se suceder enquanto as plantas contiverem folhas ou as condições ambientais se tornem desfavoráveis à doença (Sikora et al., 2014).

O controle da ferrugem-asiática da soja é feito basicamente via fungicidas químicos, de modo calendarizado, desconsiderando fatores de risco. Essa prática, por um lado, pode resultar em aplicações desnecessárias ou excessivas e, por outro, em aplicações atrasadas, que reduzem a eficiência de controle (Nunes, 2017). Assim, para um uso racional de fungicidas, torna-se necessário intensificar a adoção de programas supervisionados de controle baseados no monitoramento da doença e limiar de dano econômico, sob a orientação de especialistas. Tais programas dependem de dados de observações ou predições de doenças e informações ambientais para indicar práticas de manejo e aplicações oportunas de fungicidas, de modo a evitar ou reduzir perdas de produtividade (Sikora et al., 2014). Modelos mais específicos, são aplicados, relacionando informações meteorológicas, da cultura e da doença com o deslocamento, deposição e infecção pelos esporos. Alguns dos fatores inclusos nos modelos são as fontes de inóculo, direção e velocidade do vento, temperatura, umidade relativa, molhamento das folhas, intensidade da radiação solar e estágio de desenvolvimento da cultura (Rupe; Sconyers, 2008). A radiação solar, temperatura e precipitação pluviométrica, entre outros fatores exercem efeito direto na epidemia de *P. pachyrhizi*. A radiação solar reduz a sobrevivência dos esporos da doença ao longo do extrato foliar das plantas de soja, principalmente na parte superior do dossel, o que explica a maior viabilidade de esporos e severidade da doença, em condições de campo, na porção inferior do extrato foliar das plantas, segundo trabalhos anteriores sobre o tema (Isard et al., 2006; Oung et al., 2012). Temperaturas extremas, como da faixa de 20°C (“baixa”) a 30°C (“alta”) podem refletir em ausência ou atraso de desenvolvimento da epidemia de ferrugem-asiática devido a perspectiva de reduzirem em cerca de 80% a produção de esporos (Bonde et al., 2013). Por outro lado, há relato de uma fraca relação entre e a severidade máxima da doença e temperatura para um período de 30 dias, sugerindo que os valores máximos e mínimos deste fator climático atingidos dentro faixa de variação na maioria das regiões brasileiras não é limitante para o desenvolvimento epidêmico da doença (Del Ponte et al., 2006a).

A chuva é fonte de molhamento foliar (água livre), que, juntamente com a umidade decorrente do orvalho, afeta principalmente a infecção e a esporulação de fungos fitopatogênicos, acelerando epidemias como a de ferrugem asiática-da-soja no campo, promovendo a disseminação regional.

Nos trópicos, epidemias severas de ferrugem-asiática da soja são frequentes em regiões com períodos prolongados de chuva. A intensa nebulosidade (“nuvens de chuva”) associada a chuvas excessivas, além de fornecer condições favoráveis de temperatura e umidade à infecção das plantas protegem o patógeno da luz solar direta, intensificando desenvolvimento de epidemias. Do mesmo modo, epidemias da doença geralmente se expandem para regiões (latitudes) de clima temperado, na Argentina, China e Estados Unidos no outono, quando reduz a intensidade da radiação solar. Há indícios de que as epidemias se tornam severas quando ocorrem, no mínimo, cerca de 20 dias nublados, durante a fase (“período”) na qual as plantas são normalmente infectadas pela doença (Dias et al., 2014). Segundo Narváez et al. (2010), períodos de 18 horas de molhamento foliar aumentam a severidade da ferrugem-asiática e a taxa de disseminação no dossel superior. A combinação desse tipo de informação com o monitoramento de esporos, pode servir para aperfeiçoar modelos de reprodução, previsão e risco da ocorrência de doenças de plantas em determinadas regiões. Neste contexto, Tsukahara et al. (2008) avaliaram a relação entre duração do período de molhamento foliar e o aparecimento dos primeiros sintomas da ferrugem-asiática como também relação entre o número de dias com chuva e dados de progresso da doença. Com base neste tipo de relação foram estabelecidos modelos matemáticos de simulação indicativos de que informações sobre chuva proporcionam melhor previsibilidade de risco de severidade final da ferrugem-asiática do que informações sobre temperatura (Del Ponte et al., 2006a).

