



## DESEMPENHO DO MÉTODO DE GRAUS-DIA PARA ESTIMAR A DATA DA DIFERENCIAÇÃO DA PANÍCULA DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO EM LOCAIS COM REGIMES TÉRMICOS CONTRASTANTES

SILVIO STEINMETZ<sup>1</sup>, THAIS, F.S. de FREITAS<sup>2</sup>, AUGUSTO KALSING<sup>3</sup>, SINTIA da C. TROJAN<sup>4</sup>, GEISON F. LEONETTI<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Eng. Agrônomo, Doutor, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas – RS, Fone (53) 3275 8270, [silvio.steinmetz@embrapa.br](mailto:silvio.steinmetz@embrapa.br).

<sup>2</sup>Eng. Agrônoma, Mestre, Pesquisadora da Estação Experimental do Arroz, Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), Cachoeirinha – RS,

<sup>3</sup>Eng. Agrônomo, Mestre, Pesquisador da Estação Experimental do Arroz, Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), Cachoeirinha – RS,

<sup>4</sup>Eng. Agrônoma, Responsável pela Estação Experimental do IRGA, Uruguaiana – RS, <sup>5</sup>Eng. Agrônomo, Responsável pela Estação Experimental do IRGA, Santa Vitória do Palmar – RS,

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de Setembro de 2013 – Centro de Convenções e Eventos Benedito Silva Nunes, Universidade Federal do Pará, Belém, PA.

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho do método de graus-dia, usando séries históricas de temperatura média diária do ar (Tm) e dados de Tm do ano da safra, para estimar a data de diferenciação da panícula (DP) de três cultivares de arroz irrigado, em três locais do RS. Experimentos bioclimáticos, envolvendo sete épocas de semeadura por safra foram conduzidos em Santa Vitória do Palmar, Cachoeirinha e Uruguaiana, nas safras 2011/2012 e 2012/2013, envolvendo as cultivares Irga 421 (muito precoce), Irga 417 (precoce) e Irga 424 (médio). A data da DP da cultivar foi considerada quando ao menos 3 em 10 plantas amostradas estavam com a panícula entre 1mm e 2mm de comprimento. A previsão inicial da data da DP, que utiliza o método de graus-dia e uma série de 30 anos de Tm foi obtida por meio de tabelas pré-publicadas. A previsão final da data da DP foi feita considerando as exigências térmicas das cultivares e a Tm do ano da safra. Os resultados indicam que o método de graus-dia, usando séries históricas de Tm, estima, com razoável nível de acurácia, a data da diferenciação da panícula de cultivares de arroz irrigado, em locais com regimes térmicos contrastantes. O uso da Tm do ano da safra melhora o desempenho do método, principalmente quanto aos parâmetros da equação linear de regressão, como o aumento do coeficiente de determinação e o menor desvio da linha de tendência da linha 1:1.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Oryza sativa* L., soma térmica, temperatura do ar.

PERFORMANCE OF THE DEGREE-DAYS METHOD TO ESTIMATE THE DATE OF PANICLE DIFFERENTIATION OF IRRIGATED RICE CULTIVARS IN PLACES WITH CONTRASTING THERMAL REGIMES

**ABSTRACT:** The aim of this study was to evaluate the performance of the degree-days method to estimate the date of panicle differentiation (PD) of three cultivars of irrigated rice, in three locations of the state of Rio Grande do Sul, using historical series of daily average air temperature (Tm) and Tm data of the crop season. Bioclimatic experiments, involving seven





seeding dates in each season were conducted in Santa Vitória do Palmar, Cachoeirinha and Uruguaiana, in the crop seasons of 2011/2012 and 2012/2013, involving the cultivars Irga 421 (very short cycle), Irga 417 (short cycle) and Irga 424 (medium cycle). The date of PD of the cultivar was considered when the length of the panicle was between 1 mm and 2 mm at least in 3 of the 10 plants sampled. The initial forecast date of the PD, which uses the method of degree-days and series of 30 years of  $T_m$  data, was obtained through previously published tables. The final forecast date of the PD was made considering the thermal requirements of the cultivars and the  $T_m$  of the current crop season. The results indicates that the degree-days method, using historical series of  $T_m$  allows one to estimate, with reasonable level of accuracy, the date of the panicle differentiation of irrigated rice cultivars, in places with contrasting thermal regimes. The performance of the method using the  $T_m$  of current crop season improves the parameters of the linear regression equation as the increase of the coefficient of determination and the decrease of the deviation of the trend line from the 1: 1 line.

