

**TEMPERATURA-BASE E GRAUS-DIA DURANTE O PERÍODO VEGETATIVO DE TRÊS GRUPOS DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO.**

**BASE TEMPERATURE AND DEGREE-DAY DURING VEGETATIVE PERIOD OF THREE IRRIGATED RICE CULTIVARS GROUPS.**

José Alceu Infeld<sup>1</sup>, João Baptista da Silva<sup>2</sup> e Francisco Neto de Assis<sup>3</sup>

**RESUMO**

Estimou-se a duração do período vegetativo (emergência das plântulas à diferenciação do primórdio floral) em função da soma dos graus-dia (GD) dados pela temperatura média do ar (T) e temperatura-base (Tb) para três grupos de cultivares (preoces, médios e tardios) de arroz irrigado. Determinou-se a Tb para cada grupo de cultivar por dois métodos: da variabilidade dos GD e pelo índice de desenvolvimento (ID). Os resultados indicaram que em ambos os métodos a Tb foi de 11°C. Usando-se essa Tb, determinou-se com o auxílio da fórmula  $GD = \sum (T - Tb)$  os graus-dia para cada grupo de cultivar. Os valores encontrados foram: 536 GD, 638 GD e 772 GD, respectivamente, para cultivares de ciclo precoce, médio e tardio. Estes valores estimam a duração do período vegetativo da cultura com erro em torno de 3,0 dias para as cultivares de ciclo precoce e 4,5 dias para as cultivares de ciclo médio e tardio. A determinação dos GD para o período vegetativo permite indicar a época correta de aplicação de nitrogênio em cobertura, com reflexo no rendimento de grãos da cultura do arroz irrigado.

**Palavras-chave:** arroz irrigado, *oryza sativa*, graus-dia, temperatura-base.

**SUMMARY**

<sup>1</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, M.Sc., EMBRAPA/CPACT - Cx.Postal 403, CEP 96001-970, Pelotas, RS.

<sup>2</sup> Prof. Titular, Livre-Docente, Dr., Bolsista do CNPq, UFPel-Pelotas.

<sup>3</sup> Prof. Titular, Doutor, Bolsista do CNPq. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, e-mail: fnassis@ufpel.tche.br.

Since the duration of the vegetative period is not easily detected and is very important for nitrogen topdressing, its duration was estimated by day degrees (DD), for lowland rice cultivars. The vegetative period duration, related to DD, calculated upon mean temperatures (Mt) and basic temperatures (Bt), was studied in three rice cultivars groups (early, medium and late cycle). For each group, Tb was calculated by the variability in the DD sum and by the developmental index (DI), both resulting in 11°C. The DD for each cultivar group was calculated by the formula  $DD = \sum (Mt - Tb)$ . Values of 536, 638 and 772 day degrees were found for early, medium and late season groups, respectively. Such a values estimated the duration of the vegetative period with a deviation of 3 days for early season cultivars and 4.5 days for the medium and late ones.

**Key words:** rice, *oryza sativa*, degree-day, base-temperature.

## INTRODUÇÃO

As diferentes épocas de semeadura do arroz irrigado e a variação diária da temperatura média do ar são os principais fatores que contribuem para aumentar ou diminuir o ciclo das cultivares.

Visando dar maior eficiência à prática de aplicação de nitrogênio em cobertura que se verifica no final do período vegetativo, dividiu-se o ciclo da cultura do arroz irrigado em três períodos: vegetativo, reprodutivo e de maturação. Essa divisão é praticada por vários autores, entre eles STANSEL (1975). O período vegetativo é o que apresenta maior variação em número de dias, pois é nesse período que se verificam as maiores variações de temperatura do ar. Sabe-se que o arroz, como outras culturas, depende para desenvolver-se de limites definidos de temperaturas máximas e mínimas. GAO et al. (1992) estudando modelos de desenvolvimento fenológico do arroz em latitudes iguais às latitudes das regiões arrozeiras do Rio Grande do Sul, encontraram que os limites térmicos favoráveis ao desenvolvimento do arroz foram entre 10°C e 28°C para cultivares japônicas e entre 12°C e 30°C para cultivares índicas, estas as mais cultivadas no Estado do Rio Grande do Sul-RS.