O objetivo deste trabalho foi estudar a relação entre a severidade de ferrugem-asiática da soja e precipitação pluviométrica, em terras baixas, na metade Sul do Rio Grande do Sul, como base à validação de modelo matemático de previsão de ocorrência da doença no referido agroecossistema onde o cultivo da leguminosa está em expansão.

## Material e Métodos

Experimentos foram conduzidos na Embrapa Clima Temperado, Estação Experimental de Terras Baixas, no município do Capão do Leão-RS

(31°49'19"S 52°17'19"O) em três safras consecutivas (2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018).

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições e dez tratamentos. As parcelas consistiram de seis fileiras e plantas com cinco metros de comprimento, equidistantes 0,50 m. Nas três safras, a soja (cultivar BMX Potência RR) foi semeada tardiamente considerando as recomendações técnicas para cultivo na Região Sul do Estado, em 25/11/2015, 15/11/2016 e 20/11/2017, com emergência em 30/11/2015, 26/11/2016 e 01/12/2018, respectivamente, visando maior chance de ocorrência e de virulência da doença nas plantas dos experimentos.

O modelo matemático de previsão de ocorrência/severidade da ferrugem-asiática da soja (Del Ponte et al., 2006a), constituído das variáveis: precipitação do dia, condição de precipitação (mm) e número de dias com chuva maior 1 mm, submetido à validação no agroecossistema de terras baixas - foi alimentado com dados meteorológicos registrados no local dos experimentos - num período de 30 dias antes da semeadura da soja. O valor calculado foi usado como um limiar de aplicação de fungicida, podendo aumentar o número de aplicações com base na necessidade de controlar a doença. Os tratamentos consistiram de até quatro combinações de níveis de risco (previsão) de severidade da doença (%) estimados pelo modelo estatístico, de 55%, 40%, 45% e 59% de severidade ao longo do ciclo biológico da cultura, usando como critério até quatro aplicações de fungicidas, resultando numa combinação de oito tratamentos. Adicionou-se a este grupo dois tratamentos testemunha, correspondendo à aplicação calendarizada de fungicida nos estádios R0 e R3 de desenvolvimento das plantas de soja e outra sem aplicação (Tabela 1).

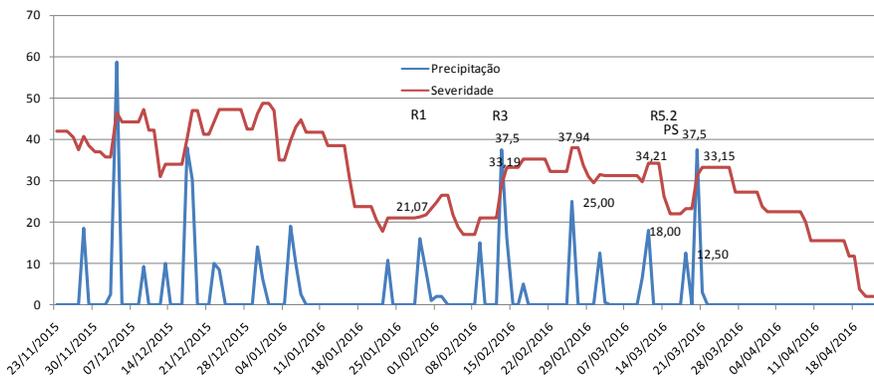
À cada previsão de risco de severidade da ferrugem-asiática da soja (%) foi efetuada uma aplicação de fungicida (trifloxistrobina + protioconazol), na dose de 0,5 L.ha<sup>-1</sup>, com adição de adjuvante (0,5 L.ha<sup>-1</sup>), num volume de calda de 200 L.ha<sup>-1</sup>. Utilizou-se um pulverizador costal, pressurizado a CO<sub>2</sub> (pressão constante de 29,01 psi), com quatro pontas de pulverização do tipo XR 110.02, espaçados de 0,5 m.

A severidade da ferrugem-asiática da soja foi avaliada por meio de escala diagramática (Godoy et al., 2006), a partir do estádio R6, plantas, em intervalos de 15 dias. Para tal, foram coletadas ao acaso 20 folhas da parte superior

e 20 folhas da parte inferior das plantas, nas duas fileiras centrais das parcelas. Adicionalmente foi avaliado o peso de 100 sementes (PCS), a produção de grãos de soja, sendo para isso determinado o peso da massa de grãos ajusto para 13% de umidade. Com base em análise de variância procedeu-se o agrupamento de médias pelo teste de Scott Knott, ao nível de 5% de probabilidade no programa estatístico SISVAR (Ferreira, 1998).

