

# SOMA HIDROTÉRMICA: UM NOVO OLHAR SOBRE O MONITORAMENTO DE BRUSONE EM ARROZ IRRIGADO

Victória Brittes Inklman<sup>1</sup>, Alencar Junior Zanon<sup>2</sup>, Giovana Ghisleni Ribas<sup>3</sup>, Amanda Thirza Lima Santos<sup>4</sup>, Ary José Duarte Junior<sup>4</sup>, Guilherme Guerin Munaretto<sup>4</sup>, Moises de Freitas do Nascimento<sup>5</sup>, Isabeli Wolski Brendler<sup>5</sup>, Giovani Lucio Wrasse<sup>6</sup>.

Palavras-chave: *Oryza sativa*, modelos matemáticos, produtividade, calibração de modelos.

## INTRODUÇÃO

A nível mundial, estima-se que fatores bióticos (doenças, pragas e plantas daninhas) geram perdas de produtividade de grãos de arroz entre 20 e 40% (SAVARY et al., 2006; SAVARY et al., 2012 a). Um dos principais fatores que interfere na produtividade da cultura é a ocorrência de doenças, sendo que a Brusone (*Pyricularia oryzae*) é a principal enfermidade do arroz, podendo causar perdas de até 100% na lavoura. A representação da interação entre planta, patógeno e ambiente é definida pelas características da cultivar (através de níveis de suscetibilidade), quando se considera que o patógeno está presente no ambiente. Para o patossistema da Brusone, os principais elementos meteorológicos que modulam o ciclo de desenvolvimento são a temperatura e umidade relativa do ar.

Os modelos matemáticos são ferramentas computacionais que permitem simplificar a realidade e descrever complexas interações em agroecossistemas de forma dinâmica (ROSA et al., 2015), ou seja, é possível simular o crescimento e o desenvolvimento de uma planta, bem como de uma doença, e verificar a interação entre elas através do impacto na produtividade. O SimulArroz é um modelo matemático baseado em processos que funciona ao passo de tempo de um dia e está disponível para simular o crescimento, desenvolvimento e produtividade de arroz irrigado, calibrado para o RS. Acoplando o SimulArroz a um modelo de brusone, é real a possibilidade de monitoramento e previsão de ocorrência de brusone em arroz irrigado para o RS. Dessa forma, o objetivo do trabalho é testar uma nova metodologia de previsão de safra para arroz irrigado no Rio Grande do Sul e calibrar um submodelo de Brusone no SimulArroz.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados foram coletados da estação meteorológica da Equipe SimulArroz, localizada no município de Cachoeirinha - RS - Brasil. Foram utilizados dados do período de 29/08/2014 a 24/09/2018, totalizando 35592 dados horários e 1483 dados diários. A soma hidrotérmica padrão (SHT) foi calculada utilizando dados de T<sub>min</sub>, T<sub>max</sub> e UR<sub>ar</sub>, no passo de tempo horário (BREGAGLIO et al., 2016). A SHT representa o tempo mínimo necessário para o patossistema avançar uma fase de desenvolvimento. Para a Brusone, a SHT é considerada apenas quando a UR<sub>ar</sub> é maior que mínima estipulada:

se  $T_h \leq 15^\circ\text{C}$  ou  $T_h \geq 35^\circ\text{C}$ , então:  $SHT = 0$ ;

(1)

<sup>1</sup>Graduanda em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Av. Roraima n° 1000, Bairro Camobi, Santa Maria - RS. victoriabrittes2@gmail.com <sup>2</sup>Professor Adjunto, Dr. em Agronomia, UFSM. <sup>3</sup>Engenheira Agrônoma, Dra. em Engenharia Agrícola, UFSM. <sup>4</sup>Engenheiro(a) Agrônomo(a), pós-graduando(a) em Agronomia, UFSM. <sup>5</sup>Graduando(a) em Agronomia, UFSM. <sup>6</sup>Técnico Agrícola, Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA)

Se  $15^{\circ}\text{C} < T_h \leq 27^{\circ}\text{C}$ , então:  $\text{SHT} = -(0.25 \times T_h) + 14.35$ ;

(2)