Um dos problemas no cálculo de graus-dia é o estabelecimento dos limites das temperaturas favoráveis, consideradas base, para as culturas completarem seus diferentes subperíodos ou seu ciclo. ARNOLD (1959) demonstrou a necessidade de determinar a temperatura-base para minimizar o erro no cálculo dos graus-dia. CROSS & ZUBER (1972) testaram 22 métodos de cálculo de graus-dia, indicando como limites mais eficientes para a cultura do milho temperaturas entre 10°C e 30°C. INFELD & BAPTISTA DA SILVA (1987), baseados na fórmula de MILLS (1964), variaram as temperaturas

limitantes ao desenvolvimento do arroz irrigado e encontraram como favoráveis temperaturas entre 10°C e 30°C.

A técnica de estimar a duração de um subperíodo ou do ciclo das plantas, através de graus-dia é usual em muitas culturas, tais como: alface, amendoim, arroz, aspargo, milho, soja e trigo. Essa técnica foi desenvolvida e testada por muitos pesquisadores do mundo, entre eles cita-se ARNOLD (1959), MILLS (1964) e STANSEL (1975) nos Estados Unidos, OWEN (1971) na Austrália, GAO et al. (1992) na China e BERLATO et al. (1978) no Brasil.

O estágio de desenvolvimento da planta de arroz, em que é recomendada a aplicação de nitrogênio em cobertura, foi pesquisado por vários autores. FAGI & DE DATTA (1981) e MACHADO (1993) demonstraram que as aplicações de nitrogênio em cobertura responderam com mais eficiência na produção de grãos quando aplicadas no final do período vegetativo.

O objetivo do presente trabalho foi estimar a temperatura-base ( $T_b$ ) de crescimento de três grupos de cultivares de arroz irrigado e determinar a soma de graus-dia necessários para definir o período vegetativo, onde se recomenda a aplicação do nitrogênio em cobertura.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos de épocas de semeadura de arroz irrigado foram conduzidos no campo experimental do Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CPACT-EMBRAPA), do Capão do Leão, RS (latitude: 31°52'S, longitude: 52°21'W e altitude: 13m). O clima do local, segundo a classificação de Köeppen, é Cfa (temperaturas amenas, com chuvas bem distribuídas e verões suaves).

O solo da unidade de mapeamento Pelotas, com relevo plano ou suavemente ondulado, foi classificado, segundo os critérios da Divisão de Pesquisa Pedológica do Ministério da Agricultura, como Planossolo e, segundo a sétima aproximação do sistema americano, como albaqualf. As análises químicas de amostras deste solo, revelaram os seguintes resultados: pH = 4,7;  $Al^+$  = 1,0meg/100g; Ca+Mg = 3,7meg/100g; K = 64ppm; P = 6,4 ppm; M.O. = 1,8%.

As cultivares de arroz irrigado utilizadas nos experimentos foram classificadas em precoces, médias e tardias com base no número de dias de duração do período vegetativo. As mesmas foram semeadas nas épocas consideradas ideais (15 de outubro a 15 de novembro), durante os anos de 1977/78 a 1988/89.

As cultivares Labelle, Belle Patna e Bluebelle com menos de 55 dias de duração do período vegetativo foram consideradas como de ciclo precoce; as cultivares Lebonnet, BR-IRGA 409, BR-IRGA 410, EEA 406, Dawn e Formosa com duração do período vegetativo de 55 a 70 dias como de ciclo médio; e as cultivares Caloro, IRGA 408, Bonnet 73, CICA 9 e Bluebonnet 50 com duração de mais de 70 dias como de ciclo tardio.

Os graus-dia (GD) foram calculados pela fórmula

$$GD = \sum (T - T_b) \quad (1)$$

onde, T é a temperatura média do ar, observada em abrigo padrão, e T<sub>b</sub> a temperatura-base para desenvolvimento das cultivares.

