

ESTIMATIVA DA TEMPERATURA BASE DA FASE EMERGÊNCIA - DIFERENCIAÇÃO DA PANÍCULA EM ARROZ CULTIVADO E ARROZ VERMELHO.

ISABEL LAGO¹, MELISSA P. DE CARVALHO¹, LOVANE K. FAGUNDES¹,
NEREU A. STRECK², SIDINEI J. LOPES²

¹ Eng^a. Agrônoma, Aluna do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Depto. de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS., ² Depto. de Fitotecnia, CCR, UFSM. Avenida Roraima, 1000, 97105-900, Santa Maria, RS, nstreck1@smail.ufsm.br. Autor para correspondência.

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 –
Aracaju – SE

RESUMO: O objetivo foi estimar a temperatura base (T_b) para a fase emergência - diferenciação da panícula em nove genótipos de arroz cultivado e dois biótipos de arroz vermelho. Um experimento a campo foi conduzido durante quatro anos agrícolas (2003/2004, 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007), na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil. As plantas de arroz foram cultivadas em vasos de 12 litros, preenchidos com solo do local e enterrados. Os genótipos utilizados foram: IRGA 421, IRGA 416, IRGA 417, IRGA 420, BRS 7 TAIM, BR-IRGA 409, EPAGRI 109, EEA 406 e um híbrido e, os biótipos de arroz vermelho foram: casca amarela aristado (AVCAA) e casca preta aristado (AVCPA)). A temperatura base foi estimada pelos métodos do menor desvio padrão em graus-dia (DPgdd), menor desvio padrão em dias (DPdia), coeficiente de variação em graus-dia (CVgdd), coeficiente de regressão (CR) e X-intercepto (X-int.). A T_b foi diferente dependendo do método de cálculo e variou, em média de 5,0 a 11,5°C nos genótipos de arroz cultivado e de 9,4 a 10,1°C nos biótipos de arroz vermelho.

PALAVRAS-CHAVE: desenvolvimento, fenologia, soma térmica.

ESTIMATING BASE TEMPERATURE OF THE EMERGENCE – PANICLE DIFFERENTIATION PHASE IN CULTIVATED RICE AND RED RICE.

ABSTRACT: The objective of this study was to estimate the base temperature (T_b) of the emergence – panicle differentiation phase in nine cultivated rice genotypes and two red rice biotypes. A four-year field experiment (2003/2004, 2004/2005, 2005/2006, and 2006/2007) was conducted at the research area, Plant Science Department, Federal University of Santa Maria, Santa Maria, RS, Brazil. Plants were grown in 12 liter pots filled with local soil and buried. Cultivated rice genotypes were IRGA 421, IRGA 416, IRGA 417, IRGA 420, BRS 7 TAIM, BR-IRGA 409, EPAGRI 109, EEA 406 and a hybrid, and red rice biotypes were an awned yellow hull and an awned black hull. Base temperature was estimated with several methods, the standard deviation in degree-days method, the standard deviation in days method, the coefficient of variation in degree-days method, the regression coefficient of variation in degree-days method, the regression coefficient method, and x-intercept method. The T_b was different depending upon the calculation method and on the average varied from 5.0 to 11.5°C in the cultivated rice genotypes and from 9.4 to 10.1°C in the red rice biotypes.

KEY WORDS: development, phenology, thermal time.

INTRODUÇÃO: Entre os fatores ambientais, a temperatura é o principal elemento meteorológico que afeta o desenvolvimento da planta de arroz (GAO et al., 1992; INFELD et al., 1998). A maneira mais simples e frequentemente usada para descrever o efeito da temperatura sobre o desenvolvimento vegetal é através da soma térmica, com unidade °C dia. Na canônica equação de cálculo dos graus-dia, subtrai-se da temperatura média do ar (diária ou horária) a temperatura base da espécie (ARNOLD, 1959). A temperatura base (T_b) é definida como o valor da temperatura do ar abaixo do qual o desenvolvimento da planta é paralisado ou ocorre em taxas muito reduzidas, que para fins de cálculo pode ser desprezível (LOZADA & ANGELOCCI, 1999; BARBANO et al., 2002). Diferentes espécies vegetais e genótipos dentro de cada espécie, geralmente possuem diferentes T_b , a qual ainda pode variar em função da idade ou da fase do desenvolvimento (STRECK et al. 2007). Como existem muitos genótipos de arroz recomendadas para diferentes regiões do Brasil e novos genótipos são lançados anualmente, a estimativa da T_b destes genótipos é um tema atual e constante para a pesquisa. Além disso, o arroz vermelho, que é da mesma espécie do arroz cultivado, é a principal planta daninha das lavouras orizícolas do Rio Grande do Sul e é caracterizado por biótipos distintos, por terem uma pequena chance de cruzamento com arroz cultivado. Assim, oportuno também é estender o esforço de estimativa da T_b para biótipos de arroz vermelho. O objetivo neste trabalho foi estimar a temperatura base para a fase emergência-diferenciação da panícula em nove genótipos de arroz cultivado e dois biótipos de arroz vermelho.

