USO DE GRAUS-DIA PARA ESTIMAR A DATA DE DIFERENCIAÇÃO DA PANÍCULA (DP) DE SEIS SUBGRUPOS DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO, EM 17 LOCALIDADES DO RIO GRANDE DO SUL, VISANDO À ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA

Silvio Steinmetz¹; Ariano Martins de Magalhães Júnior²; Paulo Ricardo Reis Fagundes³; Walkyria Bueno Scivittaro⁴; Ivan Rodrigues de Almeida⁵; Carlos Reisser Júnior⁶; Alexandre Nunes Deibler⁷; Ronaldo Matzenauer⁸; Bernadete Radin⁹; Solismar Damé Prestes¹⁰; Matheus Fernandes da Silva¹¹

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., soma térmica, época de semeadura, temperatura do ar, fase vegetativa,

INTRODUÇÃO

O Rio Grande do Sul (RS) é o maior produtor de arroz irrigado do Brasil, tendo contribuído, nas últimas três safras (2007/08 – 2009/10), com 62% da produção nacional (CONAB, 2010). Embora os níveis de produtividade sejam relativamente altos (6,8 t ha⁻¹) acredita-se que estes possam ser ainda maiores quando melhorados alguns aspectos relacionados com o manejo da cultura. Dentre esses, destaca-se a segunda adubação nitrogenada em cobertura, considerada um dos principais fatores determinantes da produtividade do arroz. Essa adubação deve ser realizada no início da fase reprodutiva, no estágio de iniciação da panícula (IP) (SOSBAI, 2010).

Como o estágio de IP é de difícil visualização direta na planta, desconsiderando-se o “anel verde”, que é uma indicação indireta, pode-se usar, como referência, o estágio de diferenciação da panícula (DP), conhecido como “ponto de algodão”, visível a olho nu, que ocorre de três a cinco dias após a IP (STANSEL, 1975). O problema é que a ocorrência do estágio de DP é variável por ser dependente da temperatura (STANSEL, 1975; STEINMETZ et al., 2009). Em anos mais quentes e mais frios, este estágio ocorre, respectivamente, mais cedo e mais tarde do que na média dos demais anos. Da mesma forma, a ocorrência da DP é retardada nas semeaduras iniciais e antecipada nas semeaduras tardias (STEINMETZ et al., 2009). Por isso, é preferível expressar a duração da fase vegetativa em dias, porém estimada por meio de graus-dia, ou soma térmica, do que em número de dias do calendário civil (GILMORE e ROGERS, 1958; SLATON et al., 1996; STEINMETZ et al., 2004, 2010). O objetivo deste trabalho foi estimar, pelo método de graus-dia, a data de diferenciação da panícula (DP), de seis subgrupos de cultivares, em 17 localidades do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados diários de temperaturas máxima e mínima do ar de 17 estações meteorológicas situadas nas regiões produtoras de arroz irrigado no RS, compreendidos no período de 30 anos (1976-2005) para a maioria das localidades. As 17 estações foram: Alegrete, Bagé, Cachoeirinha, Capão do Leão (Pelotas), Eldorado do Sul

¹ Eng. Agrôn., Doutor, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, BR 392 Km 78, CEP 96001-970, Pelotas, RS, silvio.steinmetz@cpact.embrapa.br

² Eng. Agrôn., Doutor, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, ariano.martins@cpact.embrapa.br

³ Eng. Agrôn., Doutor, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, paulo.fagundes@cpact.embrapa.br

⁴ Eng. Agrôn., Doutora, Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, walkyria.scivittaro@cpact.embrapa.br

⁵ Geógrafo, Doutor, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, ivan.almeida@cpact.embrapa.br

⁶ Eng. Agríc., Doutor, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, carlos.reisser@cpact.embrapa.br

⁷ Eng. Agrôn., Doutor, Professor da Universidade da Região da Campanha – URCAMP, Bagé, RS, adeibler@hotmail.com

⁸ Eng. Agrôn., Doutor, Pesquisador da Fepagro, Porto Alegre, RS, ronaldo-matzenauer@fepagro.rs.gov.br