A temperatura-base foi estimada por dois métodos: menor variabilidade dos GD e pelo índice de desenvolvimento (ID) (ARNOLD, 1959).

A validação da fórmula de determinação da soma dos graus-dia a partir da temperatura-base de crescimento de 11°C foi realizada com dados de dois anos de experimentação de cada cultivar, não usados para estimar a temperatura-base. O teste consistiu em estimar o número de dias para cada cultivar completar o período vegetativo e correlacionar esses dados com os observados desde os experimentos. Uma análise de regressão linear permitiu relacionar os números de dias estimados pelo método com os correspondentes valores observados para cada grupo de cultivares. As estimativas obtidas pela equação de regressão e o erro padrão destas estimativas são importantes para avaliar a adequabilidade desta relação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em torno da latitude de 32°S o arroz irrigado apresenta uma variação considerável, em número de dias, para completar o período vegetativo (emergência das plântulas a diferenciação do primórdio floral). No Estado do Rio Grande do Sul semeia-se o arroz, com pequenas exceções, de 1º de outubro a 15 de dezembro. Nessa época as temperaturas do ar, como se observa na Figura 1, são crescentes e verifica-se uma relação inversa entre o aumento da temperatura e a diminuição da duração do período vegetativo. Na Tabela 1, exemplifica-se com três cultivares: Bluebelle (precoce), BR-IRGA 410 (média) e Bluebonnet 50 (tardia), as variações em número de dias para as cultivares completarem o período vegetativo. Observa-se também na Tabela 1 que existe uma relação direta entre o aumento da duração do período vegetativo e o aumento da variação em número de dias para as cultivares completarem este período. Assim a duração do período vegetativo da cultivar Bluebelle variou de 39 a 69 dias, da cultivar BR-IRGA 410 variou de 42 a 75 dias e da cultivar Bluebonnet 50 variou de 61 a 109 dias. Essa variação no número de dias para as

cultivares completarem o período vegetativo é atribuída, principalmente, às reações de cada cultivar às variações da temperatura do ar.

As espécies cultivadas para desenvolverem-se e expressarem a capacidade produtiva necessitam de um espectro de temperatura limitado entre máximas e mínimas considerado favorável às plantas. Autores como GAO et al. (1992), trabalhando na China em latitude em torno de 32°N, determinaram como limites favoráveis 12°C e 30°C para cultivares índicas. Os mesmos autores determinaram que temperaturas entre 30°C e 40°C, como limites superiores, não causaram problemas ao desenvolvimento das plantas. Observa-se na Figura 1 que temperaturas superiores a 35°C, em Capão do Leão-RS, raramente ocorrem em outubro e novembro, e são pouco frequentes em dezembro, janeiro e fevereiro. Assim, neste trabalho, as temperaturas limites superiores não são consideradas problema. Temperaturas mínimas abaixo de 12°C ocorrem com mais frequências em outubro e novembro, e são determinantes no aumento para número de dias do período vegetativo do arroz.

Variando-se a temperatura mínima de um em um grau desde 8°C a 14°C, nos três grupos de cultivares (precoces, médias e tardias), determinou-se os coeficientes de variação (C.V.) dos graus-dia. O menor C.V. indicou a temperatura-base mais adequada para o cálculo dos GD. Na Figura 2 observa-se que a temperatura-base de crescimento mais indicada para os três grupos de cultivares está em torno de 11°C. Nesse ponto, os GD necessários para as cultivares completarem o período vegetativo variou em função do grupo. As cultivares precoces necessitaram 536 GD, as cultivares de ciclo médio 638 GD e as cultivares tardias 772 GD.

Pelo método do índice de desenvolvimento (ID) os dados apresentados na Tabela 2 indicam que para os três grupos de cultivares a temperatura-base de crescimento, estimada pela função  $ID = a + b T_{med}$ , situa-se em torno de 11°C. Este dado confirma o encontrado pelo método da menor variabilidade da soma dos graus-dia (C.V.).