**KEYWORDS:** *Oryza sativa L.*, thermal heat units, air temperature.

## INTRODUÇÃO

Dentre as práticas de manejo importantes para a produtividade do arroz irrigado, destaca-se a segunda adubação nitrogenada em cobertura (ANC), que deve ser realizada no início da fase reprodutiva, no estágio de iniciação da panícula (IP) (SOSBAI, 2012).

Como o estágio de IP é de difícil visualização direta na planta, desconsiderando-se o “anel verde”, que é uma indicação indireta (COUNCE et al, 2000), 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). Os estádios IP e DP correspondem, respectivamente, aos estádios  $R_0$  e  $R_1$  da escala de Counce et al. (2000). O problema é que a ocorrência da DP é variável, por ser dependente da temperatura (STANSEL, 1975; STEINMETZ et al., 2009). Por isso, é preferível estimar a data de ocorrência da DP em dias após a emergência (DAE), mas usando o método de graus-dia, ou soma térmica, ao invés de um determinado número médio de DAE pelo calendário civil (SLATON et al., 1996; STEINMETZ et al., 2010). Baseando-se nesse princípio, Steinmetz et al. (2010) estimaram a data de ocorrência da DP, para seis subgrupos de cultivares, em 17 localidades do Rio Grande do Sul (RS), usando séries históricas (30 anos) de temperatura média diária do ar ( $T_m$ ). Entretanto, para que se possa usar as datas estimadas de DP, baseadas nas séries históricas de  $T_m$ , auxiliando o produtor na tomada de decisão sobre a época de aplicação da segunda ANC, é necessário validar essas estimativas. Da mesma forma, é importante verificar como a data da DP, estimada com a  $T_m$  do ano da safra, se relaciona com a data da DP estimada pela  $T_m$  da série histórica.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho do método de graus-dia, usando séries históricas de temperatura média diária do ar ( $T_m$ ) e dados de  $T_m$  do ano da safra, para estimar a data de diferenciação da panícula de três cultivares de arroz irrigado, em três locais com regimes térmicos contrastantes.





## MATERIAL E MÉTODOS

O desempenho do método de graus-dia para estimar a data da DP de cultivares de arroz irrigado foi testado usando-se dados obtidos em experimentos bioclimáticos por meio de um projeto desenvolvido em parceria entre a Embrapa Clima Temperado e o Instituto Rio-Grande do Arroz (IRGA). Os experimentos foram conduzidos nas estações experimentais do IRGA em Santa Vitória do Palmar, Cachoeirinha e Uruguaiana nas safras 2011/2012 e 2012/2013. Neste trabalho, não serão utilizados os dados obtidos na safra 2011/2012 em Cachoeirinha e na safra 2012/2013 em Uruguaiana. Em cada safra e local foram utilizadas sete épocas de semeadura, de início de setembro a meados de dezembro, e quatro cultivares de ciclos distintos, quais sejam: Irga 421 (muito precoce), Irga 417 (precoce), Irga 424 (médio) e Epagri 109 (tardio). Neste estudo, não se considerou a cultivar Epagri 109 em função de não fazer parte da lista de cultivares utilizadas para estimar a data da DP usando-se séries históricas de  $T_m$ , nas distintas regiões produtoras do RS (STEINMETZ et al., 2010).

A adubação utilizada considerou expectativa alta de resposta da cultura ao fator, de acordo com os critérios da SOSBAI (2012), sendo a adubação de base aplicada na linha de semeadura e a de cobertura, parcelada, aplicando-se cerca de dois terços da dose entre os estádios  $V_3$  e  $V_4$ , época de início da irrigação definitiva, e um terço no estádio de iniciação da panícula. A lâmina de irrigação foi mantida entre 5 e 7 cm. Os demais tratos culturais foram feitos de acordo com as recomendações técnicas da SOSBAI (2012).

Em cada época de semeadura foi escolhida uma repetição na qual foram marcadas 10 plantas para acompanhar a data de ocorrência dos principais estádios de desenvolvimento da planta de arroz de acordo com a escala de Counce et al. (2000). As leituras eram feitas entre duas e três vezes na semana. Também foram anotadas as datas de 10% e 50% de emergência. Neste trabalho serão utilizados, apenas, os dados relativos à DP.

