

# DESEMPENHO DA SOMA TÉRMICA DE SUBGRUPOS PARA ESTIMAR OS PRINCIPAIS ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO

Silvio Steinmetz<sup>1</sup>; Santiago Vianna Cuadra<sup>2</sup>; Ivan Rodrigues de Almeida<sup>3</sup>; Taivan Barcia Dias<sup>4</sup>; Pedro Augusto Bianchini Schena<sup>4</sup>

Palavras-chave: graus-dia, manejo, práticas culturais, *Oryza sativa* L.

## INTRODUÇÃO

Apesar de os níveis de produtividade do arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul, maior produtor nacional de arroz, serem relativamente altos (acima de 7 t ha<sup>-1</sup>), acredita-se que estes possam ser ainda maiores se forem melhorados alguns aspectos relacionados com o manejo da cultura. Para isso, é importante realizar as práticas de manejo na época mais apropriada, considerando a data de ocorrência dos distintos estádios de desenvolvimento da planta (SOSBAI, 2018).

Para fins de manejo da cultura do arroz, os estádios mais importantes são o de quatro folhas (V4), de diferenciação da panícula (R1), de emissão da folha bandeira ou emborrachamento (R2), de início de floração (R4), de início de maturação (R8) e de maturação completa dos grãos (R9) (COUNCE et al., 2000; SOSBAI, 2018).

O problema é que a ocorrência desses estádios e, em especial o de diferenciação da panícula (R1), é muito variável, por ser dependente da temperatura (STANSEL, 1975). Por isso, é preferível expressar-se o estágio R1 e os demais estádios de desenvolvimento da planta em dias, porém estimados por meio de graus-dia (GD), ou soma térmica, do que em número de dias do calendário (STRECK et al., 2006; STEINMETZ et al., 2010).

Baseando-se nesse princípio, Steinmetz et al. (2015) idealizaram o programa GD Arroz na versão Web (<http://agromet.cpact.embrapa.br>) e, posteriormente, o Aplicativo para a plataforma Android (Google Play; GD Arroz) visando o planejamento e a tomada de decisão no manejo do arroz irrigado.

Por razões diversas, como o tempo de uso de computadores para executar o programa e/ou inexistência de dados sobre a soma térmica das cultivares, essas estimativas são feitas para subgrupos de cultivares e não para as cultivares individualmente.

É sabido que a soma térmica necessária para atingir determinado estágio de desenvolvimento de uma dada cultivar pode ser diferente daquela do subgrupo no qual essa cultivar está enquadrada (STEINMETZ et al., 2015). Para fins práticos, presume-se que as estimativas baseadas nos subgrupos são aceitáveis. Entretanto, é importante avaliar o grau de acurácia das estimativas baseadas nos subgrupos e nas cultivares propriamente ditas como subsídio para possíveis correções dessas estimativas, ou mesmo para introduzir melhorias no programa GD Arroz.

Em função do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar a diferença, em dias, entre as datas dos principais estádios de desenvolvimento da planta estimadas pela soma térmica dos subgrupos e das cultivares que pertencem a cada um dos sete subgrupos do GD Arroz.

<sup>1</sup> Eng. agr., Dr., Embrapa Clima Temperado, C.P. 403,96010-971, Pelotas, RS, fone: (53) 3275-8270, e-mail: silvio.steinmetz@embrapa.br

<sup>2</sup> Meteorologista, Dr., Embrapa Clima Temperado, e-mail: santiago.cuadra@embrapa.br

<sup>3</sup> Geógrafo, Dr., Embrapa Clima Temperado, e-mail: ivan.almeida@embrapa.br

<sup>4</sup> Acadêmico de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, e-mail: taivanbarcia@hotmail.com; pabianchinschena@gmail.com

## MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de fenologia e de soma térmica foram obtidos em experimentos de campo na Estação Experimental Terras Baixas (ETB) da Embrapa Clima Temperado, no município de Capão do Leão, RS, durante várias safras, envolvendo seis épocas de semeadura em cada safra. Foram avaliadas 37 cultivares de ciclos variando de Muito precoce a Tardio como indicado em Steinmetz et al. (2015; 2017). Os estádios de desenvolvimento da planta foram avaliados de acordo com a escala de Counce et al. (2000). Neste trabalho são avaliados seis estádios, a saber: V4 (planta com quatro folhas); R1 (diferenciação da panícula); R2 (emborrachamento); R4 (início da floração); R8 (início da maturação); R9 (maturação completa dos grãos).