Nas cultivares precoces testadas encontrou-se um coeficiente de correlação linear de 0,84, altamente significativo pelo teste t ( $t = 8,29$ , com 28 g.l.). Nas cultivares médias e tardias os coeficientes de correlação linear entre os dados observados e estimados foram, respectivamente, 0,78 e 0,79, ambos altamente significativos ( $t = 9,53$  com 58 g.l. e  $t = 11,74$ , com 82 g.l.). Pela análise de regressão estimou-se o erro padrão de estimativa que ficou em cerca de três dias para as cultivares precoces e em torno de 4,5 dias para as cultivares médias e tardias. Portanto, pode-se considerar uma variação desta ordem para a predição do número de dias em que cada cultivar necessitaria para completar o seu período vegetativo

**Tabela 1.** Limites máximos e mínimos de duração do período vegetativo, em número de dias, de três cultivares de arroz (precoce, média e tardia) semeadas nas épocas toleradas, início de outubro a meados de dezembro, dos anos de 1977/78 a 1988/89. Capão do Leão, RS.

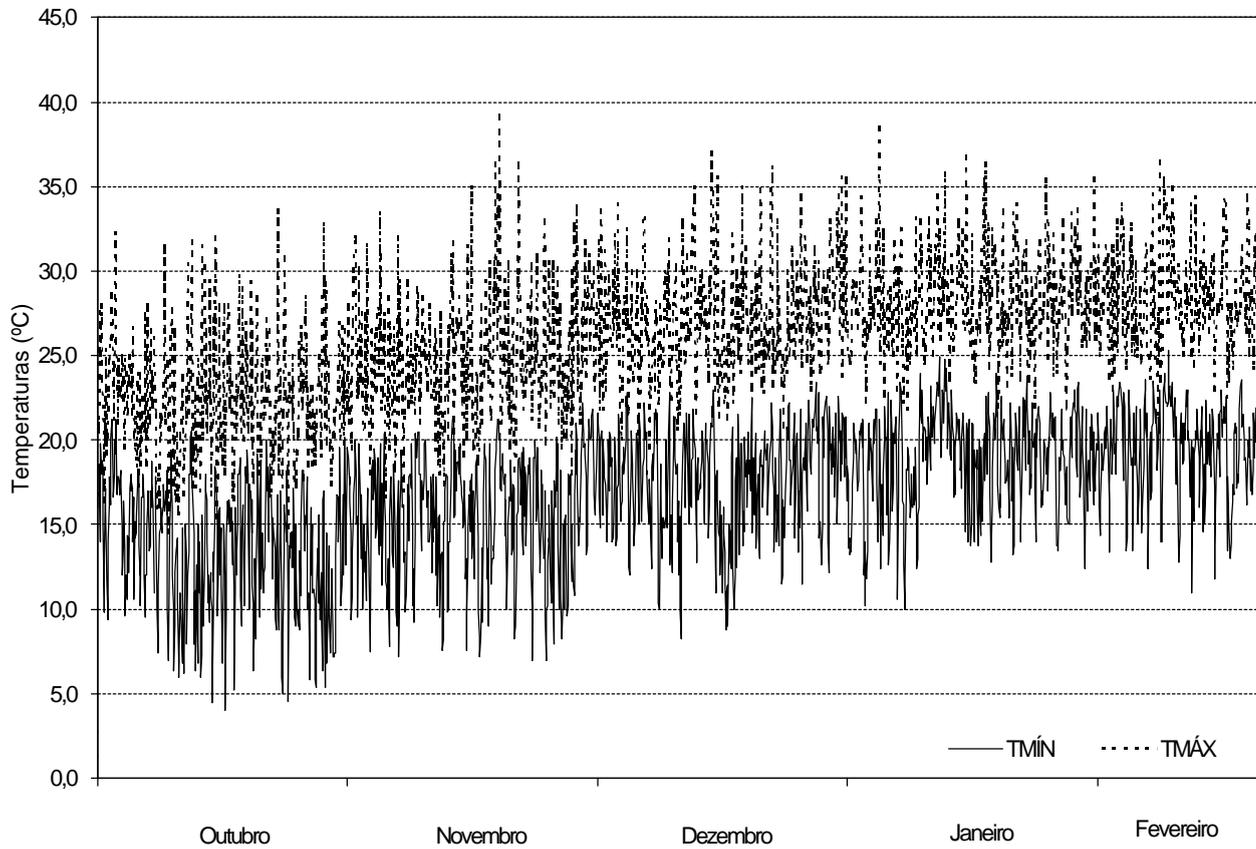
Anos	Cultivares					
	Bluebelle		BR-IRGA 410		Bluebonnet 50	
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
1977/78	50	43	52	45	81	67
1978/79	61	46	63	49	89	66
1979/80	59	39	68	45	88	69
1980/81	68	44	75	51	102	73
1981/82	69	48	71	54	99	76
1982/83	69	41	66	42	109	71
1983/84	62	41	67	45	79	61
1984/85	67	45	70	47	81	61
1985/86	52	48	59	51	-	-
1986/87	49	42	58	42	-	-
1987/88	55	45	66	51	-	-
1988/89	54	43	62	46	-	-