MATERIAL E MÉTODOS: Um experimento a campo foi conduzido durante quatro anos agrícolas (2003/2004, 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007) na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil (latitude: 29° 43'S, longitude: 53° 43'W e altitude: 95 m). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Cfa, o que significa subtropical úmido sem estação seca definida com verões quentes (MORENO, 1961). As plantas de arroz foram cultivadas em vasos de 30 cm de diâmetro e 26 cm de altura com capacidade de 12 litros preenchidos com solo do local e enterrados, deixando-se uma borda de 5 cm acima do nível do solo. O espaçamento entre os baldes (de centro a centro dos baldes) foi de 1,5 m x 0,8 m. As datas de semeadura foram: 01/09/2003, 20/10/2003, 21/11/2003, 05/01/2004 e 29/01/2004 no ano agrícola 2003/2004, 02/09/2004, 07/10/2004, 04/11/2004, 03/12/2004 e 02/03/2005 no ano agrícola 2004/2005, 26/09/2005, 25/11/2005 e 02/02/2006 no ano agrícola 2005/2006 e 08/11/2006 e 13/12/2006 no ano agrícola 2006/2007, totalizando 15 épocas de semeadura. Foram selecionadas estas datas de semeadura para se obterem semeaduras antes, durante e depois da época de semeadura recomendada para a Região da Depressão Central do Rio Grande do Sul que é de 01 de outubro a 10 de dezembro (SOSBAI, 2005), e assim ter as plantas desenvolvendo-se em diferentes condições de temperatura, o que é importante neste tipo de estudo. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. A unidade experimental foi constituída de um balde com 10 plantas. Os genótipos utilizados foram IRGA 421, IRGA 416, IRGA 417, IRGA 420, BRS 7 TAIM, BR-IRGA 409, EPAGRI 109 e um híbrido ainda não lançado pelo IRGA (aqui referido como híbrido) pertencentes a subespécie *indica* e tipo moderno (porte baixo e folhas eretas) e o genótipo EEA 406 que é da subespécie *japônica* e tipo de arquitetura tradicional (porte alto e folhas decumbentes). Estes genótipos são recomendados para o Rio Grande do Sul e Santa Catarina e apresentam variação considerável de ciclos, de muito precoce (IRGA 421) a tardio (EPAGRI 109) (SOSBAI, 2005). Também

foram utilizados dois biótipos de arroz vermelho, um biótipo de casca amarela aristado (AVCAA) e um de casca preta aristado (AVCPA) cujas sementes foram oriundas de uma planta de cada biótipo de uma lavoura de arroz no campo experimental do IRGA em Cachoeirinha, RS. Foram semeadas 30 sementes por vaso. O dia da emergência foi considerado quando 50% das plântulas estavam com o prófalo visível acima do nível do solo. No estágio V3 (COUNCE et al., 2000), foi realizado um raleio das plantas, deixando-se dez plantas por vaso. A irrigação foi realizada deixando-se uma lâmina de água de 5 a 7 cm nos vasos a partir do estágio V3 da escala de COUNCE et al. (2000). Foi determinada a data de ocorrência do estágio R1 (diferenciação da panícula) da escala de COUNCE et al. (2000). A temperatura base foi estimada pelos métodos tradicionais propostos por ARNOLD (1959): Menor desvio padrão em graus-dia (DPgdd), Menor desvio padrão em dias (DPdia), Coeficiente de variação em graus-dia (CVgdd), Coeficiente de regressão (CR) e X-intercepto (X-int.). Estes mesmos métodos foram modificados por YANG et al. (1995) para simplificar o cálculo, e também foram usados para estimar a Tb.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Tabela 1 estão apresentados os valores de Tb para a fase emergência-diferenciação da panícula (EM-R1) estimados pelos métodos de ARNOLD (1959) e os métodos modificados por YANG et al. (1995). Quando os valores de Tb estimados foram menores que 0°C ou maiores que 20°C, apresentamos apenas como < 0°C e > 20°C, respectivamente, e consideramos que estes valores não são realísticos do ponto de vista da planta de arroz. Observa-se uma variação da Tb tanto entre os métodos de cálculo, quanto entre as cultivares de arroz irrigado e biótipos de arroz vermelho. Os valores de Tb estimados pelos métodos de ARNOLD (1959) DPdia, CVgdd, CR e X-int. apresentaram valores similares (Tabela 1). Já nos métodos de YANG et al. (1995), os CVgdd e CR tiveram valores similares (Tabela 1). O método DPgdd teve maiores valores de Tb tanto de ARNOLD (1959) como de YANG et al. (1995). ANDRADE et al. (2005) também relataram maiores valores de Tb pelo método DPgdd para três cultivares de milho na fase semeadura-pendoamento. Entre as cultivares, BRS 7-TAIM e EEA 406 tiveram a maioria das Tbs como < 0°C ou > 20°C. Em função da variabilidade das Tbs estimadas, optou-se em fazer a média das Tbs excluindo-se os valores < 0°C e > 20°C. Os resultados dessa média indicam valores variando de 3,1°C (BR-IRGA 409) a 11,4°C (IRGA 421) pelos métodos de ARNOLD (1959) e de 5,0°C (BRS 7 TAIM) a 18,1°C (EEA 406) pelos métodos de YANG et al. (1995), e para todas as cultivares de arroz e biótipos de arroz vermelho, as Tbs estimadas foram maiores com os métodos de YANG et al. (1995) comparado com os métodos de ARNOLD (1959). Para as cultivares BRS 7 TAIM e EEA 406, apenas foi possível estimar a Tb pelos métodos de YANG et al. (1995), e os valores médios foram 5,0°C para BRS 7 TAIM pelos métodos DPgdd, CVgdd e CR, e 18,1°C para EEA 406 pelos métodos DPgdd e DPdia.

