



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



Risco climático para a ocorrência da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo¹

Silvane Isabel Brand ²; Paulo César Sentelhas ³; Sidinei Zwick Radons ⁴

¹ Trabalho modelo apresentado no XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 23 a 28 ago. 2015

² Eng. Agrôn., Acad. de Mestrado, PPGEA/UFSM, Santa Maria – RS, silvanebrand@yahoo.com.br.

³ Eng. Agrôn., Prof. Associado 3, Depto. de Engenharia de Biosistemas, ESALQ/USP, Piracicaba – SP, pcsentel.esalq@usp.br.
Bolsista do CNPq.

⁴ Eng. Agrôn., Prof. Adjunto, Campus Cerro Largo, UFFS, Cerro Largo – RS, radons@uffs.edu.br.

RESUMO: O presente estudo teve como objetivo avaliar o risco climático para a ocorrência da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar no estado de São Paulo. Os dados meteorológicos empregados nas análises, temperaturas máxima e mínima e precipitação, foram obtidos junto ao CIIAGRO/IAC e à ESALQ/USP. Foram utilizados dados de oito localidades do estado de São Paulo, sendo elas: Araçatuba; Araraquara; Assis; Catanduva; Jaú; Ourinhos; Piracicaba; e Ribeirão Preto. O período de dados utilizado variou entre 9 e 97 anos, dependendo da localidade considerada. A partir desses dados foi calculada a severidade da doença, por meio de um modelo agrometeorológico, e após determinou-se o número de pulverizações necessárias para o controle efetivo da doença em cada uma das localidades, a fim de avaliar o risco climático para a ocorrência da ferrugem alaranjada. Os resultados indicaram que na região leste do estado de SP o risco climático para a ocorrência da ferrugem é maior, apresentando maior severidade da doença e, portanto, com maior número de pulverizações. Por outro lado, na região oeste do estado a severidade e o número de pulverizações foi menor, indicando um menor risco do desenvolvimento da doença.

PALAVRAS-CHAVE: *Puccinia kuehnii*, *Saccharum officinarum*, modelos de estimativa.

Climatic risk for sugarcane orange rust occurrence in the state of São Paulo

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the climatic risk for the occurrence of sugarcane orange rust in the state of São Paulo. The meteorological data used in this analysis, maximum and minimum air temperatures and rainfall, were obtained from the CIIAGRO/IAC and ESALQ/USP. Data from eight locations in the state of São Paulo: Araçatuba; Araraquara; Assis; Catanduva; Jaú; Ourinhos; Piracicaba; and Ribeirão Preto, were used. The period of data ranged from 9 to 97 years, depending on the location. Disease severity index was estimated with an agrometeorological model, by applied the climatic data from these locations, which was used to determine the required number of sprays per cycle. This number was used to evaluate the climatic risk for disease occurrence. The results showed that in the east of the state there is a larger risk for disease occurrence, with higher disease severity and, therefore, with more sprays required for control. On the other hand, in the west of the state the severity and the number of spraying was low, indicating a lower risk for this disease.

KEYWORDS: *Puccinia kuehnii*, *Saccharum officinarum*, estimating models

INTRODUÇÃO

A produção mundial de cana é destaque em três países, Brasil, Índia e China, sendo que o Brasil lidera a produção mundial (FAO, 2013). A região sudeste se destaca por possuir a maior produção do



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

País, bem como a maior área colhida. A contribuição maior desta produção é a do Estado de São Paulo, o qual detém cerca de 51,3% da área. Outros estados, para onde a cultura da cana-de-açúcar vem se expandindo, como em Minas Gerais, Goiás, Paraná e Mato Grosso do Sul, apresentam área cultivada com cana da ordem de 9,3%, 9,3%, 7% e 6,6% da área total no Brasil (CONAB, 2013). O rendimento obtido no Brasil é de cerca de 75 t ha⁻¹, valor este acima da média mundial que é de 70 t ha⁻¹ (FAO, 2013).

Porém, para que a expansão da cultura continue ocorrendo é necessário que sejam amenizados ou eliminados fatores que possam comprometer a produção, tais como os problemas fitossanitários. Dentre as doenças da cana-de-açúcar, a ferrugem alaranjada é a que vem causando maiores danos ultimamente, sendo responsável nos anos de 2010 e 2011 por queda na produção na ordem de 2% a 18% (UNICA, 2014).

A união entre a agrometeorologia e a fitopatologia com o objetivo de manejar as doenças de plantas, avaliando risco climático da doença a partir das características exigidas pelo patógeno permite se estabelecer o zoneamento das áreas de risco de ocorrência das doenças. Como muitas culturas não possuem resistência genética às doenças, é necessário a adoção do controle químico, o qual poderá ser melhor posicionado caso se conheça bem a interação entre o patógeno e as condições meteorológicas que definem seu progresso das doenças (GILLESPIES; SENTELHAS, 2008).