⁹ Eng. Agrôn., Doutora, Pesquisadora da Fepagro, Porto Alegre, RS, bernadete-radin@fepagro.rs.gov.br

¹⁰ Meteorologista, Coordenador do 8º DISME/INMET, Porto Alegre, RS, solismar.prestes@inmet.gov.br

¹¹ Estudante de Engenharia Eletrônica, Bolsista da Embrapa Clima Temperado, fsmatheus@gmail.com

(Guaíba), Encruzilhada do Sul, Maquiné (Osório), Quaraí, Rio Grande, Santa Maria, Santa Vitória do Palmar, Santana do Livramento, São Borja, São Gabriel, Taquari, Torres, Uruguaiana. Os dados foram obtidos junto ao 8º Distrito de Meteorologia/Instituto Nacional de Meteorologia (8º DISME/INMET) e à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO). A equação empregada para o cálculo de graus-dia foi:

$$GD = \sum_{i=1}^n (T_m - T_b)$$

onde: GD (°C dia) representa o somatório da diferença entre a temperatura média diária (T_m) e a temperatura base (T_b) de 11 °C (INFELD et al., 1998), da emergência (i=1) à DP (n). As temperaturas médias diárias do ar foram obtidas pela média aritmética entre as temperaturas máximas e mínimas. Antes de calcularem-se as temperaturas médias diárias, foram aplicados os limites de 34 °C e de 21 °C (SLATON et al., 1996), respectivamente, para as temperaturas máximas e mínimas, ou seja, valores superiores a estes foram desconsiderados.

Utilizaram-se seis subgrupos de cultivares, arranjados da seguinte forma: 1) muito precoce 1: IRGA 421; 2) muito precoce 2: BRS Atalanta e BRS Ligeirinho; 3) precoce 1: BRS 6 “Chuí”; BRS Querência; BRS Firmeza; 4) precoce 2: IRGA 417; Inov; Avaxi; BRS Pampa; IRGA 423; 5) médio 1: BR-IRGA 410; BRS Pelota; IRGA 422 CL; BRS Sinuelo CL; Arize QM 1003; 6) médio 2: BRS Fronteira; BRS 7 “Taim”; BRS Bojuru; El Paso L. 144; IRGA 424. As exigências térmicas de cada cultivar, bem como do subgrupo ao qual pertence encontram-se em Steinmetz et al. (2010).

Usando-se os dados diários de temperatura média da série histórica e as exigências térmicas para cada um dos subgrupos calculou-se o número médio de dias após a emergência para atingir a DP e o desvio padrão dessa média. Estabeleceram-se, também, a data média em que a DP ocorreu e o intervalo de datas oriundo do desvio padrão. Os cálculos foram feitos considerando-se variações diárias nas datas de emergência no período de 1º de setembro a 15 de dezembro, que é semelhante ao período de semeadura recomendado pelo zoneamento agrícola para o arroz irrigado no RS. Para definir a data de ocorrência das somas térmicas para atingir a DP e calcular o número de dias do período E-DP, foi desenvolvido um programa em VBA (*Visual Basic for Applications*) utilizado dentro da planilha Excel. Neste trabalho serão apresentados, como exemplo, os dados relativos aos subgrupos médio 1 e 2 de uma das 17 localidades. Informações adicionais podem ser obtidas em Steinmetz et al. (2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontram-se os resultados relativos ao período da emergência até a diferenciação da panícula (E-DP) e a data de ocorrência da DP, para os subgrupos médio 1 (M1) e médio 2 (M2), variando-se a data de emergência de três em três dias, para a localidade de Capão do Leão (Pelotas).

Selecionando-se, por exemplo, a data de emergência de 16 de outubro, verifica-se que para o subgrupo M1 a DP ocorreu aos 73 dias após a emergência, com um desvio padrão de ±3 dias, que corresponde ao dia 27 de dezembro, podendo variar de 24 a 30 de dezembro. Os resultados da Tabela 1 indicam, também, que ocorreu diminuição do número de dias para atingir a DP à medida que a data de emergência foi atrasada. Para o subgrupo M1, o período E-DP variou de 98 dias para a emergência de 1º de setembro até 57 dias para a emergência de 15 de dezembro. O desvio padrão, nessas duas datas de emergência, diminuiu de ±5 dias para ±3 dias.