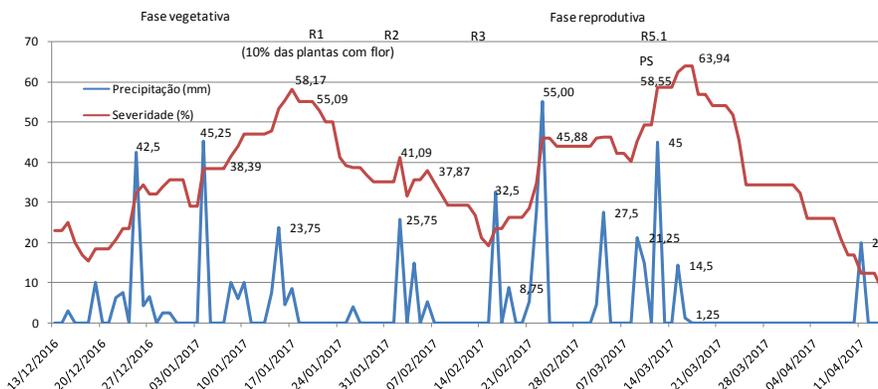
## Resultados e Discussão

Nas três safras, a condição climática no período de realização dos ensaios foi de seca, principalmente em 2015/2016 e 2017/2018, o que ocasionou baixa severidade da ferrugem-asiática da soja (Figura 1, 2 e 3). Portanto, nestas duas safras não foi possível aplicar os tratamentos devido ao baixo número de dias e quantidade (mm) de precipitação pluviométrica (chuva). Estas condições determinaram o aparecimento tardio dos primeiros sintomas da doença, já na fase final da cultura, nos estádios de desenvolvimento R5 e R6, no início dos meses de março e de abril, quando o risco de perda de produtividade é menor (Figura 1 e 3). Observa-se que na maior frequência de ocorrência da precipitação pluviométrica (chuva), mesmo que com menor quantidade, pode-se determinar o surgimento da ferrugem-asiática, em virtude de aumentar a umidade relativa do ar e manter água livre sobre as folhas da saia das plantas (baixeiras), por um período mais longo (Figura 1, 2 e 3).



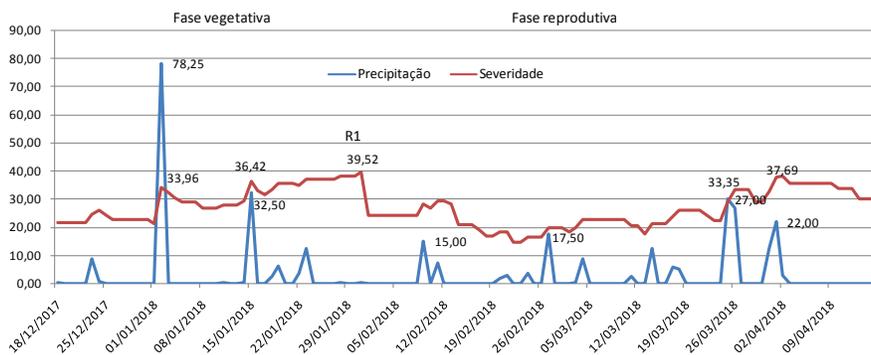
**Figura 1.** Previsão da severidade da ferrugem-asiática da soja com base na precipitação pluviométrica local, durante o ciclo de desenvolvimento da cultura. Capão do Leão, safra 2015/2016. Embrapa Clima Temperado, 2018.

R1= início de floração até 50% das plantas e R3 = final da floração. Vagens com até 1,5 cm de comprimento; R5.1 = Grãos perceptíveis ao tato a 10% da granação; PS = primeiros sintomas da ferrugem-asiática da soja.



**Figura 2.** Previsão da severidade da ferrugem asiática-da soja, com base na precipitação pluviométrica local, durante o ciclo de desenvolvimento da cultura. Capão do Leão, safra 2016/2017. Embrapa Clima Temperado. 2018.

R1= início de floração até 50% das plantas, R2 = floração plena, R3= final da floração e R5.5 = maioria das plantas com vagens, com granação entre 75 a 100%; PS = primeiros sintomas da ferrugem-asiática da soja.



**Figura 3.** Previsão da severidade da ferrugem-asiática da soja, com base na precipitação pluviométrica local, durante o ciclo de desenvolvimento da cultura de soja. Capão do Leão, safra 2017/2018. Embrapa Clima Temperado. 2018.

