

ANÁLISE DE PARÂMETROS METEOROLÓGICOS DE ENSAIOS DE ÉPOCAS DE SEMEADURA DE ARROZ IRRIGADO EM CACHOEIRINHA, RS

Alexandre Nunes Deibler¹; Claudia Rejane Jacondino de Campos²; João Baptista da Silva³; Silvio Steinmetz⁴

RESUMO: Devido à grande variabilidade climática intra-regional existente no Rio Grande do Sul, torna-se necessário desenvolver estudos para regiões específicas do Estado. Este trabalho tem como objetivo determinar a influência da radiação solar e da temperatura mínima do ar no rendimento de genótipos de arroz irrigado, cultivados em duas safras, visando contribuir para uma melhor predição de épocas de semeadura. Os dados de fenologia e rendimento utilizados no estudo são provenientes do Instituto Rio Grandense do Arroz. Foram considerados no estudo 6 genótipos. As variáveis meteorológicas estudadas foram a média das temperaturas mínimas do ar e radiação solar. Empregou-se a análise da variação, e em seguida, a análise de regressão linear simples na análise estatística. A análise da variação identificou uma interação altamente significativa entre os fatores (épocas e genótipos) nas duas safras, indicando a necessidade de se estudar a decomposição dos efeitos das épocas dentro dos genótipos e os genótipos dentro das épocas. Com base nos resultados obtidos nos dois anos de estudo, pode-se concluir: os maiores rendimentos são obtidos com os valores máximos de radiação solar global (31/12 a 28/01); os rendimentos não foram influenciados pelas médias das temperaturas mínimas no período estudado.

Palavras-Chave: Bioclimatologia, *Oryza sativa*, temperatura mínima, radiação solar global.

AGROMETEOROLOGICAL ANALYSIS OF SOWING DATES TRIALS OF IRRIGATED RICE IN CACHOEIRINHA, RS

ABSTRACT: Due to the great climate variability among the rice producing regions of the State of Rio Grande do Sul, Brazil, it is important to develop specific studies for these regions. This work has the objective of determining the influence of solar radiation and minimum air temperature in the yield of irrigated rice genotypes, grown in two crop seasons, aiming to contribute for a better estimate of yields in distinct sowing dates. The data of phenology and yield used in this study were obtained from the Rice State Institute (IRGA). Six genotypes were considered in the study. The meteorological variables studied were the average of minimum air temperatures and solar radiation. The analysis of variance and the simple linear regression were the main statistical procedures used. The analysis of variance showed a significant interaction between the factors (sowing dates and genotypes) in the two crop seasons, indicating that is necessary to decompose the effect of the sowing dates inside the genotypes and genotypes inside the sowing dates. Based on the results obtained in the two years of the study it can be concluded that: the highest yields are obtained with the maximum levels of solar radiation occurred between 31/12 at 28/01; the yields were not influenced by the average of the minimum air temperatures.

Keywords: Bioclimatology, *Oryza sativa*, minimum temperature, solar radiation.

¹ Eng. Agrº. Dr., Prof., Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, adeibler@hotmail.com;

² Prof.ª Dr.ª, Prof.ª Adjunto IV, Faculdade de Meteorologia, UFPel Bolsista do CNPq, Pelotas – RS;

³ Livre Docente, Dr., Instituto de Física e Matemática, UFPel, Bolsista do CNPq, Pelotas – RS;

⁴ Dr. Pesquisador Embrapa Clima Temperado.

INTRODUÇÃO

A ocorrência de baixas temperaturas do ar e baixa disponibilidade de radiação solar global durante o período reprodutivo das plantas de arroz irrigado em alguns anos são responsáveis por quedas acentuadas na produtividade do Rio Grande do Sul (STEINMETZ & BRAGA, 2001).

