

Frequência de temperatura do solo favorável à semeadura do arroz irrigado, no Estado do Rio Grande do Sul

Frequency of favorable soil temperature for sowing irrigated rice in the State of Rio Grande do Sul, Brazil

Silvio Steinmetz¹, Ronaldo Matzenauer², Jaime Ricardo Tavares Maluf³,
Jean Samarone Almeida Ferreira⁴

Resumo: O Rio Grande do Sul é o maior produtor de arroz irrigado do Brasil, tendo contribuído, na safra 2007/2008, com 61% da produção nacional. No sistema de semeadura predominante, o convencional, as baixas temperaturas do solo constituem um problema no início do período de semeadura. O trabalho teve o objetivo de calcular, e de expressar na forma de mapas, a frequência de a temperatura do solo desnudo, a 5,0 cm de profundidade, ser maior ou igual a 20°C, nos decêndios dos meses de setembro, outubro e novembro, visando indicar o grau de risco envolvido, com esse elemento climático, no planejamento do início da semeadura de arroz irrigado, no Rio Grande do Sul. Foram utilizados os dados médios diários de temperatura do solo desnudo de 29 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. A seguir, foram calculadas as frequências de as temperaturas do solo serem maiores ou iguais a 20°C, agrupando-as em cinco classes de percentagem: de zero a 20%; de 20,1% a 40%; de 40,1% a 60%; de 60,1% a 80% e de 80,1% a 100%. Os programas Idrisi e Surfer (método kriging) foram usados para espacializar os dados, gerando-se um mapa para cada decêndio. Usando-se a classe de 40,1% a 60% de frequência de temperatura de solo desnudo maior ou igual a 20°C, a semeadura do arroz irrigado pode ser iniciada no terceiro decêndio de setembro apenas nas áreas situadas no oeste e noroeste do Rio Grande do Sul, mas, no segundo decêndio de outubro, ela é possível em praticamente todo o Estado.

Palavras-chave: *Oryza sativa L.*, probabilidade, mapeamento, risco climático

Abstract: The State of Rio Grande do Sul is the main producer of irrigated rice in Brazil, contributing, in the crop season 2007/2008 with 61% of the national rice production. In the predominant sowing system (dry seeds in bare soils), the low soil temperatures can be a problem at the beginning of the sowing period. The objective of this study was to calculate and to generate maps of the frequency of the bare soil temperature, at 5,0 cm depth, greater then or equal to 20°C in the ten-day periods of September, October and November, aiming to indicate the level of risk involved, related to soil temperature, in planning when to begin sowing irrigated rice in the State of Rio Grande do Sul, Brazil. The daily bare soil average temperature from 29 meteorological stations of the State were used. Most of these presented between 20 and 40 years of data. After calculating the ten-day periods average values, the frequencies of temperatures being greater than or equal to 20°C were determined and grouped into five classes: (20%; 20,1% 40%; 40,1% 60%; 60,1% 80% and 80,1% 100%). The generated maps, one for each ten-day period, were adjusted using the softwares Idrisi and Surfer. The results indicated that, using the frequency class 3 (40,1% 60%) as reference, the sowing of irrigated rice can begin on the second ten-day period of September, but only in the west and northwest regions. However, in the second ten-day period of October, it can be sown in almost the entire State of Rio Grande do Sul.

Key words: *Oryza sativa L.*, probability, bare soil temperature, maps, climatic risk

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

²Engº 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: ronaldomatzenauer@fepagro.rs.gov.br

³Engº 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

⁴Bacharel Ciências da Computação, Mestrando em Geomática PPGG/UFSM-Bolsista do Laboratório de Estudos Agrários e Ambientais, E-mail: jean.ferreira@gmail.com

Introdução

O Rio Grande do Sul é o maior produtor de arroz irrigado do Brasil, tendo contribuído, na safra 2007/2008, com 61% da produção nacional (CONAB, 2008). O sistema de semeadura predominante é o convencional (VERNETTI JÚNIOR & GOMES, 2004), que utiliza sementes secas em solos secos, ou com pouca umidade superficial, para permitir o uso de máquinas.

Um problema crítico do cultivo do arroz no Rio Grande do Sul são as baixas temperaturas do solo no início do período de semeadura, ou seja, de meados de setembro até meados de outubro, dependendo da região. Elas podem retardar a emergência das plântulas em mais de 20 dias, especialmente das cultivares mais sensíveis (TERRES, 1991). Isso faz com que a população de plantas fique desuniforme e, em geral, aquém da recomendada para se obterem altas produtividades. Nessas condições, em que as sementes ficam expostas por mais tempo à ação dos fungos de solo ou da própria semente, o tratamento de sementes com fungicidas (RAMIREZ & MENEZES, 2003) ou com ácido giberélico e fungicida (PINCIROLI et al., 2005) favorece o estabelecimento de plântulas de arroz. Em condições de baixa temperatura do solo, inferior a 20°C, também deve-se ter cuidados especiais com a infestação de invasoras, como o capim-arroz, por exemplo, pelo fato de elas terem maior tolerância ao frio 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 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 & dos 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 desnudo apresenta características bem diferenciadas, de acordo com as regiões climáticas do Estado (MALUF et al., 2000; Steinmetz et al., 2001).