V2/V3 = plântulas com segundo nó, primeiro trifólio a terceiro nó com segundo trifólio; R1= início de floração até 50% das plantas e R6= vagens com 10% de granação e folhas verdes; PS = primeiros sintomas da ferrugem asiática.

Na safra 2016/2017, a ocorrência de maior frequência e quantidade de precipitação pluviométrica ocasionou os primeiros sintomas mais cedo comparado com as safras 2015/2016 e 2017/2018, nos estádios de desenvolvimento reprodutivo de plantas R4 e R5.1, fase sensível a ferrugem-asiática. Isto pro-

porcionou aplicar os tratamentos por previsões de ocorrência e severidade da doença, para realizar o controle da ferrugem-asiática (Figura 2).

Nesta melhor condição de ambiente da safra 2016/2017, a primeira avaliação da severidade da doença, realizada após 10 dias da última aplicação de fungicida, todos os tratamentos por previsões e por calendário tiveram alta eficiência no controle da ferrugem-asiática (100%), comparando com a testemunha (sem fungicida), Tabela 1.

Aos 14 dias, após a primeira avaliação (24 dias após a última aplicação de fungicida), todos os tratamentos foram semelhantes com exceção de um, quando feita com uma aplicação de fungicida, prevista com 55% de severidade (Trat 1), na fase de 10% das plantas com floração, que obteve 86% de eficiência de controle da ferrugem-asiática, mas não diferenciou da testemunha sem aplicação de fungicida (Tabela 1; Figura 2).

Nas duas primeiras previsões de ocorrência de doença de 55% e 40%, que coincidiu com as fases reprodutivas R1 e R2, quando a incidência era muito baixa de ferrugem-asiática, portanto, a severidade se deu mais tarde e, portanto, não foi possível diferenciar os tratamentos que estão na ordem decrescente de eficiência 7, 2, 9, 8, 6, 4 e 1.

Observa-se que o início da severidade da doença por ter ocorrido tardiamente no ensaio, na fase R4/R5.1. Assim, os tratamentos que tiveram aplicação de fungicidas atribuída as duas últimas previsões de 44% e 59%, tiveram as maiores eficiências de controle da ferrugem, variou de 0,04 a 0,52%. Mas no tratamento realizado somente com a penúltima previsão de 44% de severidade, a eficiência caiu para 88,14% de controle, que diferenciou da testemunha e se assemelhou com os tratamentos com maiores eficiências (Tabela 1).

Quanto a avaliação da testemunha com aplicação de fungicida na forma calendarizada em R1 e R3, observou-se que ela foi superior aos tratamentos 8, 6, 3 e 4, que tiveram uma a duas aplicações mais antecipadas ou mais espaçadas entre elas, indicadas pelos níveis de eficiência na ordem decrescente: 93%, 90%, 88% e 86%, respectivamente, mas sem diferenças significativas entre eles (Figura 2). Segundo Nunes (2014) nesta condição de baixa pressão de ferrugem-asiática associada a baixa precipitação na fase reprodutiva da soja, uma ou duas aplicações de fungicida, os resultados são semelhan-

tes para manter a produtividade e contribuir para redução de aplicação de fungicida.

**Tabela 1.** Severidade da ferrugem-asiática da soja (%) aos 10 e 24 Dias Após a última Aplicação de fungicida (DAA) na cultivar de soja BMX Potência RR, e respectivas eficiências de controle por fungicida, conforme modelo de previsão de risco de ocorrência da doença<sup>1</sup> na safra 2016/2017. Capão do Leão -/RS, Embrapa Clima Temperado, 2018.

Nº do trat.	Previsão de Severidade (%)	Nº de aplicação	Época de avaliação da severidade			
			10DAA	Efic. <sup>2</sup> (%)	24DAA	Efic. (%)
7	55% + 40% + 44% + 59%	4	0,00a <sup>1</sup>	100	0,04a	99,23
2	55% + 40% + 44%	3	0,00a	100	0,06a	98,85
9	55% + 40% + 59%	3	0,00a	100	0,12a	97,91
5	(R1) + (R3) calendarizada	2	0,00a	100	0,32a	93,88
8	55% + 59%	2	0,00a	100	0,38a	92,73
6	55% +44%	2	0,00a	100	0,52a	90,06
3	44%	1	0,00a	100	0,62a	88,14
4	55% + 40%	2	0,00a	100	0,72a	86,23
1	55%	1	0,00a	100	1,79b	65,77
10	Testemunha	0	0,03b		5,23c	
CV			1,09		29,05	

1 Médias seguidas de mesma maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ( $p \leq 0,05\%$ ).

2 Eficiência de controle (%).

Na avaliação do peso de cem sementes, todos os 10 tratamentos se comportaram de forma semelhante, com baixo coeficiente de variação (3,68%). Estes resultados estão associados à baixa severidade da doença, o que não afetou o desenvolvimento do peso dos grãos dos diferentes tratamentos (Tabela 2). Segundo Godoy et al. (2006) a alta severidade de ferrugem asiática nas plantas de soja compromete o tamanho e peso final dos grãos.