Para assegurar o máximo potencial de produtividade, principalmente em regiões de clima subtropical e temperado, que ocorrem no Rio Grande do Sul (MALUF, 2000), a época de semeadura é uma das práticas que desempenha um papel de destaque, considerando que a semeadura deve ser feita de modo que as fases mais sensíveis da planta (pré-floração e floração e enchimento de grãos) coincidam com períodos em que a temperatura do ar e a radiação solar global sejam as mais favoráveis para a cultura Steinmetz et al. (2001).

Levando-se em consideração a grande variabilidade climática intra-regional existente no Rio Grande do Sul, torna-se necessário desenvolver estudos para regiões específicas do Estado. Este trabalho tem como objetivo determinar a influência da radiação solar e da temperatura mínima do ar no rendimento de 6 genótipos de arroz irrigado, cultivados durante as safras de 2001/2002 e 2002/2003, visando a contribuir para uma melhor predição de épocas de semeadura para Cachoeirinha.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de fenologia e rendimento utilizados no estudo são provenientes dos ensaios de épocas de semeadura desenvolvidos pelo Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) na Estação Experimental em Cachoeirinha (latitude 29°57' S, longitude 51°06' e 7m. a.n.m.), nas safras 2001/2002 e 2002/2003. Esse município encontra-se na região denominada pelo Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) por Depressão Central. De acordo com a nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul, proposta por Maluf (2000), o clima de Cachoeirinha é do tipo *ST UM*, quando, *ST* refere-se à clima subtropical (onde a temperatura média do mês mais frio está entre 13°C a 20°C), *UM* refere-se a clima úmido (que apresenta um excedente maior que 200mm

e um déficit que vai de 1 a 150mm).

O escalonamento das épocas de semeadura e emergência para as duas safras pode ser observado na Tabela 1.

A data da emergência foi considerada como aquela em que 50% das plântulas das parcelas haviam emergido. Já a data da floração foi considerada quando 80% das plantas de cada parcela haviam emitido a panícula (estavam em antese). E a colheita foi realizada manualmente, quando as panículas apresentavam os dois terços superiores maduros (coloração marrom).

Para as duas safras foram considerados os genótipos: BR-IRGA 410 de ciclo médio, IRGA 417, IRGA 418, IRGA 420 de ciclo precoce, IRGA 421 de ciclo muito precoce e a linhagem IRGA 1598 de ciclo médio.

As dimensões das áreas para a implantação dos cultivos experimentais foram padronizadas; compostas por 24 parcelas para cada época de semeadura, apresentando cada parcela 5,7m x 2,0m (11,4 m²), constituídas de 10 linhas espaçadas a 20cm. As práticas culturais foram realizadas conforme as recomendações técnicas da pesquisa para o arroz irrigado no Sul do Brasil.

Neste trabalho os critérios adotados, em relação as variáveis meteorológicas e os períodos analisados, foram baseados nos resultados obtidos por Satake (1976) e Stansel (1975), para a temperatura mínima do ar e a radiação solar global, respectivamente. Assim, foram verificados a média das temperaturas mínimas do ar, no período compreendido entre 15 dias antes até 5 dias após a floração e 21 dias antes e 21 dias após a floração, para a radiação solar global.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas, com quatro repetições para os quatro experimentos. Os fatores são as épocas (A), colocadas nas parcelas, e os genótipos (B), nas subparcelas.

Para o procedimento estatístico, empregou-se a análise da variação, e em seguida, a análise de regressão linear simples. Na análise da variação do rendimento, foram realizados testes de comparação de médias dos genótipos e análise de regressão polinomial

das épocas de semeadura.

Por fim, para estabelecer a influência da ação parcial das variáveis preditoras (meteorológicas) no rendimento da cultura, realizou-se análise de regressão linear simples, na qual a variável dependente (Y) foi a

média do rendimento entre as 4 repetições de cada época de semeadura, para cada genótipo e as variáveis independentes foram: radiação solar global média do período e a média das temperaturas mínimas do ar. Nesta análise foi considerado como repetições as épocas de semeadura das duas safras (16 épocas).