Os resultados aqui obtidos mostram que a soma de graus-dia permite determinar a duração do período vegetativo com maior segurança que a simples contagem do número de dias. Conseqüentemente esta metodologia é mais adequada para caracterizar o final do período vegetativo, momento de aplicação de nitrogênio em cobertura.

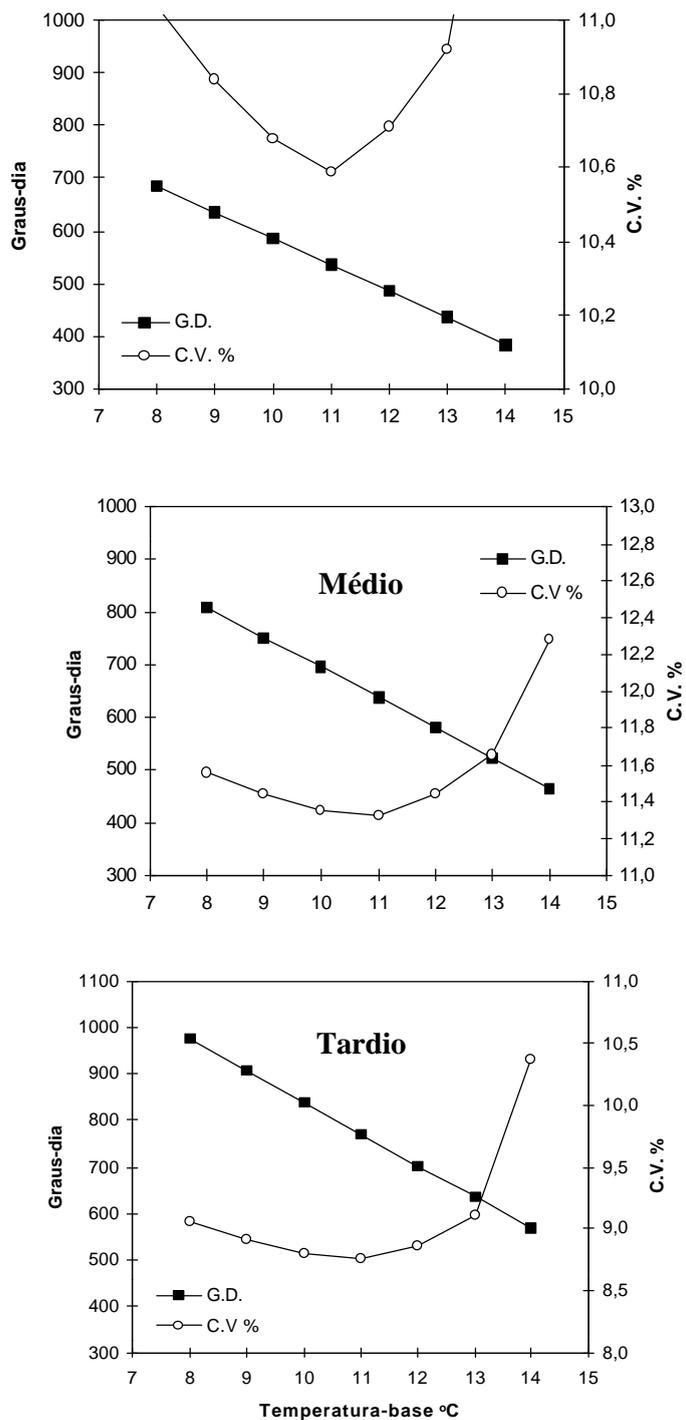
## CONCLUSÕES

A duração do período vegetativo da cultura do arroz irrigado pode ser estimada com base na soma graus-dia considerando a temperatura-base de crescimento igual a 11°C. O erro de estimativa é da ordem de mais ou menos 3 dias para as cultivares de ciclo precoce e de 4,5 dias para as cultivares de ciclo médio e tardio.

A soma de graus-dia para o período vegetativo permite estimar, com maior precisão, a época mais apropriada de aplicação de nitrogênio em cobertura.



**Figura 1.** Temperaturas absolutas máximas e mínimas ocorridas em Capão do Leão, Estado do Rio Grande do Sul, nos meses de outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro do período 1977 a 1989.



**Figura 2.** Temperatura-base de crescimento determinado pelo método da menor variabilidade da soma de graus-dia para os grupos de cultivares de arroz de ciclo precoce, médio e tardio, cultivadas no período de 1977-1989, em Capão do Leão, RS.

**Tabela 2.** Parâmetros do modelo  $ID = a + b T_{\text{méd}}$  para estimativa dos valores de temperatura-base de crescimento ( $T_b$ ) para os grupos de cultivares de arroz de ciclo curto, médio e tardio, cultivados em Capão do Leão, RS, período 1977/89.

Ciclo	A	B	$T_b$
Precoce	-2,1346	0,1913	11,1
Médio	-1,6874	0,1563	10,8
Curto	-1,5196	0,1343	11,3

