

Temperatura do solo desnudo durante o período de implantação do arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul.

Bare soil temperature during the irrigated rice establishment period, in the State of Rio Grande do Sul, Brazil.

Silvio Steinmetz¹, Jaime Ricardo Tavares Maluf², Ronaldo Matzenauer³, Jean Samarone Almeida Ferreira⁴

Resumo: O Rio Grande do Sul é o maior produtor de arroz irrigado do Brasil, contribuindo com cerca de 50% da produção nacional. No sistema de semeadura predominante, o convencional, as baixas temperaturas do solo constituem-se num problema no início do período de semeadura. O trabalho teve como objetivos caracterizar a temperatura do solo durante o principal período de semeadura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul, de setembro a novembro, e indicar os períodos favoráveis para iniciar a semeadura nas distintas regiões produtoras. Foram utilizados os dados médios diários de temperatura do solo desnudo, a 5 cm de profundidade, de 30 estações meteorológicas tendo, a maioria delas, entre 20 e 40 anos de dados. A partir destes, foram calculadas as médias por decêndios dos meses de setembro, outubro e novembro. Usando-se os programas Idrisi e Surfer os dados foram espacializados, gerando-se um mapa para cada decêndio dos três meses considerados. Foram estabelecidas cinco classes de temperatura, sendo a primeira menor que 17°C e a última maior que 26°C. Temperaturas do solo iguais ou superiores a 20°C foram usadas como referência para indicar o início do período de semeadura. A temperatura do solo apresenta valores crescentes do primeiro decêndio de setembro ao terceiro decêndio de novembro, com diferenças acentuadas entre as regiões agroecológicas e a temperatura favorável para o início da semeadura começa no terceiro decêndio de setembro, para apenas sete localidades (Uruguaiana, Alegrete, São Borja, Santa Maria, Santa Rosa, Santo Augusto e Taquari), mas no terceiro decêndio de outubro, todo o Estado é favorável.

Palavras-chave: *Oryza sativa L.*, período de semeadura, regionalização, risco climático.

Abstract: The State of Rio Grande do Sul is the main producer of irrigated rice (flooded) in Brazil, corresponding to about 50% of the national rice production. In the predominant sowing system (dry seeds in dry soils), the low soil temperatures can be a problem at the beginning of the sowing period. The objectives of this work were to characterize the soil temperature during the main sowing period of the irrigated rice in the State of Rio Grande do Sul, from September to November, and to indicate the favorable periods to begin sowing in the distinct producing regions. The daily bare soil temperature average, at 5cm depth, from 30 meteorological stations of the State, most of them having between 20 and 40 years of data, were used. From these data, the ten-day period averages, from September to November, were calculated. The maps, one for each ten-day period, were done using the softwares Idrisi and Surfer. Five classes of temperature were used being the first lower than 17°C and the last greater than 26°C. Soil temperatures equal to or greater than 20°C were used as reference to indicate the beginning of the sowing period. The results indicate that the soil temperature increases from the first ten-day period of September to the last ten-day period of November, with great differences among the agroecological regions of the State, and that the favorable temperature to begin sowing starts on the second ten-day period of September, for only seven localities (Uruguaiana, Alegrete, São Borja, Santa Maria, Santa Rosa, Santo Augusto and Taquari), but in the third ten-day period of October, it involves the entire State.

Keywords: *Oryza sativa L.*, sowing period, agroecological regions, climatic risk.

¹ Engº Agrº, Dr., Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Caixa Postal 403, 96001-970 Pelotas, RS. e-mail: silvio@cpact.embrapa.br

² Engº Agrº, MSc., Pesquisador da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – SCT/RS. Rua Gonçalves Dias, 570 – CEP 90.130-060, Porto Alegre, RS. E-mail: jaime-maluf@fepagro.rs.gov.br

³ Engº Agrº, Dr., Pesquisador da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, Secretaria de Ciência e Tecnologia, RS, Bolsista do CNPq, Rua Gonçalves Dias, 570 – Menino Deus – 90130-060, Porto Alegre, RS. e-mail: ronaldo-matzenauer@fepagro.rs.gov.br