Para determinar a data da DP, foram coletados dez colmos principais, em cada data de amostragem, abrindo-os no sentido longitudinal com o auxílio de uma lâmina de barbear. A data da DP na planta (DP/Real) foi considerada quando ao menos 3 das 10 plantas amostradas estavam com a panícula diferenciada, ou seja, com 1mm ou 2mm de comprimento, que corresponde ao “ponto de algodão” (STANSEL, 1975).

Utilizando-se a data de 50% de emergência de cada cultivar, em cada época, foi feita a previsão inicial (PI) da data de ocorrência da DP (DP/PI) do subgrupo ao qual pertence a cultivar, a partir das tabelas apresentadas em Steinmetz et al., (2010), que utiliza o método de graus-dia e uma série de 30 anos de dados de temperatura média diária do ar ( $T_m$ ).

A previsão final (PF) da data de ocorrência da DP (DP/PF) foi feita considerando as exigências térmicas das cultivares avaliadas e a  $T_m$  do ano da safra. Os dados de  $T_m$  foram obtidos junto ao 8º DISME/Inmet e à Fepagro.

Para avaliar o desempenho do método de graus-dia para estimar a data de ocorrência da DP, em dias após a emergência (DAE), estabeleceram-se equações de regressão entre as datas da DP na planta (DAE-DP/Real) e as datas estimadas pela série histórica de  $T_m$  da localidade (DAE-DP/PI), e as datas estimadas com os dados de  $T_m$  da safra (DAE-DP/PF). Também foram avaliados os desvios em dias, expressos em porcentagem, entre DP/Real e DP/PI, e



DP/Real e DP/PF, considerando-se quatro classes, variando de zero a três dias até maior que nove dias. Essas classes consideram tanto os desvios positivos como os negativos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de todos os dados obtidos indica que há uma relação linear entre o número de dias após a emergência (DAE) para atingir a DP na planta (DAE-DP/Real) e o estimado pelo método de graus-dia utilizando a série histórica de dados de Tm (DAE-DP/PI) (Figura 1a). Quando se considera a linha de tendência da regressão linear em relação a linha 1:1 (linha pontilhada), verifica-se que os desvios são menores nas faixas iniciais de DAE (40-50) e maiores nas faixas finais de DAE (60-70). Assim, por exemplo, no DAE 50, a data estimada da DP (DP/PI) corresponde ao DAE 49 da DP determinada na planta (DP/Real), ou seja, uma diferença de apenas um dia. Por outro lado, no DAE 70, a data estimada da DP (DP/PI) corresponde ao DAE 67 da DP determinada na planta (DP/Real), portanto, uma diferença de três dias entre ambas (Figura 1a). Esses resultados sugerem que o uso do método de graus-dia para estimar a data da DP (DP/PI) apresenta resultados melhores para as cultivares de ciclo muito precoce e precoce (Irga 421 e Irga 417), do que para a de ciclo médio (Irga 424).

A análise da Figura 1b indica que também há uma relação linear entre o número de dias após a emergência (DAE) para atingir a DP na planta (DAE-DP/Real) e o estimado pelo método de graus-dia, usando-se os dados de Tm do ano da safra (DAE-DP/PF). Da mesma forma, verifica-se que os desvios da linha 1:1 são menores e maiores, respectivamente, nas faixas iniciais e finais de DAE. Entretanto, nesse caso, a magnitude dos desvios é menor do que na Figura 1a, pois a linha de tendência da equação de regressão está mais próxima da linha 1:1. Esses melhores resultados devem-se ao fato de usar-se a Tm do ano da safra e a exigência térmica da cultivar específica (para a DAE-DP/PI, usa-se o subgrupo ao qual a cultivar pertence). Esse é o mesmo princípio usado pelo programa Degree-day 50 (DD50) nos EUA, ou seja, a data de DP estimada pela série histórica de Tm é corrigida pela Tm do ano da safra (SLATON et al., 1996).