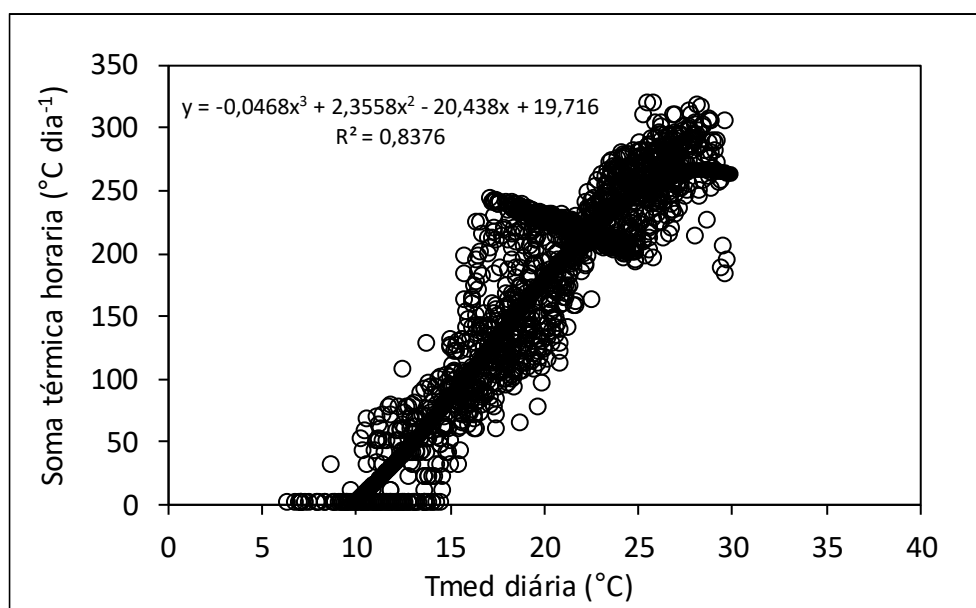
Se  $27^{\circ}\text{C} < T_h < 35^{\circ}\text{C}$ , então:  $\text{SHT} = (0.59 \times T_h) - 8.5$ ;

(3),

em que  $T_h$ : temperatura média horária.

Na literatura, a URar mínima para iniciar a infecção de *Pyricularia* em arroz varia de 85% a 93%. Como a maior parte dos trabalhos foi desenvolvido no ecossistema asiático e/ou europeu, as nove porcentagens de URar foram testadas para, posteriormente, definir a URar que será utilizada no modelo. A SHT estimada através da Tmed e da RSol diários foi calculada da seguinte forma: i) a Tmed foi correlacionada com o somatório da SHT  $\text{dia}^{-1}$ , calculada com as Equações 1, 2 e 3, sem considerar a URar (Figura 2); ii) o número de horas  $\text{dia}^{-1}$  com URar maior ou igual a 85%, 86%, 87%, 88%, 89%, 90%, 91%, 92% e 93%, foi correlacionado com a RSol (Tabela 1); iii) foi calculado o produto da SHT estimada pela Tmed com o número de horas  $\text{dia}^{-1}$  com URar (maior ou igual a 85%, 86%, 87%, 88%, 89%, 90%, 91%, 92% e 93%) estimada a partir da RSol.

As equações da Figura 2 e da Tabela 1, geradas a partir dos dados meteorológicos de Cachoeirinha, foram utilizadas para estimar a SHT diária para os municípios de Santa Vitória do Palmar (de 01/01/2016 a 04/08/2018) e Cachoeira do Sul (de 01/01/18 a 04/08/18). A SHT diária estimada foi comparada com a SHT padrão, e a qualidade da estimativa foi caracterizada através das estatísticas BIAS, RQME e RQMEn.



**Figura 1.** Relação entre a temperatura do ar média diária ( $^{\circ}\text{C}$ ) e a soma térmica horária ( $^{\circ}\text{C dia}^{-1}$ ), durante o período de 29/08/2014 a 24/09/2018, em Cachoeirinha, RS, Brasil. Para o cálculo da soma térmica horária foram utilizadas as equações:  $\text{SHT} = 0$ , quando  $T_h \leq 15^{\circ}\text{C}$  ou  $T_h \geq 35^{\circ}\text{C}$ ;  $\text{SHT} = -(0.25 \times T_h) + 14.35$ , quando  $15^{\circ}\text{C} < T_h \leq 27^{\circ}\text{C}$ ;  $\text{SHT} = (0.59 \times T_h) - 8.5$ , quando  $27^{\circ}\text{C} < T_h < 35^{\circ}\text{C}$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de SHT variam de 0 a  $241^{\circ}\text{C dia}^{-1}$ , independente da URar mínima considerada (de 85% a 93%). Em ecossistema europeu de produção de arroz, quando a SHT excede  $39,3^{\circ}\text{C h}^{-1}$  tem início a infecção do esporo da Brusone sobre o tecido da folha (BREGAGLIO et al., 2016), ou seja, a soma térmica disponível ao longo do ano nos três municípios avaliados é suficiente para o início do patossistema.