TABELA 1. Data das oito épocas de semeadura e emergência das plântulas de seis genótipos de arroz irrigado (BR IRGA 410, IRGA 417, IRGA 418, IRGA 420 e IRGA 421 e a L. IRGA 1598), nas safras 2001/2002 e 2002/2003, em Cachoeirinha (RS)

Época	Safr 2001/2002		Safr 2002/2003	
	Semeadura	Emergência	Semeadura	Emergência
E1	17/09/01	30/09/01	25/09/02	07/10/02
E2	06/10/01	17/10/01	14/10/02	29/10/02
E3	23/10/01	30/10/01	30/10/02	11/11/02
E4	05/11/01	16/11/01	13/11/02	23/11/02
E5	19/11/01	26/11/01	26/11/02	06/12/02
E6	13/12/01	21/12/01	09/12/02	16/12/02
E7	28/12/01	04/01/02	19/12/02	29/12/02
E8	04/01/02	10/01/02	27/12/02	06/01/03

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise da variação, os fatores épocas, genótipos e a interação entre os fatores (épocas e genótipos) nas duas safras, foram significativos, ao nível de probabilidade de 1% pelo teste F; este resultado indicou a necessidade de se estudar a decomposição dos efeitos das épocas dentro dos genótipos e dos genótipos dentro das épocas.

Pelo teste de comparação de médias (Tabela 2), pode-se observar que o rendimento dos genótipos de ciclos médios (BR IRGA 410 e L. IRGA 1598), nas duas safras, não diferiram significativamente dos genótipos de ciclo precoce IRGA 417 e IRGA 420. Já o genótipo IRGA 418 a partir da segunda época de semeadura, nas duas safras, não diferiu dos genótipos com maior rendimento. O rendimento do genótipo muito precoce IRGA 421 não diferiu significativamente

dos genótipos com maior rendimento, apenas na segunda safra desde a sexta época de semeadura. Segundo Terres et al. (2004), os genótipos de ciclo médio-longo (125-140 dias) são potencialmente mais produtivos por terem o período vegetativo longo, armazenando maior quantidade de produtos fotossintéticos e com isso possuindo maior potencial produtivo do que as de ciclos mais curtos. Acrescentam que, em determinadas situações essa potencialidade pode não ser expressada, devido a fatores como ataque de doenças e pragas, falta de água, ocorrência de intempéries na fase crítica da planta, que interferem na interação genótipo-ambiente. Os menores rendimentos para a cultivar de ciclo muito precoce (IRGA 421), obtidos nos períodos preferenciais de semeadura, quando seu período crítico coincide com a maior disponibilidade de radiação solar global, deve-se, principalmente, ao menor potencial produtivo inerente a esse cultivar.

TABELA 2. Teste de Tukey para comparação dos rendimentos (t.ha⁻¹) de seis genótipos de arroz irrigado semeados em oito épocas nas safras 2001/2002 e 2002/2003, em Cachoeirinha (RS)

Materiais	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Safr 2001/2002								
BR-IRGA 410	6,20 a	4,92 a	4,49 a	3,41 b	3,70 b	3,62 b	*0,00	*0,00
L. IRGA 1598	5,95 a	4,42 a	5,43 a	6,89 a	7,81 a	6,47 a	5,63 a	4,20 a
IRGA 417	6,24 a	5,51 a	5,26 a	5,80 a	4,43 b	4,23 b	3,82 b	3,96 a
IRGA 418	3,91 b	4,43 a	4,97 a	6,75 a	6,63 a	6,98 a	5,38 a	5,20 a
IRGA 420	5,96 a	4,83 a	5,00 a	6,37 a	8,10 a	6,85 a	5,79 b	4,42 a
IRGA 421	*0,00	3,47 b	5,68 b	2,84 b	2,67 c	2,41 c	*0,00	*0,00
Média	4,71	4,60	5,14	5,34	5,56	5,09	3,44	4,45
Safr 2002/2003								
BR-IRGA 410	7,49 a	8,23 a	7,48 a	7,85 a	6,60 a	6,17 a	5,10 b	5,75 a
L. IRGA 1598	6,71 a	8,31 a	7,36 a	7,23 a	7,57 a	7,27 a	6,23 a	5,94 a
IRGA 417	6,65 a	7,99 a	7,13 a	7,67 a	6,92 a	6,32 a	5,23 b	5,71 a
IRGA 418	5,60 b	7,52 a	7,12 a	6,50 a	7,57 a	7,07 a	6,09 a	5,77 a
IRGA 420	6,92 a	8,28 a	7,65 a	7,45 a	7,34 a	6,99 a	5,14 b	6,16 a
IRGA 421	2,87 c	5,28 b	6,21 b	6,33 b	6,13 b	6,21 a	5,16 a	5,94 a
Média	6,04	7,60	7,16	7,17	7,02	6,67	5,49	5,88