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARNOLD, C.Y. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. **Proceeding American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 74, p. 430-445, 1959.
- BERLATO, M.A., MATZENAUER, R., SUTILI, V.R. Relação entre temperatura e desenvolvimento do milho. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 23., REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 7., 1978, Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre : IPAGRO, 1978. p 19.
- CROSS, H.Z., ZUBER, M.S. Prediction of flowering dates in maize based on different methods of estimating thermal units. **Agronomy Journal**, Madison, v. 64, p. 351-355, 1972.
- GAO, L., JIN, Z., HUANG, Y., et al. Rice clock model - a computer model to simulate rice development. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 60, n. 1-2; p. 1-16, 1992.
- INFELD, J.A., BAPTISTA DA SILVA, J. Somas térmicas na previsão da duração da fase vegetativa do arroz irrigado (*Oryza sativa* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 5., 1987, Belém, **Coletânea de Trabalhos Apresentados...** Belém : Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1987. 518 p. p. 86-89.
- FAGI, A.M., DE DATTA, S.K. Environmental factors affecting nitrogen efficiency in flooded tropical rice. **Fertilizer Research**, Hague, v. 2, p. 53-67, 1981.
- MACHADO, M.O. **Adubação e calagem, para a cultura do arroz irrigado, no Rio Grande do Sul.** Pelotas : EMBRAPA-CPACT, 1993. 63 p. (Boletim de Pesquisa, 2).

MILLS, W.T. Heat unit system for predicting optimum peanut-harvesting time. **Trans ASAE**, Chicago, v. 7, p. 307-312, 1964.

OWEN, P.C. The effects of temperature on the growth and development of rice. **Field Crop Abstracts**, Canberra, v. 24, n. 1, p.1-8, 1971.

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.