O índice BIAS e as estatísticas RQME e RQMEn mostraram que a estimativa da SHT através da Tmed e da RSol é sofrível. A RQME variou entre 51,1 a 70,9 °C dia<sup>-1</sup>, que representa um erro de 69.5% a 122.5%, ou seja, a estimativa pode errar em mais de duas vezes em relação ao valor observado (Tabela 1). O índice BIAS é positivo em 34,6, 65,0 e 84,3 °C dia<sup>-1</sup> para Cachoeirinha, Cachoeira do Sul e Santa Vitória do Palmar, respectivamente. Dessa forma, é possível afirmar que a SHT estimada está superestimando o valor observado, ou seja, o modelo que utilizar a SHT estimada irá identificar o início da infecção da Brusone sobre o arroz irrigado, mesmo que as condições do ambiente não sejam ideais. Fica evidente a necessidade de alterar os *inputs* meteorológicos do modelo SimulArroz, para que seja possível acoplar com o modelo de brusone, ou que os modelos funcionem de maneira independente e que o usuário acople os resultados de forma manual.

**Tabela 1.** Índice BIAS, Raiz Quadrada Média do Erro (RQME) e Raiz Quadrada Média do Erro normalizado (RQMEn) da soma térmica estimada através da temperatura média diária do ar (°C) (Tmed), do número de horas diárias com umidade relativa do ar (URar) estimado a partir da radiação solar incidente (RSol) e da Soma hidrotérmica (SHT) calculada através do método padrão *versus* SHT estimada a partir da Tmed e da RSol.

Local	Estatística	Tmed (°C) - ST**	RSol (MJ m <sup>-2</sup> dia <sup>-1</sup> ) - URar*	SHT**
Cachoeirinha	BIAS	5,2	0,2	34,6
	RQME	33,2	3,9	51,1
	RQMEn	18,7	30,8	69,5
Cachoeira do Sul	BIAS	35,4	3,3	65,0
	RQME	68,1	6,3	53,9
	RQMEn	53,4	69,0	122,5
Santa Vitória do Palmar	BIAS	15,1	0,7	84,3
	RQME	45,9	4,7	70,9
	RQMEn	35,0	36,8	120,2

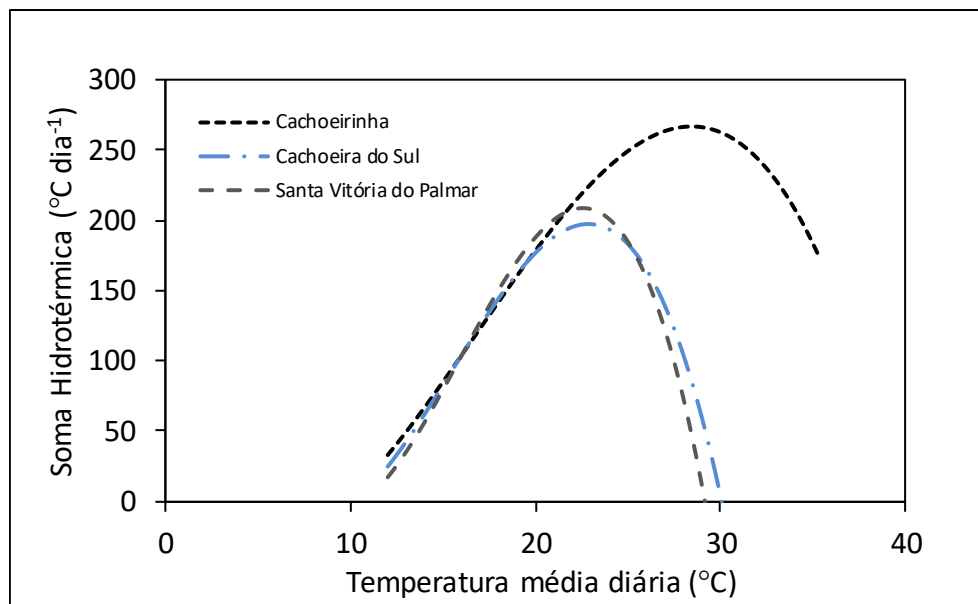
\* horas dia<sup>-1</sup> com URar maior ou igual a 89%; \*\* °C dia<sup>-1</sup>;