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas dentro de cada safra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

A diferença mínima significativa na safra 2001/02 e 2002/03 foram de 0,56729 e de 0,39957, respectivamente

* Ocorrência de *Pyricularia oryzae* (Bruzzone)

Para avaliar o comportamento de cada um dos genótipos, no decorrer das oito épocas de semeadura, realizou-se a análise de regressão polinomial com o fator época de semeadura para a variável rendimento de grãos (Figura 1). Todas as análises foram altamente significativas ($\alpha \leq 0,001$). De acordo com as equações de regressão calculadas, as datas das épocas de semeadura estimadas, em que se obteve os melhores rendimentos para os genótipos BR IRGA 410, L. IRGA 1598, IRGA 417, IRGA 418, IRGA 420 e IRGA 421, na primeira e segunda safras foram: 17/09/01, 03/12/01, 17/09/01, 23/11/01, 06/12/01, 25/10/01 e 25/09/02, 04/11/02, 27/10/02, 10/11/02, 25/09/02, 12/11/02, respectivamente.

Finalmente, para estabelecer a influência das variáveis meteorológicas no rendimento de grãos, realizou-se a análise de regressão linear simples, em função das médias das temperaturas mínimas e em função da radiação solar global. Com relação às

temperaturas mínimas, não foi evidenciado influência sobre o rendimento, devido ao efeito da colinearidade**. A análise de regressão linear entre o rendimento do grão e a radiação solar indicou diferentes sensibilidades dos genótipos a essa variável (Figura 2). Os genótipos BR IRGA 410, IRGA 417 e IRGA 421 apresentaram bons coeficientes de determinação (0,95; 0,87 e 0,73). Para os genótipos IRGA 418, IRGA 420 e o L. 1598 os coeficientes foram muito baixos (0,11; 0,30 e 0,30); indicando que os modelos não estão representando bem a relação entre o rendimento e a radiação, embora se observe correlação positiva. Segundo Oldeman et al. (1986), os genótipos com coeficientes de determinação (r^2) mais altos no período de pós-floração respondem melhor à radiação solar global, já os coeficientes de determinação baixos indicam que outras variáveis estão influenciando no rendimento. Deve-se levar em consideração no presente estudo o período analisado (42 dias em torno da floração), que segundo Stansel (1975) e Yoshida & Parao (1976) é preferencial.

** Colinearidade: quando os valores da variável independente estão muito próximos entre si há uma grande dificuldade em estudar a relação de dependência funcional entre as variáveis dependente e independente (WONNACOTT & WONNACOTT, 1980).