⁴ Bacharel em Ciências da Computação, ex- bolsista do Laboratório de Agrometeorologia da Embrapa Clima Temperado. e-mail: jean.ferreira@gmail.com

Introdução

O Rio Grande do Sul é o maior produtor de arroz irrigado do Brasil, contribuindo com cerca de 50% da produção nacional de arroz (AZAMBUJA et al., 2004). O sistema de semeadura predominante é o convencional (VERNETTI JÚNIOR, 2004), que utiliza sementes secas em solos secos, ou com pouca umidade superficial, para permitir o uso de máquinas. Nesse sistema, as baixas temperaturas do solo no início do período de semeadura podem retardar a emergência das plântulas em mais de 20 dias, especialmente das cultivares mais sensíveis (TERRES, 1991). Nessa situação, deve-se ter cuidados especiais com a infestação de invasoras, pelo fato delas terem, em geral, maior vigor inicial do que o arroz, conseguindo germinar em temperaturas mais baixas que este (KWON et al., 1996).

A literatura indica valores diferenciados de temperatura para a ocorrência da germinação e da emergência. Segundo YOSHIDA (1981), a temperatura crítica mínima para a germinação é de 10°C e para a emergência e estabelecimento das plântulas é de 12 a 13°C. As temperaturas críticas ótimas para essas duas fases são, respectivamente, de 20 a 35°C e de 25°C a 30°C. Dentro da faixa de temperatura ótima, os processos de germinação e emergência das plântulas são acelerados com o aumento da temperatura (NISHIYAMA, 1976). Em condições controladas, AMARAL & SANTOS (1983) mostraram que o período médio de emergência foi de 25,4; 12,8; 6,2 e 5,2 dias para temperaturas do solo de 16°C, 23°C, 30°C e 37°C, respectivamente.

Estudos anteriores indicam que a temperatura do solo apresenta características bem diferenciadas de acordo com as regiões climáticas do Estado (MALUF et al., 2000; STEINMETZ et al., 2001b) e tem sido usada para indicar o início do período de semeadura para o Zoneamento Agrícola (STEINMETZ et al., 2001a; STEINMETZ & BRAGA, 2001).

O trabalho teve como objetivos caracterizar a temperatura do solo desnudo obtida em estação meteorológica, a 5cm de profundidade, durante o período de semeadura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul, de setembro a novembro, e indicar os períodos favoráveis para iniciar a semeadura nas distintas regiões produtoras.

Material e Métodos

Foram utilizados os dados médios diários de temperatura do solo desnudo, a 5 cm de profundidade, de 30 estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, sendo 29 delas pertencentes à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, da Secretaria de Ciência e Tecnologia – FEPAGRO/SCT/RS e a outra (Pelotas) do convênio Embrapa/UFPel/Inmet (Tabela 1). Das 30 estações, cinco tinham a série completa de 40 anos (1960-1999), oito entre 31 e 39 anos, seis entre 21 e 30 anos, oito entre 11 e 20 anos e 3 entre 5 e 10 anos. As três estações com menores séries de dados (Bagé, Marcelino Ramos e Santo Ângelo) foram incluídas apenas para melhorar a representação espacial das informações.

A partir das médias diárias, obtidas pela média aritmética das leituras nos geotermômetros, realizadas às 9, 15 e 21 horas (Hora Legal Brasileira) (MALUF et al., 2000), foram calculadas as médias por decêndios dos meses de setembro, outubro e novembro (Tabela 2), período principal de semeadura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul (STEINMETZ et al., 2001a). Usando-se os programas Idrisi e Surfer (método kriging) os dados foram espacializados, gerando-se um mapa para cada decêndio dos três meses considerados. Foram estabelecidas cinco classes de temperatura: Classe 1-menor que 17°C; Classe 2-de 17°C a 20°C; Classe 3-de 20°C a 23°C; Classe 4-de 23°C a 26°C; Classe 5-maior que 26°C. A temperatura de 20°C representa o limite inferior da faixa de temperatura ótima para a germinação das sementes (YOSHIDA, 1981) e tem sido usada para indicar o início do período de semeadura de uma dada localidade ou região (STEINMETZ et al., 2001a; STEINMETZ & BRAGA, 2001).