O cálculo de graus-dia foi feito por meio da diferença entre a temperatura média diária do ar ( $T_m$ ) e a temperatura base ( $T_b$ ) de  $11^\circ\text{C}$  (INFELD et al., 1998), da emergência (50%) até cada um dos estádios. A  $T_m$  foi obtida pela soma das temperaturas máxima e mínima, dividido por dois.

As 37 cultivares foram enquadradas em sete subgrupos utilizando como referência o ciclo total (da emergência à maturação) indicado para cada uma das cultivares em Sosbai (2018). Os subgrupos foram: 1- Muito precoce 1 (MP1) (<100 dias); 2- Muito precoce 2 (MP2) (100-105 dias); 3- Precoce 1 (P1) (106-110 dias); 4- Precoce 2 (P2) (111-120 dias); 5- Médio 1 (M1) (121-130 dias); 6- Médio 2 (M1) (131-135 dias); 7- Tardio (T) (136-150 dias). O número de safras em que cada cultivar foi avaliada variou de uma a doze e estão indicados na Tabela 1. Os graus-dia da emergência a cada um dos seis estádios de desenvolvimento desses sete subgrupos são os indicados em Steinmetz et al. (2015).

A diferença, em dias, na estimativa de ocorrência de cada um dos seis estádios de desenvolvimento da planta utilizando-se a soma térmica do subgrupo (STS) ao invés da soma térmica da cultivar (STC) foi obtida utilizando os seguintes passos: 1) calculou-se a diferença entre a STS e a STC; 2) obteve-se a relação entre a STC e o número de dias para atingir determinado estádio; 3) calculou-se a diferença, em dias, entre a STC e a STS dividindo-se o valor obtido no passo 1 pelo do passo 2. Tomando-se como exemplo o estádio R1, da cultivar IRGA 424, verifica-se que a sua STC ( $760^\circ\text{C dia}$ ) é  $25^\circ\text{C dia}$  maior do que a STS - Médio 2 ( $735^\circ\text{C dia}$ ), no qual ela está enquadrada. O valor de  $12^\circ\text{C dia dia}^{-1}$  refere-se à divisão de  $760^\circ\text{C dia}$  pelo número de dias (63) necessários para atingir esse estádio. A diferença de 2,1 dias corresponde à divisão de  $25^\circ\text{C dia}$  por  $12^\circ\text{C dia dia}^{-1}$ .

Esse valor indica que, nas condições em que os dados experimentais foram gerados, o estádio R1 da cultivar IRGA 424 ocorreu 2,1 dias após a data estimada pelo subgrupo ao qual ela pertence. Quando essa diferença é negativa, significa que o estádio da cultivar ocorreu antes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A síntese dos resultados encontra-se na Tabela 1. Utilizando também a cultivar IRGA 424 como exemplo, verifica-se que as diferenças foram da ordem de 3,5 dias, 2,1 dias, 1,6 dia, 1,3 dia, 2,5 dias e 1,0 dia, respectivamente, para os estádios V4, R1, R2, R4, R8 e R9 (Tabela 1). Como todos os valores foram positivos, significa que as datas estimadas pela soma térmica da cultivar ocorreram após as datas estimadas utilizando a soma térmica do subgrupo Médio 2.

A análise dos resultados dos seis estádios de desenvolvimento (Tabela 1) indicou que a diferença média foi menor ou igual a três dias, em termos absolutos, em 69% dos casos. Diferenças dessa magnitude ocorreram em 46%, 81%, 81%, 68%, 65%, e 70% dos casos, respectivamente, para V4, R1, R2, R4, R8 e R9. Acredita-se que esse bom desempenho esteja associado à eficácia do método de graus-dia para estimar a data de ocorrência dos estádios (VILSON et al., 2015), ao grande volume de dados, gerados em várias safras (STEINMETZ et al., 2017) e ao fato que as cultivares foram enquadradas em sete subgrupos ao invés dos quatro grupos utilizados pela SOSBAI (2018).

Tabela 1. Diferença, em dias, na estimativa de seis estádios de desenvolvimento de cultivares de arroz irrigado utilizando a soma térmica das cultivares e do subgrupo ao qual elas pertencem. O sinal negativo indica que o número de dias da emergência ao referido estádio foi menor do que o estimado pela soma térmica média do subgrupo ao qual a cultivar pertence. Os números desprovidos de sinal negativo indicam o contrário. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2019.