A severidade da ferrugem asiática, por ter iniciado tardiamente, com os primeiros sintomas nas fases de desenvolvimento das plantas mais adiantadas (R4/R5.1), quando as vagens estavam desenvolvidas e com grãos perceptíveis ao tato, induzido pela redução da precipitação, portanto, não resultou em altos danos as produtividades, o que não permitiu diferenciar bem os tratamentos.

Nesta condição de ambiente, a análise de produtividade, separou-se os tratamentos em dois grupos distintos no nível de 5% de probabilidade. O grupo de menor produtividade, entre 3462 kg/ha e 3678 kg/ha, incluiu aqueles tratamentos que tiveram previsão de 44% de severidade, (Trat. 3); outra em época precoce de 55% (Trat 1); com duas previsões, sendo ela em período mais equidistante, 55% - precoce e 59% - tardia (Trat. 8); com três previsões sequenciais, 55%, 40% e 44%, que se assemelharam com a testemunha (Trat. 10 - sem fungicida), Tabela 2.

O grupo de maior produtividade, com média de 3.849 kg/ha, foi composto pelos tratamentos com número maior de previsões de ocorrência de severidade de doença, ou seja, com maior número de aplicações de fungicidas (variando de 2 a 4) e com intervalos de aplicações de fungicidas menores e mais tardias, portanto, não tiveram diferenças significativas da maior para a menor produtividade, nos tratamentos 6; 4; 7; 9 e 5.

**Tabela 2.** Avaliações da variável Peso de Cem Sementes (g) e Produtividade (kg/ha) da cultivar de soja BMX Potência RR, conforme o número de aplicação de fungicida indicado pela previsão de ocorrência da severidade da ferrugem-asiática da soja (%), que constituiu os 10 tratamentos. Capão do Leão/RS, Embrapa Clima Temperado, 2018.

Nº do trat	Previsão de Severidade (%)		Nº de aplicação	Peso Cem Sementes (g)	Produtividade (kg/ha)
T6	55%	+44%	2	19,60 a	3899,11 a
T4	55% + 40%		2	20,00 a	3873,92 a
T7	55% + 40% + 44% + 59%		4	20,00 a	3857,61 a
T9	55% + 40%	+ 59%	3	19,56 a	3809,62 a
T5	(R1) + (R3) calendarizada		2	20,22 a	3807,97 a
T1	55%		1	19,58 a	3677,74 b
T2	55% + 40% + 44%		3	20,33 a	3662,09 b
T3	44%		1	19,59 a	3571,59 b
T10	Testemunha		0	19,59 a	3550,42 b
T8	55%	+ 59%	2	19,85 a	3462,18 b
CV				3,68	4,91

1 Médias seguidas de mesma maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ( $p \leq 0,05\%$ ).

As previsões de ocorrência de severidade da ferrugem-asiática da soja associadas as maiores produtividades da leguminosa, apresentaram eficiência de controle da doença nas folhas superior a 90% com exceção do tratamento 4 (86%).

## Considerações Finais

Neste estudo, confirma-se a hipótese da possibilidade de redução do número de aplicações de fungicidas em lavouras de soja via modelos de previsibilidade de ocorrência da ferrugem-asiática. Aplicações desnecessárias de agrotóxicos aumentam o custo de produção e prejudicam o meio ambiente, principalmente em regiões onde há grande variação anual no comportamento da doença. Portanto, é importante dar continuidade à pesquisa sobre novos modelos para sistemas de alerta da ferrugem-asiática da soja, para atribuir maior acurácia e precisão índice no o controle da doença.