Resultados e Discussão

Considerando-se todas as localidades, verifica-se que a temperatura média do solo desnudo, a 5cm de profundidade (T_s), aumenta de 16,9°C no 1º decêndio de setembro para 25,4°C no 3º decêndio de novembro (Tabela 1). Isso se deve ao fato dos dias ficarem mais longos do início para o fim da primavera (fotoperíodo) e dos raios solares incidirem com menor ângulo de inclinação sobre a superfície terrestre, aumentando a irradiância solar global e, conseqüentemente, a energia para aquecer o solo.

Tabela 1. Regiões agroecológicas, sub-regiões agroecológicas, coordenadas geográficas e altitude das localidades com temperatura de solo no Estado do Rio Grande do Sul.

Região agroecológica	Sub-região	Localidade	Latitude S	Longitude W	Altitude (m)
Depressão Central (1)	1a	Cachoeirinha	29°57'02"	51°06'02"	7
	1b	Guaíba (Eldorado do Sul)	30°05'52"	51°36'00"	46
	1b	Taquari	29°48'15"	51°49'30"	76
	1c	Santa Maria	29°41'25"	53°48'42"	138
Litoral (2)	2a	Osório (Maquiné)	29°40'49"	50°13'56"	32
	2b	Rio Grande	32°01'02"	52°09'32"	3
Planalto Superior (3)	3b	Vacaria	28°30'00"	50°42'21"	955
Serra Do Nordeste (4)	4a	Caxias do Sul	29°10'25"	51°12'21"	740
	4a	Farroupilha	29°14'30"	51°26'20"	702
	4b	Veranópolis	28°56'14"	51°33'11"	705
Planalto Médio (5)	5a	Passo Fundo	28°15'39"	52°24'33"	678
	5b	Erechim	27°37'46"	52°16'33"	760
	5e	Cruz Alta	28°38'21"	53°36'42"	473
	5e	Júlio de Castilhos	29°13'26"	53°40'45"	516
Alto Vale do Uruguai (7)	7b	Marcelino Ramos	27°27'40"	51°54'22"	383
	7c	Santa Rosa	27°51'50"	54°25'59"	360
	7c	Santo Augusto	27°54'16"	53°45'14"	380
Missionária de Santo Ângelo – São Luiz Gonzaga (8)	8	Ijuí	28°23'17"	53°54'50"	448
	8	Santo Ângelo	28°18'13"	54°15'45"	275
São Borja - Itaquí (9)	9	Itaquí	29°07'10"	53°32'52"	53
	9	São Borja	28°39'44"	56°00'15"	96
Campanha (10)	10a	Alegrete	29°46'47"	55°47'15"	116
	10a	São Gabriel	30°20'27"	54°19'01"	124
	10a	Uruguaiana	29°45'23"	57°05'12"	69
	10b	Bagé	31°20'13"	54°06'21"	216
	10b	Quarai	30°23'17"	56°26'53"	100
	10b	Santana do Livramento	30°53'18"	55°31'56"	210
Serra do Sudeste (11)	11	Encruzilhada do Sul	30°32'35"	52°31'20"	420
Região das Grandes Lagoas (12)	12a	Pelotas	31°52'00"	52°21'24"	13
	12b	Jaguarão	32°01'44"	52°05'40"	11

Durante o mês de setembro, há um predomínio da classe de temperatura mais baixa (<17°C) no primeiro decêndio (Figura 1a), envolvendo as áreas de maior altitude das regiões do Planalto Médio, Planalto Superior, Serra do Nordeste, Serra do Sudeste e Campanha, e as áreas de maior latitude situadas no Sul do Estado. A classe 2 (17°C-20°C) predomina no segundo (Figura 1b) e terceiro (Figura 1c) decêndios, sendo que, neste último, há o surgimento da classe

3 (20°C-23°C) (Figura 1c).