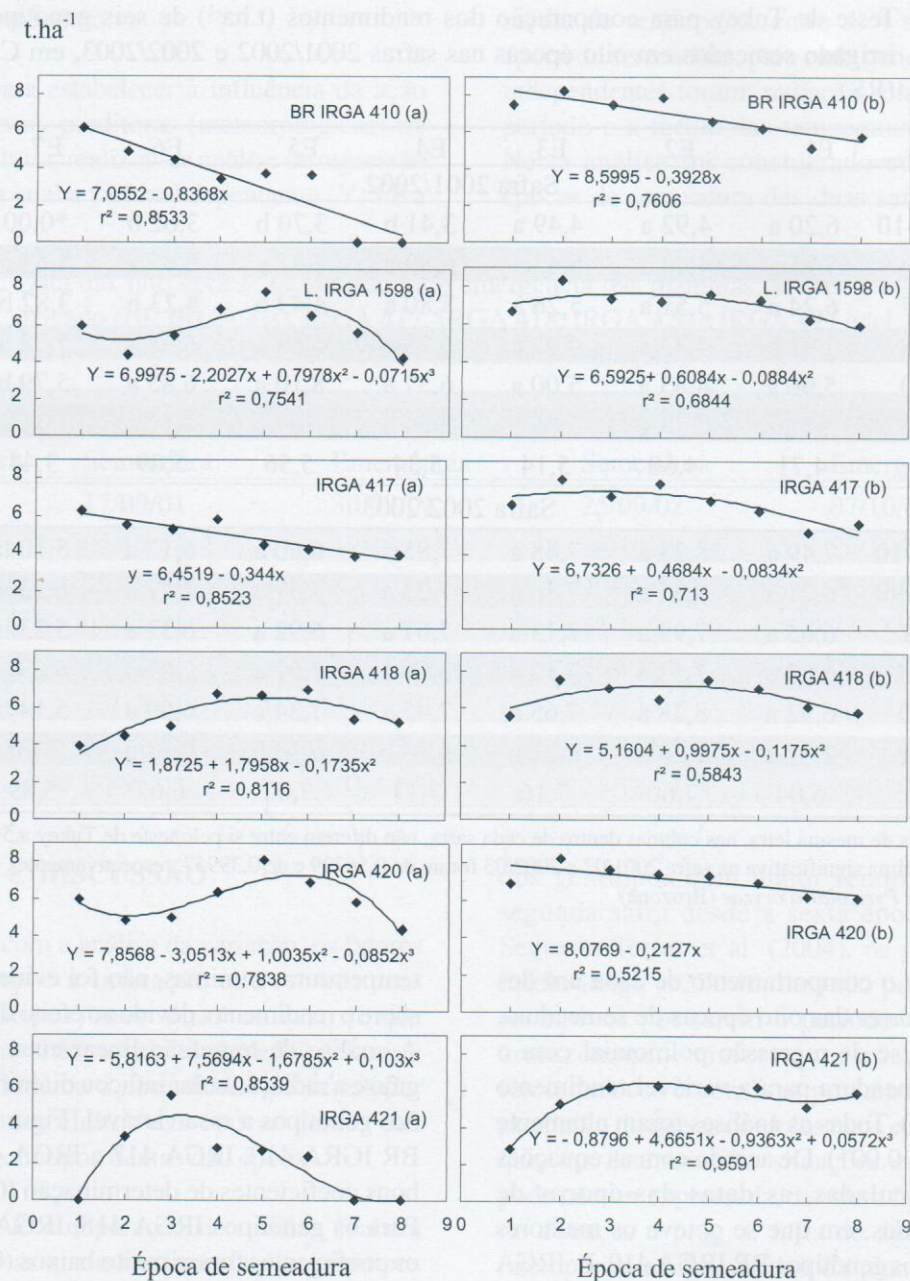


FIGURA 1. Regressão polinomial do rendimento ($\hat{Y}_i$) dos genótipos de arroz irrigado BR IRGA 410, IRGA 417 e IRGA 418, IRGA 420, IRGA 421 e a L. IRGA 1598 com as oito épocas de semeadura ($X_1 = 1, 2, 3, \dots, 8$) para as safras 2001/2002 (a) e 2002/2003 (b), em Cachoeirinha (RS).