Dessa maneira, este estudo objetivou avaliar a severidade de ocorrência da ferrugem alaranjada (*Puccinia kuehni*) da cana-de-açúcar em diferentes regiões do estado de São Paulo e estabelecer o risco de sua ocorrência por meio de um modelo agrometeorológico.

MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliar a favorabilidade climática para a ocorrência da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar para o estado de São Paulo, foram escolhidas oito localidades produtoras de cana-de-açúcar, sendo elas: Araçatuba; Araraquara; Assis; Catanduva; Jaú; Ourinhos; Piracicaba; e Ribeirão Preto (Figura 1). Para as localidades de Araçatuba, Araraquara, Assis, Catanduva, Jaú, Ourinhos e Ribeirão Preto foram utilizados os dados do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas do IAC – CIIAGRO, para os períodos respectivamente de 1996 a 2014, 2004 a 2013, 1991 a 2014, 1996 a 2014, 1991 a 2011, 2000 a 2014, e 1991 a 2014. Para a localidade de Piracicaba se utilizou os dados meteorológico da Estação Meteorológica Convencional da ESALQ/USP, para o período de 1917 a 2014.

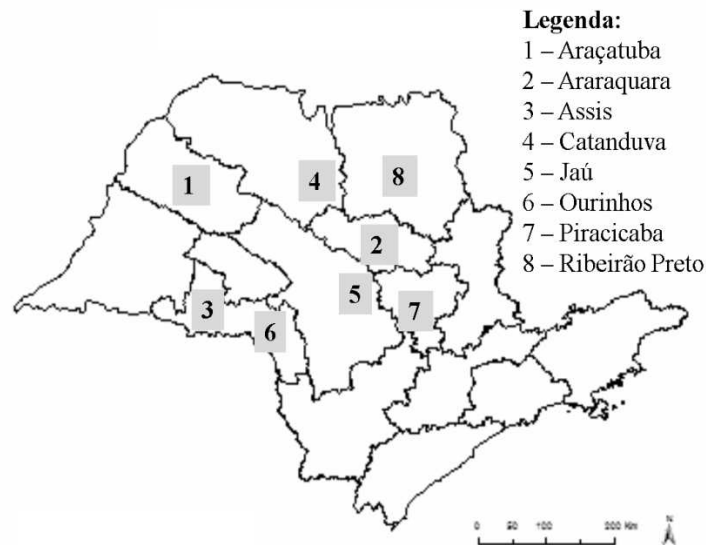


Figura 27.Localização das cidades analisadas no Estrado de São Paulo.

As condições favoráveis para a doença foram analisadas por meio dos dados de temperatura máxima e mínima e precipitação. Para a determinação da disponibilidade hídrica decendial empregou-se o balanço hídrico climatológico, proposto por Thornthwaite e Mather (1955), para uma capacidade de água disponível (CAD) de 100 mm, adotando a evapotranspiração potencial estimada pelo método de Thornthwaite (1948) com o ajuste para a temperatura efetiva (CAMARGO et al., 1999). O cálculo dos balanços hídricos sequenciais foi realizado por meio das planilhas eletrônica elaboradas por Rolim et al. (1998).

Para a determinação da severidade da ferrugem alaranjada na cana-de-açúcar se utilizou dados de temperatura média, chuva e excedente hídrico. A temperatura ideal adotada para o desenvolvimento da ferrugem foi, segundo Santos (2013), de 17 a 26 °C, enquanto que para a condição hídrica considerou-se como favorável excedente hídrico maior que zero. Tanto a temperatura como o excedente hídrico foram considerados na escala decendial.

Para o cálculo da severidade da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar foi utilizada o modelo proposto por Santos (2013):

$$SEV = a + b * NDEXC + c * NDT_{ideal(17-26)} + d * NDEXC * NDT_{ideal(17-26)} + e * NDEXC^2 + f * NDT_{ideal(17-26)}$$

em que: SEV é a Severidade; NDEXC é o número de decêndios com excedente hídrico nos últimos 4 meses; NDT_{ideal} é número de decêndios com temperatura ideal, ou seja, entre 17 e 26°C, nos últimos quatro meses; e *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f* são coeficientes da regressão linear múltipla, cujos valores ajustados pela autora são, respectivamente, de -1,683, 0,607, 0,442, 0,077, -0,082, -0,029.