Em outubro, há predominância da classe 3, sendo que no primeiro (Figura 2a) e no segundo decêndios (Figura 2b) ocorrem, também, a classe 2 e no terceiro decêndio (Figura 2c), há o surgimento da classe 4 (23°C-26°C) na área mais ao Oeste do Estado.

No primeiro decêndio de novembro (Figura 3a), ocorrem apenas as classes 3 e 4, sendo que no

segundo (Figura 3b) e no terceiro decênios (Figura 3c) ocorrem, também, a classe 5 ($>26^{\circ}\text{C}$). Os resultados indicam diferenças acentuadas na temperatura do solo desnudo entre as distintas regiões agroecológicas do Rio Grande do Sul, o que concorda com os obtidos por MALUF et al. (2000) para os decênios de julho a setembro.

Usando-se a temperatura do solo maior ou igual a 20°C ($T_s \geq 20^{\circ}\text{C}$) como referência (STEINMETZ & BRAGA, 2001; STEINMETZ et al., 2001a) a semeadura do arroz pode ser iniciada no terceiro decênio de setembro, mas em apenas algumas localidades (Uruguaiana, Alegrete, São Borja, Santa Maria, Santa Rosa, Santo Augusto e

Taquari) (Figura 1c e Tabela 2). A abrangência dessa área aumenta consideravelmente nos dois primeiros decênios de outubro (Figuras 2a,b) sendo que no último decênio do mês (Figura 2c), esse valor de temperatura é atingido em todo o Estado.

Os resultados sugerem que a semeadura não seja iniciada antes do terceiro decênio de setembro pois as baixas temperaturas do solo podem retardar a emergência das plântulas (AMARAL & SANTOS, 1983; TERRES, 1991), podendo ocorrer, também, infestação de invasoras, pelo fato delas terem, em geral, maior vigor inicial do que o arroz, conseguindo germinar em temperaturas mais baixas que este (KWON et al., 1996).

Tabela 2. Temperatura média do solo desnudo, a 5 cm de profundidade, nos decênios de setembro, outubro e novembro, em 30 localidades do Estado do Rio Grande do Sul.

Localidade	Temperatura média do solo ($^{\circ}\text{C}$) (5cm)								
	Setembro			Outubro			Novembro		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Alegrete	18,2	18,4	20,1	21,2	22,7	24,1	24,5	26,5	27,5
Bagé	15,1	16,1	18,3	18,5	19,9	21,4	21,2	22,8	23,2
Cachoeirinha	17,5	18,3	19,1	20,2	21,0	22,2	22,7	23,8	24,5
Caxias do Sul	14,8	14,8	15,2	16,9	18,0	19,4	20,1	21,5	21,9
Cruz Alta	16,5	17,5	18,6	20,6	21,3	22,8	22,5	24,2	25,2
Encruzilhada do Sul	15,2	16,0	17,2	18,7	19,6	20,7	21,7	23,1	24,2
Erechim	17,1	17,6	18,5	19,6	20,9	22,2	22,7	24,1	25,1
Farroupilha	16,0	16,8	17,9	18,9	19,9	21,1	21,5	22,7	23,3
Guafba (Eldorado do Sul)	16,7	17,7	19,0	20,6	21,3	23,2	23,6	25,3	25,9
Ijuí	17,4	18,4	19,8	21,1	22,4	23,5	23,9	25,1	26,2
Itaqui	17,7	17,6	18,9	20,2	21,3	23,4	24,0	26,5	27,7
Jaguarão	15,4	16,7	18,7	19,2	19,8	21,9	21,5	23,3	23,6
Julio de Castilhos	16,3	17,1	18,3	19,5	21,1	22,3	22,8	24,4	25,4
Marcelino Ramos	17,4	17,9	18,4	20,8	21,8	23,5	23,7	25,4	26,3
Osório (Maquiné)	17,5	18,4	19,5	20,6	21,2	22,4	23,3	24,1	25,1
Passo Fundo	16,1	17,1	18,0	18,9	19,6	21,3	21,9	22,8	24,0
Pelotas (Capão do Leão)	16,1	17,0	18,2	19,3	20,7	22,0	22,8	24,3	25,2
Quarai	17,7	18,3	19,9	20,9	22,6	24,0	24,3	26,1	26,9
Rio Grande	17,0	17,9	19,4	20,8	21,6	23,1	23,7	25,1	26,4
Santa Maria	18,7	19,4	20,7	22,0	23,0	24,0	24,7	26,2	26,9
Santa Rosa	18,7	19,3	20,2	21,6	22,5	23,8	24,1	25,5	26,5
Santana do Livramento	15,7	16,4	18,8	19,0	20,8	21,4	22,7	24,1	24,8
Santo Augusto	18,0	19,4	20,7	21,6	23,0	24,3	24,3	25,8	26,4
Santo Ângelo	16,9	17,0	18,3	21,4	20,6	23,4	23,8	25,4	26,3
São Borja	18,3	19,2	20,4	21,7	23,1	24,1	24,5	25,8	27,1
São Gabriel	16,8	17,5	19,0	20,0	21,1	22,5	23,0	24,6	25,7
Taquari	18,2	18,8	20,2	21,3	22,4	23,5	24,2	25,7	26,4
Uruguaiana	17,3	17,8	20,2	21,4	22,5	24,1	24,7	26,2	27,0
Vacaria	15,3	16,2	17,5	18,8	19,5	21,5	21,5	22,8	23,3
Veranópolis	16,0	16,8	17,8	19,3	20,2	21,4	22,1	23,4	24,2
Média	16,9	17,6	18,9	20,2	21,2	22,6	23,1	24,6	25,4