Cultivar (ciclo) [Nº safras]	Sub- grupo	Diferença na estimativa dos estádios via cultivar e subgrupo (dias)					
		V4	R1	R2	R4	R8	R9
IRGA 421 (95) [7]	MP1	4,4	1,5	0,1	1,2	2,5	2,5
BRS Atalanta (100) [12]	MP2	1,3	0,1	-0,6	-0,3	0,1	0,4
BRS Ligeirinho (95) [2]		1,8	-0,3	1,0	-0,3	-	0,5
BRS 6 “Chui” (110) [5]	P1	-0,9	-1,8	-2,3	-0,8	-4,6	-2,1
BRS Querência (110) [12]		1,3	-0,2	-0,3	-0,8	1,3	1,4
<u>Epagri 106 (106)</u>		-	-	-	-	-	-
<u>IRGAP H9 CL (110)</u>		-	-	-	-	-	-
Avaxi CL (120) [7]	P2	3,6	0,5	-1,9	-2,6	-0,7	-1,0
<u>BR-IRGA 414 (115)</u>		-	-	-	-	-	-
BRS Firmeza (120) [5]		10,3	0,8	-2,6	-2,3	-7,4	-8,3
BRS Pampa (118) [8]		3,6	0,1	-1,4	-3,5	-2,3	-4,2
Guri Inta CL (120) [3]		6,9	1,8	-0,1	-2,5	-0,3	-2,6
Inov CL (120) [7]		3,3	0,5	-0,9	-1,5	0,1	-0,6
IRGA 417 (115) [9]		3,3	-0,3	-3,4	-5,8	-5,4	-5,9
IRGA 422 CL (120) [3]		-0,5	1,6	-1,7	-3,8	-3,2	-2,5
IRGA 423 (120) [3]		6,7	0,6	-5,1	-5,7	-5,7	-5,2
IRGA 430 (120) [1]		8,9	4,8	0,6	1,5	1,5	-2,1
Puitá Inta CL (120) [5]		3,5	2,7	-0,2	-2,2	0,2	-1,1
Titan CL (120) [3]		7,1	1,3	-2,8	-4,1	-0,7	-2,7
Arize QM 1003 (125) [2]	M1	1,8	0,1	-4,2	-1,0	-	1,9
Arize QM 1010 (135) [2]		5,6	-1,8	-0,5	3,4	2,8	8,0
BR-IRGA 409 (126) [5]		3,1	0,9	-0,7	-2,2	-1,1	-3,6
BR-IRGA 410 (123) [4]		1,0	-1,5	0,2	0,7	0,2	0,0
<u>BRS A701 CL (130)</u>		-	-	-	-	-	-
BRSCIRAD 302 (128) [3]		2,7	-1,8	-1,8	0,6	4,4	3,6
BRS Pelota (125) [6]		1,7	0,7	-0,2	0,3	-0,9	0,7
BRS Sinuelo CL (130) [7]		2,2	1,1	-2,0	-2,3	0,2	-0,5
IRGA 426 (125) [3]		3,1	1,5	-2,4	-3,2	-1,6	-3,1
IRGA 428 CL (125) [2]		4,9	1,5	-1,3	-0,8	0,1	-2,2
IRGA 429 (124) [1]		8,7	4,7	7,2	8,3	8,3	5,3
Lexus CL (128) [3]		3,5	-1,5	-1,8	-0,8	1,8	1,3
BRS 7 “Taim” (130) [5]	M2	-1,0	-0,3	1,0	0,3	-2,5	0,7
BRS Bojuru (135) [2]		2,1	-0,3	-2,0	5,9	-	-0,6
BRS Fronteira (135) [8]		-0,8	0,5	0,5	-0,9	-1,7	0,1
<u>BRS Pampeira (133)</u>		-	-	-	-	-	-
El Paso L. (144) [1]		-0,8	0,4	-3,1	-2,4	-5,9	-1,6
IRGA 424 (132) [8]		3,5	2,1	1,6	1,3	2,5	1,0
IRGA 424 RI (133) [1]		5,2	6,0	7,8	8,0	7,1	6,9
IRGA 425 (132) [3]		0,5	-4,2	-5,3	5,8	-3,4	-2,9
IRGA 427 (136) [2]		3,5	4,1	2,4	2,7	1,9	1,9
<u>IRGAP H7 CL (135)</u>		-	-	-	-	-	-
<u>SCS 115 CL (135)</u>		-	-	-	-	-	-
<u>Epagri 108 (142)</u>	T	-	-	-	-	-	-
Epagri 109 (142) [4]		1,6	4,2	2,0	11,0	-0,2	0,4
<u>SCS 112 (138)</u>		-	-	-	-	-	-
<u>SCS 114 Andosan (140)</u>		-	-	-	-	-	-
<u>SCS 116 Satoru (144)</u>		-	-	-	-	-	-
<u>SCS 117 CL (144)</u>		-	-	-	-	-	-
<u>SCS 118 Marques (144)</u>		-	-	-	-	-	-
<u>SCS 121 CL (141)</u>		-	-	-	-	-	-
SCS BRS Tio Taka (141)[6]		-0,8	2,6	-0,2	0,7	-0,7	0,3