A análise de regressão linear indicou, que os maiores rendimentos foram obtidos quando os valores de radiação solar global situaram-se entre 20 e 21MJ.m⁻², para a primeira e segunda safra, respectivamente. Para o melhor aproveitamento da radiação solar, as épocas de semeadura para os

genótipos BR IRGA 410 e IRGA 417, não devem ocorrer após primeira e segunda quinzena de novembro, respectivamente. Para o IRGA 421, o período preferencial situou-se desde a segunda quinzena de novembro ao final de dezembro. Em relação aos outros genótipos, os modelos não

explicaram satisfatoriamente as variações do rendimento. Baixo rendimento de grãos sob reduzida intensidade luminosa é atribuído à acumulativa influência de poucas panículas por metro quadrado e

número de grãos por panículas e baixo peso de 1000 grãos e alta porcentagem de esterilidade de espiguetas (NAYAK & MURTY, 1980 citados por MURTY & SAHU, 1986).

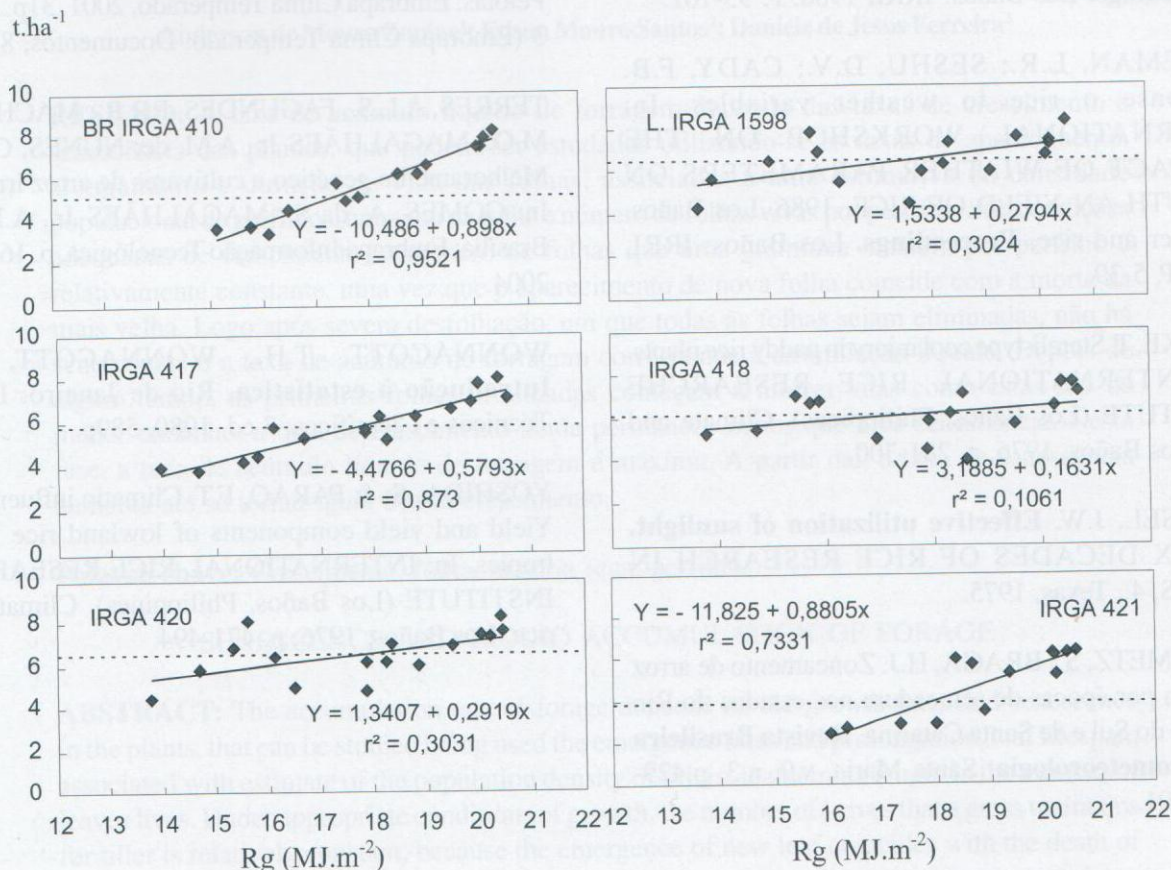


FIGURA 2. Regressão linear simples entre rendimento de grãos e radiação solar global média do período de 21 dias antes e 21 depois da floração, para seis genótipos de arroz irrigado (BR-IRGA 410, IRGA 417, IRGA 418, IRGA 420, IRGA 421 e uma linhagem IRGA 1598) nas safras 2001/2002 e 2002/2003, em Cachoeirinha (RS). A linha tracejada representa a média de rendimento das 16 épocas de semeadura.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos nos dois anos de estudo, pode-se concluir: os maiores rendimentos são obtidos com os valores máximos de radiação solar global ocorridas entre 31/12 a 28/01; os rendimentos não foram influenciados pelas médias das temperaturas mínimas no período estudado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos pesquisadores do Instituto Riograndense de Arroz Irrigado Carlos Mariot, e Valmir Menezes e ao diretor do 8º DISME/INMET Solismar Damé Prestes pelos dados cedidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MALUF, J.R.T. Nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 141-150, 2000.