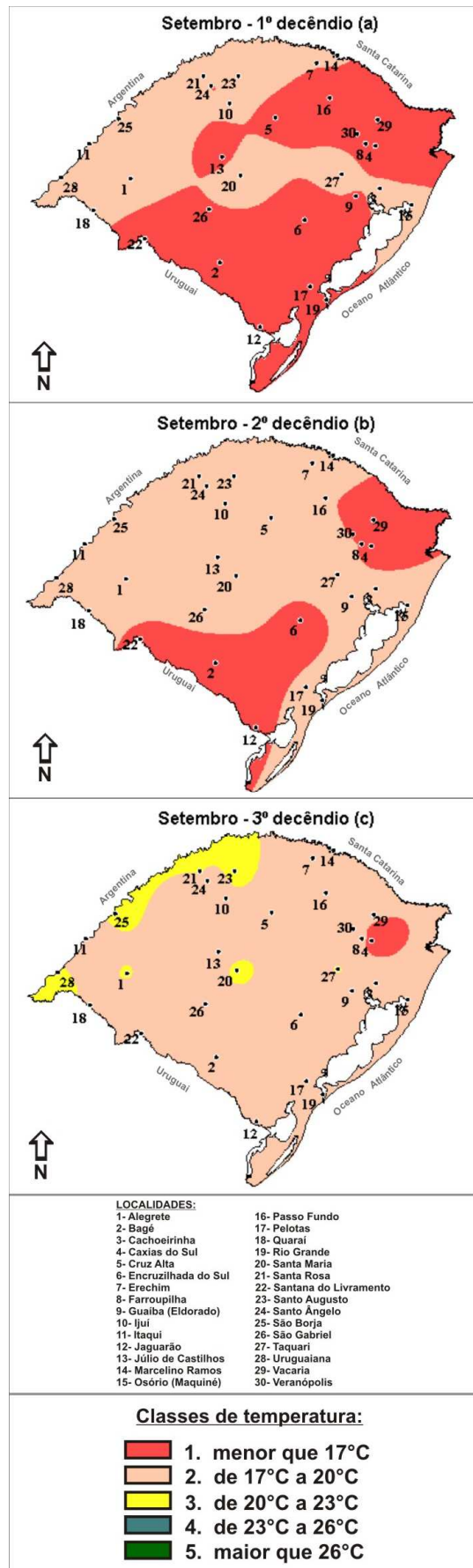


Figura 1. Mapeamento das classes de temperatura do solo desnudo, a 5cm de profundidade, nos três decênios de setembro, no Estado do Rio Grande do Sul.