## Referências

- BONDE, M. R.; NESTER, S. E.; BENER, D. K. Effects of frequency of "extreme" temperature highs on development of soybean rust. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 103, n. 7, p708-716, 2013.
- DEL PONTE, E. M.; GODOY, C. V.; LI, X.; YANG, X. B. Predicting severity of asian soybean rust epidemics with empirical rainfall medels. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 96, n. 7, p. 797-803, 2006a.
- ISARD, S. A.; DUFAULT, N. S.; MILES, M. R.; HARTMAN, G. L.; RUSSO, J. M.; DE WOLF, E. D.; MOREL, W. The effect of solar irradiance on the mortality of *Phakopsora pachyrhizi* urediniospores. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 90, p. 941-945, 2006.
- DIAS, A. P. S.; LI, X.; YANG, X. B. Modeling the effects of cloudy wather on regional epidemics of soybean rust. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 98, n. 6, p. 811-816, 2014.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.
- GODOY, C. V.; KOGA, L. J.; CANTERI, M. G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 1, p. 63-68, 2006.
- NARVÁEZ, D. F.; JURICK, W. M.; MAROIS, J. J.; WRIGHT, D. L. Effects of surface wetness periods on development of soybean rust under field conditions. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 94, n. 258-264, 2010.

NUNES, C. D. M. Manejo da ferrugem asiática da soja por número de aplicação de fungicidas, safra 2012/2013. In: REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA DA REGIÃO SUL, 40., Pelotas, 2014. Atas e Resumos. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014. 473 p. 1 CD-ROM. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1014471> Acesso em: 15 set. 2015.

NUNES, C. D. Controle de ferrugem asiática da soja baseado no número de aplicações de fungicida em diferentes estádios realizado em duas safras 2011/2012 e 2012/2013. In: VERNETTI JUNIOR, F. J. (Ed.). **Resultados de pesquisa de soja na Embrapa Clima Temperado**: 2015. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2017. p. 38-46 (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 432).

PIVONIA, S.; YANG, X. B. Assessment of the potential year-round establishment of soybean rust throughout the world. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 88, n. 5, p. 523-529, 2004.

RUPE, J.; L. SCONYERS. Soybean rust. 2008. Disponível em: <https://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/Basidiomycetes/Pages/SoybeanRust.aspx> Acesso em: 30 maio 2018.

SIKORA, E. J.; ALLEN, T. W.; WISE, K. A.; BERGSTROM, G. A Coordinated Effort to Manage Soybean Rust in North America: A Success Story in Soybean Disease Monitoring, **Plant Disease**, Saint Paul, v. 98, n. 7, p. 864-875, 2014.

TSUKAHARA, R. Y.; HIKISHIMA, M.; CANTERI, M.G. Relações entre o clima e progresso da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) em duas micro-regiões do Estado do Paraná. **Semina: Ciência Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 47-52, 2008.

## Literatura Recomendada

DEL PONTE, E. M.; ESKER, P. D. Meteorological factors and asian soybean rust epidemics. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, encarte especial, special issue, p. 88-97, 2008.

DEL PONTE, E. M.; GODOY, C. V.; CANTERI, M. G.; REIS, E. M.; YANG, X. B. Models and applications for risk assessment and prediction of Asian soybean rust epidemics. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, p. 533-544, 2006b.

DEL PONTE, E. M.; GODOY, C. V.; DUPREEZ, E. D.; VANRIJ, N. C.; CALDWELL, P. M.; YANG, X. B. Predicting regional Asian soybean rust outbreaks in Brazil and South Africa. **Phytopatology**, Saint Paul, v. 95, S23, 2005.

YOUNG, H. M.; GEORGE, S.; NARVÁEZ, D. F., SRIVASTAVA, P.; SCHUERGER, A. C.; WRIGHT, D. L.; MAROIS, J. J. Effect of solar radiation on disease severity of soybean rust. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 102, p. 794-803, 2012.

**Embrapa Clima Temperado**  
BR 392, Km 78, Caixa Postal 403  
Pelotas, RS - CEP 96010-971  
Fone: (53) 3275-8100  
[www.embrapa.br/clima-temperado](http://www.embrapa.br/clima-temperado)  
[www.embrapa.br/fale-conosco](http://www.embrapa.br/fale-conosco)

**1ª edição**  
Obra digitalizada (2018)



Comitê Local de Publicações  
Presidente

*Ana Cristina Richter Krolow*

Vice-Presidente

*Enio Egon Sosinski*

Secretária-Executiva

*Bárbara Chevallier Cosenza*

Membros

*Ana Luiza Barragana Viegas, Fernando*

*Jackson, Marilaine Schaun Pelufé,*

*Sonia Desimon*

Revisão de texto

*Bárbara Chevallier Cosenza*

Normalização bibliográfica

*Marilaine Schaun Pelufé*

Editoração eletrônica

*Fernando Jackson*

Foto da capa

*Cley Nunes*