A Tmed horária é o elemento meteorológico que dita a velocidade do ciclo da Brusone, e a URar condiciona a infecção sobre o arroz irrigado (BREGAGLIO et al., 2016). Avaliando o período desde a semeadura à colheita do arroz irrigado, em Cachoeirinha - RS, durante a safra 2014/15, foi monitorada a variação da URar durante as 24 horas do dia, em todos os dias do ciclo. Através desse monitoramento foi definida a porcentagem de dias com umidade relativa maior ou igual a 85%, 86%, 87%, 88%, 89%, 90%, 91%, 92% e 93%, em cada horário, em relação ao número total de dias do ciclo do arroz irrigado, em duas épocas de semeadura: a primeira em 29/10/2014 (ciclo de 126 dias) e a segunda em 08/12/2014 (ciclo de 109 dias) (Tabela 3).

A URar foi maior que 85% em um período igual ou maior que 8 horas dia<sup>-1</sup> nas duas épocas de semeadura. O período que tem maior URar e das 23 às 7. Esse pode ser um dos fatores que explica a alta pressão de brusone na Estação Experimental do Arroz em Cachoeirinha - RS. Análise semelhante a essa deve ser feita nas outras regiões orizícolas, para verificar se é padrão no RS esse elevado período de horas com URar maior que a mínima para a inoculação da Brusone. Nessas condições, em que a URar não é um fator limitante, a temperatura do ar determina a velocidade de avanço da Brusone, quando a temperatura mínima do ar é maior que 15°C (BREGAGLIO et al., 2016). Portanto, a URar é o principal fator que explica a maior SHT para Cachoeirinha em relação a Cachoeira do Sul e a Santa Vitória do Palmar, quando consideramos que a Tmed é maior que 22°C.

Com base na importância da SHT em descrever o potencial de avanço da Brusone em arroz, a SHT será calculada para os demais municípios localizados na região orizícola do RS e que possuem estação meteorológica automática. A SHT calculada será relacionada com dados históricos de

ocorrência de brusone e, a partir disso, será definida uma classificação das regiões orizícolas (e locais) de acordo com o potencial de ocorrência de brusone, representado através da SHT. Dessa forma, a classificação das regiões conforme o potencial da brusone será utilizado junto com as informações de cultivar (resistente, médio-resistente, médio-suscetível e suscetível) e será desenvolvida uma escala de risco para brusone no RS. Através dessa ferramenta, será possível aumentar a segurança no manejo fitossanitário, com base em informação científica, visando o lucro do produtor.



**Figura 2.** Relação da Soma hidrotérmica diária com a temperatura média diária do ar para três municípios produtores de arroz: Cachoeirinha, Cachoeira do Sul e Santa Vitória do Palmar, RS, Brasil.

## CONCLUSÃO

A soma hidrotérmica (SHT) pode ser utilizada para classificar locais/regiões de acordo com o potencial de ocorrência de Brusone.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BREGAGLIO, S. et al. **Coupling a generic disease model to the WARM rice simulator to assess leaf and panicle blast impacts in a temperate climate.** European Journal of Agronomy, Amsterdam, v.76, p.107-117, 2016.
- COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO. **12º Levantamento - Safra 2016/17.** Brasília, 2017.
- ROSA, H. T.; STRECK, N. A.; WALTER, L. C.; RIBAS, G. G.; CARLI, C.; MARCHESAN, E. **Simulação do crescimento e produtividade de arroz no Rio Grande do Sul pelo modelo SimulArroz.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.19, p.1159-1165, 2015.
- SAVARY, S. et al. Quantification and Modeling of crop losses: a review of purposes. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.44, p.89-112, 2006.
- SAVARY, S. et al. Modeling and mapping potential epidemics of rice diseases globally. **Crop Protection**, Amsterdam, v. 34, p.6-17, 2012a.