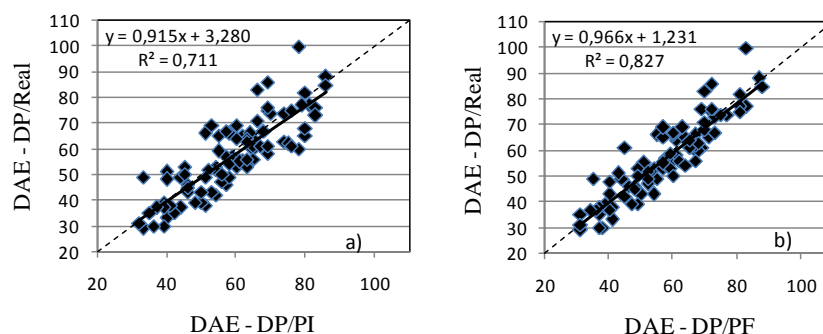


Figura 1. Relação entre a diferenciação da panícula (DP) estimada pela método de graus-dia usando séries históricas de temperatura média diária do ar-Tm (DP/PI) (a) e dados de Tm do ano da safra (DP/PF) (b), e observada na planta de arroz irrigado (DP/Real), expressas em dias após a emergência (DAE), nas safras 2011/2012 e 2012/2013.

Na Figura 1, a dispersão razoável dos dados, apesar de terem sido obtidos em condições



experimentais, pode ser decorrência da diversidade de condições em que os mesmos foram obtidos. Um fator que deve ter contribuído foi a dificuldade, ocorrida em algumas épocas de semeadura, em definir-se a data de 50% de emergência em função da desuniformidade na emergência das plântulas causada pela carência e/ou irregularidade de chuva.

A avaliação do desempenho do método de graus-dia para estimar a data de ocorrência da DP indica que a diferença entre a DP medida na planta (DP/Real) e a DP estimada pela série histórica de dados de Tm (DP/PI) situou-se entre 0 e 3 dias (considerado como ótimo a muito bom) em 27,5% dos dados obtidos (Tabela 1). Houve uma pequena melhora dos resultados (36,2%) comparando-se a DP/Real com a estimada usando-se os dados de Tm do ano da safra (DP/PF) (Tabela1).

Tabela 1. Desempenho do método de graus-dia (GD) para estimar a data de ocorrência da diferenciação da panícula na planta (DP/Real), usando-se a série histórica de dados de temperatura média diária do ar-Tm (DP/PI) e dados de Tm do ano da safra (DP/PF), nas safras agrícolas de 2011/2012 e 2012/2013.

Classe (dias)	Desempenho do método de GD	Diferença (%) entre	
		DP/Real e DP/PI	DP/Real e DP/PF
0 - 3	O - MB	27,5	36,2
3,1 - 6	MB - R	16,7	24,6
6,1 - 9	R - F	23,2	15,9
>9,1	MF	32,6	23,2

O = Ótimo; MB = Muito Bom; R = Regular; F = Fraco; MF = Muito Fraco

## CONCLUSÃO

O método de graus-dia, usando séries históricas de temperatura média diária do ar (Tm) permite estimar, com nível razoável de acurácia, a data de diferenciação da panícula (DP) de cultivares de arroz irrigado, em condições experimentais, em locais com regimes térmicos contrastantes. O uso da Tm do ano da safra melhora o desempenho do método, principalmente quanto aos parâmetros da equação linear de regressão, como o aumento do coeficiente de determinação e o menor desvio da linha de tendência da linha 1:1.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao 8ºDISME/INMET e à FEPAGRO, pela cedência dos dados meteorológicos utilizados neste trabalho. Os autores agradecem também aos estagiários Jéssica Ávila de Abreu, João Pedro Felin, Luciano Corrêa Rodrigues e Ângelo Dias Mendonça, e ao Eng. Agrônomo Lasier Silveira Lima, ex-responsável pela Estação Experimental do IRGA em Santa Vitória do Palmar, pelo auxílio na coleta dos dados experimentais.





## 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.

SLATON, N. A.; NORMAN, R. J.; WELLS, B. R.; MILLER, D. M.; HELMS, R. S.; BEYROUTY, C. A.; WILSON JUNIOR, C. E. Efficient use of fertilizer. In: HELMS, R. S. (Ed.). **Rice production handbook**. Little Rock: University of Arkansas, 1996. p. 42-54. (Miscellany publication, 192).

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado: recomendações técnicas de pesquisa para o Sul do Brasil**. Itajaí: SOSBAI, 2012. 179p.

STANSEL, J.W. **Effective utilization of sunlight**. In: TEXAS AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION. Six decades of rice research in Texas. College Station. Texas A&M University System, 1975. p. 43-50 (Research monograph, 4).

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.; 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).