A diminuição do período da emergência até a diferenciação da panícula, devido ao atraso na semeadura (emergência), também foi observada por Infeld e Steinmetz (2001) e por Steinmetz et al. (2009). A razão desse comportamento é que as temperaturas médias tendem a aumentar do início para o fim da primavera. Com isso, as somas térmicas exigidas

Tabela 1. Número médio de dias da emergência à diferenciação da panícula (E-DP) e data média de ocorrência da DP dos subgrupos de cultivares de arroz irrigado de ciclos médio 1 (M1) e médio 2 (M2), para distintas datas de emergência, em Capão do Leão, RS. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2011.

Localidade	Data de emergência (E) mês/dia	Emergência - diferenciação da panícula (E - DP)			
		Médio 1 (M1)		Médio 2 (M2)	
		Nº dias (E-DP)	Data DP	Nº dias (E-DP)	Data DP
Capão do Leão (Pelotas)	Setembro				
	1	98 (±5)	07/12 (02/12-12/12)	99 (±5)	09/12 (04/12-14/12)
	4	96 (±5)	08/12 (03/12-13/12)	97 (±5)	10/12 (05/12-15/12)
	7	94 (±5)	09/12 (04/12-14/12)	95 (±5)	11/12 (06/12-16/12)
	10	92 (±5)	10/12 (05/12-15/12)	94 (±5)	12/12 (07/12-17/12)
	13	90 (±5)	11/12 (06/12-16/12)	92 (±5)	13/12 (08/12-18/12)
	16	88 (±5)	13/12 (08/12-18/12)	90 (±5)	14/12 (09/12-19/12)
	19	86 (±5)	14/12 (09/12-19/12)	88 (±5)	15/12 (10/12-20/12)
	22	85 (±5)	15/12 (10/12-20/12)	86 (±5)	17/12 (12/12-22/12)
	25	83 (±5)	16/12 (11/12-21/12)	84 (±5)	18/12 (13/12-23/12)
	28	81 (±5)	18/12 (13/12-23/12)	83 (±5)	19/12 (14/12-24/12)
	Outubro				
	1	80 (±5)	19/12 (14/12-24/12)	81 (±4)	21/12 (17/12-25/12)
	4	78 (±4)	21/12 (17/12-25/12)	80 (±4)	22/12 (18/12-26/12)
	7	77 (±4)	23/12 (19/12-27/12)	78 (±4)	24/12 (20/12-28/12)
	10	76 (±4)	24/12 (20/12-28/12)	77 (±4)	25/12 (21/12-29/12)
	13	74 (±3)	26/12 (23/12-29/12)	76 (±3)	27/12 (24/12-30/12)
	16	73 (±3)	27/12 (24/12-30/12)	74 (±3)	29/12 (26/12-01/01)
	19	72 (±3)	29/12 (26/12-01/01)	73 (±3)	31/12 (28/12-03/01)
	22	70 (±3)	31/12 (28/12-03/01)	72 (±3)	01/01 (29/12-04/01)
	25	69 (±3)	02/01 (30/12-05/01)	71 (±3)	03/01 (31/12-06/01)
	28	68 (±3)	04/01 (01/01-07/01)	70 (±3)	05/01 (02/01-08/01)
	31	67 (±3)	06/01 (03/01-09/01)	69 (±3)	07/01 (04/01-10/01)
	Novembro				
	3	66 (±3)	08/01 (05/01-11/01)	68 (±3)	09/01 (06/01-12/01)
	6	65 (±3)	10/01 (07/01-13/01)	67 (±3)	11/01 (08/01-14/01)
	9	64 (±3)	12/01 (09/01-15/01)	66 (±3)	13/01 (10/01-16/01)
	12	63 (±3)	14/01 (11/01-17/01)	65 (±3)	15/01 (12/01-18/01)
	15	63 (±3)	16/01 (13/01-19/01)	64 (±3)	17/01 (14/01-20/01)
	18	62 (±3)	18/01 (15/01-21/01)	63 (±3)	20/01 (17/01-23/01)
	21	61 (±3)	21/01 (18/01-24/01)	62 (±3)	22/01 (19/01-25/01)
24	60 (±3)	23/01 (20/01-26/01)	62 (±3)	24/01 (21/01-27/01)	
27	60 (±3)	25/01 (22/01-28/01)	61 (±3)	27/01 (24/01-30/01)	
30	59 (±3)	27/01 (24/01-30/01)	60 (±3)	29/01 (26/01-01/02)	
Dezembro					
3	58 (±3)	30/01 (27/01-02/02)	60 (±3)	31/01 (28/01-03/02)	
6	58 (±3)	01/02 (29/01-04/02)	59 (±3)	03/02 (31/01-06/02)	
9	58 (±3)	04/02 (01/02-07/02)	59 (±3)	05/02 (02/02-08/02)	
12	57 (±3)	07/02 (04/02-10/02)	59 (±3)	08/02 (05/02-11/02)	
15	57 (±3)	09/02 (06/02-12/02)	58 (±3)	11/02 (08/02-14/02)	