Após o cálculo da severidade para cada local, os anos foram ajustados para o período de julho de um ano a junho do outro e correlacionados à severidade respectiva de cada decêndio, para o cálculo do risco climático da doença. A partir de então, foi correlacionado o número de pulverizações a cada ano, sendo considerado o princípio ativo recomendado, estrobilurina mais triazol, o qual deve ser aplicado a cada 30 dias (AGROFIT, 2014). Dessa maneira foi recomendada a aplicação quando a severidade da doença atingisse o índice de severidade 3, sendo necessário a aplicação a cada 30 dias, caso a ferrugem alaranjada ainda continuasse com severidade maior ou igual a 3, após o término do período de atuação do princípio ativo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados da estimativa da severidade e do número de pulverizações requeridas em média para as séries históricas analisadas e para a safra 2009-2010, a qual foi altamente favorável para a doença. Observa-se na Tabela 1 que há variações do número de pulverizações médias necessária para a ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar para as oito localidades do estado de São Paulo avaliadas. Na parte mais a oeste do estado a exigência do número de pulverizações é menor do que na parte mais central, sendo que é onde se observa os maiores números de aplicações. Porém, na parte mais central visualiza-se que ocorrem menores valores de pulverizações, diferindo dos valores do entorno.

Com relação à severidade média estimada ocorrem também variações nos diferentes locais do estado de São Paulo (Tabela 1). A parte mais a oeste apresenta menor severidade, resultados que corroboram com o encontrado por Santos (2013). Quanto mais se aproxima do leste do estado, em direção ao litoral, há tendência de aumento da severidade.

Tabela 16. Média da severidade e do número de pulverizações necessárias para o controle da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar ao longo da série histórica e para safra 2009/2010 para oito localidades do estado de São Paulo.

Cidade	Serie Histórica		2009-2010	
	Sev.	Pul.	Sev.	Pul.
Araçatuba	2	5	2	5
Araraquara	2	4	4	7
Assis	3	7	5	11
Catanduva	2	5	3	7
Jaú	3	7	2	6
Ourinhos	1	3	3	10
Piracicaba	2	6	3	7
Ribeirão Preto	3	7	3	9

Quando é analisado o número de pulverizações necessárias no ano do surto da doença no estado de São Paulo, 2009/10, (SANTOS, 2013), percebe-se que há um aumento do número de pulverizações em relação à média (Tabela 1). Isto se deve às condições serem mais favoráveis ao desenvolvimento da doença em 2009/10, necessitando, portanto, maior número de pulverizações na maioria das localidades.

Em se tratando da severidade média no ano de 2009/10 percebe-se na Tabela 1, que está se apresenta maior em relação à média de toda a série histórica. Isto corrobora com o que já foi exposto acima, com relação à necessidade de controle por meio de pulverizações, já que no ano de 2009/10 as condições meteorológicas estavam mais favoráveis ao desenvolvimento do patógeno, acarretando assim em maior severidade. Percebe-se que a severidade é maior em geral mais ao leste do estado e menor a oeste, concordando com o estudo de Santos (2013).

CONCLUSÕES

Na maioria das localidades analisadas, o número de pulverizações exigidas para o controle da ferrugem alaranjada é igual ou maior do que cinco, com exceção apenas para Ourinhos. Tanto a severidade como o número de pulverizações variaram com a região produtora, sendo que a tendência é de um maior risco de ocorrência da doença nas regiões central e leste do estado que na região oeste.



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários.** Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 11 out. 2014.

CAMARGO, A. P.; MARIN, F. R.; SENTELHAS, P. C.; PICINI, A. G. Ajuste da equação de Thornthwaite para estimar a evapotranspiração potencial em climas áridos e superúmido, com base na amplitude térmica diária. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, n. 2, p. 251-257, 1999.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento.** Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar, safra 2013/2014, primeiro levantamento, abril de 2013. Brasília 2013.

CTC. **Centro de Tecnologia Canavieira.** Disponível em: <http://www.ctcanavieira.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=485&Itemid=1276>. Acesso em: 20 ago. 2014.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations.** 2013. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx>>. Acesso em 10 nov. 2014.

GILLESPIEL, T. J.; SENTELHAS, P. C. Agrometeorology and plant disease management – a happy marriage. **Science Agricola**, Piracicaba, v. 65, special issue, p. 71-75, 2008.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente Excel para os cálculos de balanço hídrico: normal, sequencial, de culturas e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, RS. v.6, n.1, p.133-137, 1998.

SANTOS, D. L. **Zoneamento da favorabilidade climática para a ocorrência da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar nas principais regiões produtoras do Brasil e da Austrália.** 2013, 100p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, Centeron, v. 38, p. 55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance.** Publications in Climatology, New Jersey: Drexel Institute of Tecnology, 1955. 104p.

UNICA, União da indústria de Cana-de-Açúcar. 2014. **Setor sucroenergético – FAQ.** Disponível em: <<http://www.unica.com.br/faq>>. Acesso em: 05 nov. 2014.