Tabela 1. Valores de temperatura base (°C) para a fase de emergência - diferenciação da panícula (EM-R1) estimados pelos métodos tradicionais de ARNOLD (1959) e pelos métodos modificados por YANG et al. (1995).

| ARNOLD (1959) | YANG et al. (1995) | Média |
|---------------|--------------------|-------|
|---------------|--------------------|-------|

| | DPgdd | DPdia | CVgdd | CR | X-int. | Média | DPgdd | DPdia | CVgdd | CR | Média | dos métodos |
|------------------------------|-------|-------|-------|------|--------|-------|-------|-------|-------|------|-------|----------------|
| Cultivares de arroz irrigado | | | | | | | | | | | | |
| IRGA 421 | 12,5 | 11,0 | 11,0 | 11,0 | 11,3 | 11,4 | 12,5 | >20,0 | 11,3 | 11,3 | 11,7 | 11,5 |
| IRGA 416 | 11,5 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,1 | 7,9 | 11,8 | >20,0 | 7,5 | 7,4 | 8,9 | 8,4 |
| IRGA 417 | 11,0 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 8,2 | 11,3 | >20,0 | 8,1 | 7,8 | 9,1 | 8,6 |
| IRGA 420 | 14,0 | 5,0 | 5,0 | 4,5 | 4,3 | 6,6 | 13,4 | >20,0 | 5,5 | 5,0 | 8,0 | 7,3 |
| BRS 7 TAIM | >20,0 | <0,0 | <0,0 | <0,0 | <0,0 | - | 14,6 | >20,0 | 0,4 | 0,1 | 5,0 | 5,0 |
| BR IRGA 409 | >20,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,3 | 3,1 | 14,8 | >20,0 | 3,6 | 3,6 | 7,3 | 5,2 |
| EPAGRI 109 | >20,0 | 6,0 | 6,0 | 4,5 | 3,7 | 5,1 | 15,7 | >20,0 | 6,0 | 5,1 | 8,9 | 7,0 |
| EEA 406 | >20,0 | <0,0 | <0,0 | <0,0 | <0,0 | - | 16,9 | 19,4 | <0,0 | <0,0 | 18,1 | 18,1 |
| Híbrido | 12,0 | 4,0 | 4,0 | 3,0 | 3,0 | 5,2 | 12,1 | >20,0 | 4,4 | 3,9 | 6,8 | 6,0 |
| Biótipos de arroz vermelho | | | | | | | | | | | | |
| AVCAA | 14,0 | 9,0 | 9,0 | 8,5 | 8,1 | 9,7 | 13,5 | >20,0 | 9,2 | 8,9 | 10,5 | 10,1 |
| AVCPA | >20,0 | 9,0 | 9,0 | 8,0 | 7,2 | 8,3 | 14,6 | >20,0 | 8,9 | 8,4 | 10,6 | 9,4 |

DPgdd = Método do menor desvio-padrão em graus-dia; Dpdia = Método do menor desvio-padrão em dias; CVgdd = Método do coeficiente de variação em graus-dia; CR = Método do coeficiente de regressão; X-int. = Método do x-intercepto