M1: BR-IRGA 410; BRS Pelota; IRGA 422CL; (BRS Sinuelo CL; Arize QM 1003)

M2: BRS Fronteira; BRS 7 "Taim"; BRS Bojuru; El Paso L.144; (IRGA 424)

(Valores entre parênteses correspondem ao respectivo desvio padrão das médias)

pelas plantas de arroz são atingidas em menor tempo. Da mesma forma, é provável que a variabilidade da temperatura média diária seja maior no início do que no fim da primavera. Essa deve ser a explicação para o decréscimo do desvio padrão de ± 5 dias para ± 3 dias, respectivamente, nas datas de emergência de 1º de setembro e de 15 de dezembro, em Capão do Leão (Tabela 1).

CONCLUSÃO

- a duração da fase vegetativa do arroz irrigado, estimada pelo método de graus-dia, é influenciada pelas épocas de semeadura e pelas diferenças regionais de temperatura, sendo maior nas semeaduras antecipadas e nas regiões mais frias e menor nas semeaduras tardias e nas regiões mais quentes;
- é possível usar a estimativa climatológica das datas médias de ocorrência da diferenciação da panícula (DP) geradas neste trabalho para planejar, com antecedência, a adubação nitrogenada em cobertura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CONAB. **Séries históricas:** grãos: agosto 2010. Disponível em: <<http://conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2>>. Acesso em: 25 nov. 2010.
- GILMORE, E. C.; ROGERS, J. S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 50, n. 10, p. 611-615, Feb. 1958.
- 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, dez. 1998.
- INFELD, J. A.; STEINMETZ, S. Influência da época de semeadura sobre a produtividade e a fenologia de cultivares e linhagens de arroz irrigado na região de Pelotas-RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 2., 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Instituto Rio Grandense do Arroz, 2001. p. 141-144.
- SLATON, N.; HELMS, S.; WELLS, B. DD50 computerized rice management program. In: HELMS, R. S. (Ed.). **Rice production handbook**. Little Rock: University of Arkansas, 1996. p. 24-27. (Miscellany publication, 192).
- SOSBAI. **Arroz irrigado:** recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Porto Alegre, 2010. 188 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.; FAGUNDES, P. R. R.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de; SCIVITTARO, W. B.; DEIBLER, A. N.; ULGUIM, A. da R.; NOBRE, F. L. de L.; PINTANEL, J. B. A.; OLIVEIRA, J. G.; SCHNEIDER, A. B. **Determinação dos graus-dia e do número de dias para atingir o estágio de diferenciação da panícula de cultivares de arroz irrigado**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 29 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 88).
- STEINMETZ, S.; INFELD, J. A.; ASSIS, F. N. de; WREGGE, M. S.; FERREIRA, J. S. A. **Uso do método de graus-dia para estimar a data de diferenciação da panícula de grupos de cultivares de arroz irrigado no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 36 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 126).
- STEINMETZ, S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de; FAGUNDES, P. R. R.; SCIVITTARO, W. B.; ALMEIDA, I.R.; REISSER JÚNIOR, C.; DEIBLER, A. N.; MATZENAUER, R.; RADIN, B.; PRESTES, S.D.; SILVA, M.F. da. **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. 75 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 121).