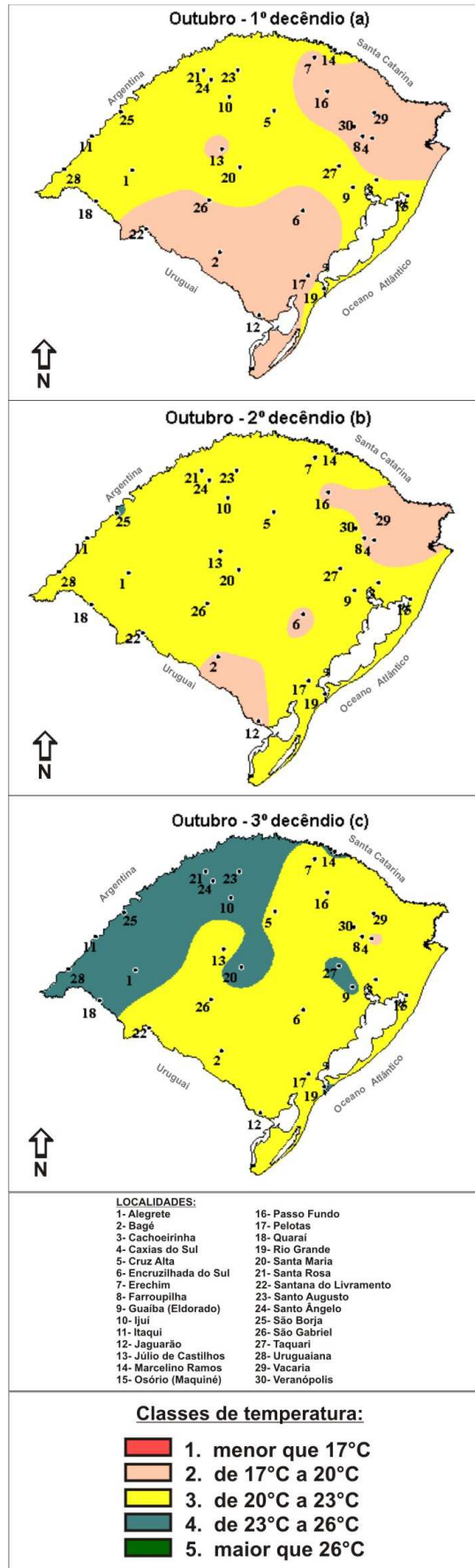


Figura 2. Mapeamento das classes de temperatura do solo desnudo, a 5cm de profundidade, nos três decêndios de outubro, no Estado do Rio Grande do Sul.