Analisando-se os valores de Tb (média de todos os métodos) entre os genótipos nota-se que a maioria (7 de 9) das cultivares apresentam Tb entre 5°C e 8,6°C. As duas cultivares que tiveram Tb acima desta faixa foram a IRGA 421 (11,5°C) e a EEA 406 (18,1°C). Analisando-se os valores de Tb da IRGA 421 nota-se uma consistência de valores entre 11,0°C e 12,5°C, indicando que esta cultivar tem uma Tb maior que as demais cultivares do tipo moderno. Esta cultivar se diferencia das demais pelo ciclo muito precoce. Já os valores altos de Tb estimados para a EEA 406 parecem não ser realísticos e certamente devem ser desconsiderados. O híbrido de arroz usado neste estudo apresentou, consistentemente, baixos valores de Tb. Já os biótipos de arroz vermelho apresentaram maiores valores de Tb (9,4°C e 10,1°C) comparado a sete dos nove genótipos cultivados. Pode ser que a maior Tb destes biótipos de arroz vermelho esteja associada ao local de origem destes biótipos que foram selecionados em local com temperaturas elevadas (Cachoeirinha, RS). INFELD et al. (1998) relatam valores de 11,1°C, 10,8°C e 11,3°C, durante a fase emergência a diferenciação do primórdio floral para cultivares de ciclo precoce, médio (dentre elas BR-IRGA 409 e EEA 406 que constam neste estudo) e tardio, respectivamente. ALVES et al. (2000) relatam uma Tb de 12,8°C para a fase de germinação. Os valores de Tb estimados para a maioria dos genótipos cultivados usados neste estudo (EPAGRI 109, BR-IRGA 409, BRS 7 TAIM, IRGA 417, IRGA 416 e Híbrido) são mais baixos do que valores encontrados na literatura. Já os valores de Tb do IRGA 421 e dos biótipos de arroz vermelho estão próximos dos valores de Tb reportados na literatura. Os resultados deste estudo podem ser resumidos em dois aspectos principais. O primeiro é que a Tb para um mesmo genótipo pode ser diferente dependendo do método usado na sua estimativa. Isto certamente ocorre em função de que os métodos comumente utilizados para

esta finalidade são métodos empíricos. O segundo aspecto é que a Tb pode variar entre genótipos de uma mesma espécie, como é o caso do arroz. Esta diferença na Tb entre cultivares certamente é reflexo das diferenças genotípicas e na adaptação dos genótipos a diferentes ambientes durante seu processo de seleção. Apesar das diferenças de Tb encontradas neste estudo, sete das nove cultivares de arroz apresentaram Tb com variação menor do que 4°C, diferença que pode ser considerada pequena para fins de cálculo da soma térmica.

CONCLUSÕES: A temperatura base estimada é diferente dependendo do método de cálculo. A temperatura base da fase emergência-diferenciação da panícula dos genótipos de arroz cultivado variou, em média, de 5,0 a 11,5°C e dos biótipos de arroz vermelho de 9,4 a 10,1°C.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, V.C. et al. Exigências térmicas do arroz irrigado 'IAC 4440'. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.8, n.2, p.171-174, 2000.
- ANDRADE, R.G. et al. Avaliação de métodos para estimativa da temperatura-base para as culturas de milho (*Zea mays* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.13, n.3, p. 316-325, 2005.
- ARNOLD, C.Y. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 74, p. 430-445, 1959.
- BARBANO, M.T. et al. Temperatura-base e soma térmica para cultivares de ervilha (*Pisum sativum* L.). **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.10, n.1, p. 75-82, 2002.
- COUNCE, P. et al. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v.40, n.2, p.436-443, 2000.
- GAO, L. et al. Rice clock model – a computer model to simulate rice development. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.60, n.1, p.1-16, 1992.
- INFELD, J. A. et al. 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.
- LOZADA, B.I.; ANGELOCCI, L.R. Determinação da temperatura-base e de graus-dia para a estimativa do subperíodo da semeadura à floração de um híbrido de milho. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v7, n.1, p.31-36, 1999.
- MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria de Agricultura, Diretoria de Terras e Colonização, Seção de Geografia, 1961. 43p.
- SOSBAI (Sociedade Sul Brasileira de Arroz irrigado). **Arroz irrigado: Recomendações técnicas para o sul do Brasil**. Santa Maria: SOSBAI, 2005.159p.
- STRECK, N. A. et al. Simulating the development of field grown potato (*Solanum tuberosum* L.). **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 142, p. 1-11, 2007.
- YANG, S. et al. Mathematical formulae for calculating the base temperature for growing degree days. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.74, p. 61-74, 1995.