- OBS.: 1. Os valores entre parênteses referem-se ao ciclo médio das cultivares de acordo com a SOSBAI (2018);  
2. Os valores entre colchetes referem-se ao número de safras em que os dados foram obtidos;  
3. As cultivares sublinhadas e/ou com traços nos estádios não dispõem de informações de graus-dia e foram incorporadas nos subgrupos de acordo com o grupo de maturação indicado em SOSBAI (2018).

As maiores diferenças ocorreram nas cultivares cujos dados são de apenas uma safra, como é o caso da IRGA 424 RI e IRGA 429 (Tabela 1). Para se ter dados mais representativos de uma dada cultivar utiliza-se, via de regra, um mínimo de três safras.

## CONCLUSÃO

As estimativas da ocorrência dos principais estádios de desenvolvimento da planta baseadas na soma térmica dos subgrupos, como é o caso do programa GD Arroz, são muito próximas (inferior a três dias em 69% dos casos) das que utilizam a soma térmica das cultivares, indicando que são apropriadas para o planejamento do manejo das cultivares que pertencem aos subgrupos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Embrapa pelo suporte financeiro ao desenvolvimento da pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 2, p. 436-443, Mar./Apr. 2000.
- INFELD, J.A.; SILVA, J.B. da; ASSIS, F.N. de. Temperatura-base e graus-dia durante o período vegetativo de três grupos de cultivares de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, n.2, p.187-191, 1998.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Farroupilha, RS. 2018.205 p.
- STANSEL, J. W. The rice plant: its development and yield. In: SIX decades of rice research in Texas. Beaumont: Texas Agricultural Experiment Station, 1975. p. 9-21.
- STEINMETZ, S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A.M.; FAGUNDES, P.R.R.; SCIVITTARO, W.B.; ALMEIDA, I.R.; REISSER JÚNIOR, I.; DEIBLER, A.N.; MATZENAUER, R.; RADIN, B.; PRESTES, S.D.; SILVA, M.F. **Uso de graus-dia para estimar a data de diferenciação da panícula (DP) de seis subgrupos de cultivares de arroz irrigado visando à adubação nitrogenada em cobertura no Rio Grande do Sul**. Pelotas:Embrapa Clima Temperado, 2010. 75p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 121).
- STEINMETZ, S.; CUADRA, S. V.; PEREIRA, C. B.; SANTOS, E. L. dos; ALMEIDA, I. R. de. **GD Arroz: programa baseado em graus-dia como suporte ao planejamento e à tomada de decisão no manejo do arroz irrigado**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2015. 8p. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 162).
- STEINMETZ, S.; CUADRA, S. V.; ALMEIDA, I. R. de; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M.; FAGUNDES, P. R. R. Soma térmica e estádios de desenvolvimento da planta de grupos de cultivares de arroz irrigado. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v. 25, n. 2, p. 405-414, dez. 2017).
- STRECK, N. A.; BOSCO, L. C.; MICHELON, S.; ROSA, H. T.; WALTER, L. C.; PAULA, G. M. de; CAMERA, C.; LAGRO, I.; MARCOLIN, E. Avaliação da resposta ao fotoperíodo em genótipos de arroz irrigado. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 4, p. 533-541, 2006.
- WILSON JR., C. E.; NORMAN, R. J.; SLATON, N. A.; BRANSON, J. W.; BOOTHE, D. L. **DD50 computerized rice management program**. University of Arkansas, Division of Agriculture, Agriculture and Natural Resources Cooperative Extension Service. Computer Technical Series. 2014?. Disponível em: <a completar >. Acesso em: 24 jul. 2015.