MURTY, K.S.; SAHU, G. Impact of low-light stress on growth and yield of rice. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON THE IMPACT OF WEATHER PARAMETERS ON GROWTH AND YIELD OF RICE. 1986. Los Baños. Weather and rice, **Proceedings**. Los Baños: IRRI, 1986. P. 93-101.

OLDEMAN, L.R.; SESHU, D.V.; CADY, F.B. Response of rice to weather variables. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON THE IMPACT OF WEATHER PARAMETERS ON GROWTH AND YIELD OF RICE. 1986. Los Baños. Weather and rice, **Proceedings**. Los Baños: IRRI, 1986. P. 5-39.

SATAKE, T. Sterility-type cool injury in paddy rice plants. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (Los Baños, Philippines). Climate and rice. Los Baños, 1976. p. 281-300.

STANSEL, J.W. **Effective utilization of sunlight**. In: SIX DECADES OF RICE RESEARCH IN TEXAS, 4., Texas, 1975.

STEINMETZ, S.; BRAGA, H.J. Zoneamento de arroz irrigado por épocas de semeadura nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.9, n.3, p.429-438, 2001.

STEINMETZ, S.; INFELD, A.J.; MALUF, J.R.T.; MATZENAUER, R. MARIOT, C.H.P.; AMARAL, A.G.; FERREIRA, J.S.A. **Zoneamento agroclimático do arroz irrigado por épocas de semeadura no estado do Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2001. 31p. Versão 3 (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 81).

TERRES, A.L.S., FAGUNDES, P.R.R.; MACHADO, M.O.; MAGALHÃES Jr., A.M. de; NUNES, C.D.M. Melhoramento genético e cultivares de arroz irrigado. In: GOMES, A. da S., MAGALHÃES Jr., A.M. de. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p. 161-235, 2004.

WONNACOTT, T.H., WONNACOTT, R.J. **Introdução à estatística**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos; 3 ed. 1980. 589p.

YOSHIDA, S. & PARAO, F.T. Climatic influence on Yield and yield components of lowland rice in the tropics. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (Los Baños, Philippines). Climate and rice. Los Baños, 1976. p. 471-494.

Revista
**Científica
Rural**

Revista Técnico-Científica

ISSN 1413-8263

Vol. 12 N° 2 - 2007



ISSN 1413-8263

REVISTA CIENTÍFICA RURAL

Revista Técnico-Científica

VOLUME 12 - NÚMERO 2

2007



BAGÉ - RS

Rev. Cient. Rural	Bagé, RS	v. 12	n. 2	2007
-------------------	----------	-------	------	------