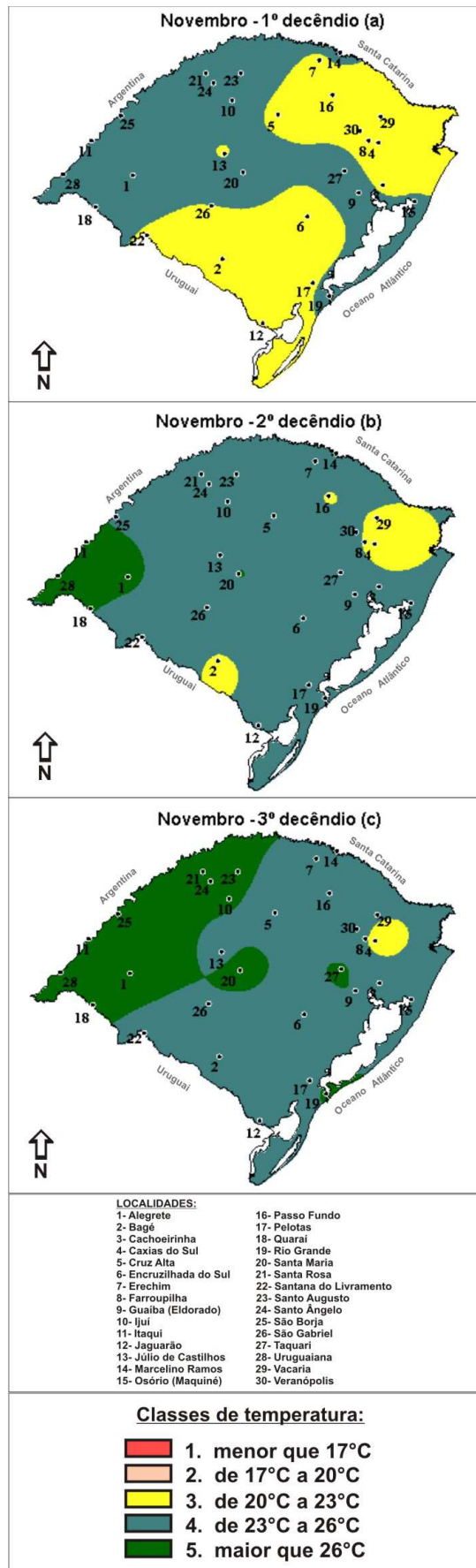


Figura 3. Mapeamento das classes de temperatura do solo desnudo, a 5cm de profundidade, nos três decêndios de novembro, no Estado do Rio Grande do Sul.

Conclusões

- A temperatura do solo desnudo, a 5cm de profundidade, apresenta valores crescentes do primeiro decêndio de setembro ao terceiro decêndio de novembro, indicando diferenças acentuadas entre as regiões agroecológicas do Rio Grande do Sul;
- A temperatura favorável para o início da semeadura ($T_s \geq 20^\circ\text{C}$) começa no terceiro decêndio de setembro, para apenas sete localidades (Uruguaiana, Alegrete, São Borja, Santa Maria, Santa Rosa, Santo Augusto e Taquari), mas no terceiro decêndio de outubro, todo o Estado é favorável.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, da Secretaria Estadual de Ciência e Tecnologia-FEPAGRO/SCT/RS e à Universidade Federal de Pelotas - UFPel, pela cedência dos dados de temperatura do solo usados nesse trabalho.

Referências Bibliográficas

- AMARAL, A. dos S.; SANTOS, E.C. dos. Efeito da umidade e da temperatura do solo na emergência de plântulas de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.5, n.1, p. 43-54, 1983.
- AZAMBUJA, I.H.V.; VERNETTI JÚNIOR, F. de J.; MAGALHÃES JÚNIOR, A.M. de; Aspectos socioeconômicos da produção de arroz. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M; de. (Ed.). **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 23-44.
- KWON, Y.W.; KIM, D.S.; PARK, S.W. Effect of soil temperature on the emergence-speed of rice and barnyardgrasses under dry direct-seeding conditions. **Korean Journal of Weed Science**, v.16, n.2, p.81-87, 1996.
- MALUF, J.R.T.; MATZENAUER, R.; CAIAFFO, M.R. Análise e representação espacial da temperatura de solo desnudo, visando a antecipação da semeadura de culturas de primavera-verão, no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.8, n.2, p.239-246, 2000.
- NISHIYAMA, I. Effects of temperature on the vegetative growth of rice plants. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (Los Baños, Philippines). **Climate and rice**. Los Baños, 1976. p. 159-185.
- 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**, Passo Fundo, v.9, n.3, (Nº Especial: Zoneamento Agrícola), p.429-438, 2001.
- STEINMETZ, S. et al.. **Zoneamento agroclimático do arroz irrigado por épocas de semeadura no estado do Rio Grande do Sul (versão 3)**. Pelotas:Embrapa Clima Temperado, 2001a. 31p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 81).
- STEINMETZ,S. et al.. **Temperatura do solo: fator decisivo para o início da semeadura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2001b. 2p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 56).
- TERRES, A.L. Melhoramento de arroz irrigado por tolerância ao frio no Rio Grande do Sul, Brasil. In: REUNION SOBRE MEJORAMIENTO DE ARROZ EN EL CONO SUR. 1989, Goiânia. **Mejoramiento de arroz**. Montevideo:IICA, 1991. p. 91-103. (IICA. Dialogo, 33).
- VERNETTI JÚNIOR, F. de J.; GOMES, A. da S. Sistema convencional de arroz irrigado. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M; de. (Ed.). **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 339-348.
- YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Los Baños : IRRI, 1981. 269p.