Os resultados obtidos por Steinmetz et al. (2001) foram usados para indicar o início do período de semeadura do arroz irrigado no zoneamento agroclimático por épocas de semeadura (STEINMETZ & BRAGA, 2001; STEINMETZ et al., 2007).

Steinmetz et al. (2001) caracterizaram, na forma de mapas, os decêndios dos meses de setembro e outubro em que a média da temperatura do solo desnudo era maior ou igual a 20°C, indicando as áreas em que a semeadura do arroz irrigado poderia ser iniciada. Outra opção é apresentar os dados de séries históricas na forma de frequências em vez de médias. Ela tem a vantagem de indicar, em termos climatológicos, as chances de se ter temperaturas favoráveis para a semeadura, nos distintos decêndios, nas diferentes regiões produtoras de arroz irrigado do Rio Grande do Sul.

O trabalho teve o objetivo de calcular, e de expressar na forma de mapas, a frequência de a temperatura do solo desnudo, a 5,0 cm de profundidade, ser maior ou igual a 20°C, nos decêndios dos meses de setembro, outubro e novembro, visando indicar o grau de risco envolvido, com esse elemento climático, no planejamento do início da semeadura de arroz irrigado, no Rio Grande do Sul.

Material e Métodos

Foram utilizados os dados médios diários de temperatura do solo desnudo, a 5,0 cm de profundidade, de 29 estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, sendo 28 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. As coordenadas geográficas, a altitude e as regiões agroecológicas em que elas estão inseridas estão caracterizadas em Steinmetz et al. (2007b). Das 29 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 duas entre 5 e 10 anos. As duas estações com menores séries de dados (Bagé e Santo Ângelo) foram incluídas apenas para melhorar a representação espacial das informações. Embora a produção de arroz se concentre na metade sul do Rio Grande do Sul (CENSO, 2006), foram utilizadas estações meteorológicas de todo o Estado, pois, em termos climáticos, ele pode ser cultivado em praticamente todo o Estado (STEINMETZ

et al., 2007a).

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, para cada ano, as médias por períodos de dez dias (decêndios) dos meses de setembro, outubro e novembro, período em que é feita a semeadura do arroz irrigado, no Rio Grande do Sul (STEINMETZ et al., 2007). A seguir, foram calculadas as frequências de as temperaturas do solo serem maiores ou iguais a 20°C, agrupando-as em cinco classes de percentagem: de zero a 20%; de 20,1% a 40%; de 40,1% a 60%; de 60,1% a 80% e de 80,1% a 100%. Os programas Idrisi e Surfer (método kriging) foram usados para espacializar os dados, gerando-se um mapa para cada decêndio dos meses de setembro, outubro e novembro. A temperatura de 20°C, foi usada como referência, pois ela representa o limite inferior da faixa de temperatura ótima para a germinação das sementes (YOSHIDA, 1981) sendo que, o seu valor médio decendial tem sido usado como um indicativo do início do período de semeadura de uma dada localidade ou região (STEINMETZ & BRAGA, 2001; Steinmetz et al., 2007a).

Resultados e Discussão

Considerando-se todas as localidades, verifica-se que a frequência média de a temperatura do solo desnudo ser maior ou igual a 20°C aumenta de 14,7%, no primeiro decêndio de setembro, para 96,0%, no terceiro decêndio de novembro (Tabela 1). Isso se deve ao fato de os dias ficarem mais longos do início para o fim da primavera e de os raios solares incidirem com menor ângulo de inclinação sobre a superfície terrestre, aumentando a irradiância solar global e, consequentemente, a energia para aquecer o solo.

A frequência de a temperatura do solo ser maior ou igual a 20°C ($T_s \geq 20^\circ\text{C}$) varia de acordo com a localidade e o decêndio considerado. Assim, em São Borja, por exemplo, a frequência de $T_s \geq 20^\circ\text{C}$ é de 29,1%, 36,6% e 55,7%, respectivamente, no 1º, 2º e 3º decêndios de setembro (Tabela 1). Por outro lado, em Bagé, nesses mesmos decêndios, a frequência de se ter $T_s \geq 20^\circ\text{C}$ é de apenas 2,9%, 5,7% e 27,1% (Tabela 1).

A espacialização dos dados da Tabela 1, na forma de mapas de classes de frequência, permite uma melhor visualização da evolução da temperatura do solo, no período de setembro a novembro, nas distintas regiões produtoras do Rio Grande do Sul (Figuras 1, 2 e 3).

No 1º decêndio de setembro (Figura 1a), na maior parte Rio Grande do Sul (RS), predomina a classe 1 de frequência (de 0% a 20%). Apenas algumas localidades (Santa Maria, Alegrete, São Borja e algumas outras situadas mais ao norte estão na classe 2 (de 20,1% a 40%), indicando que temperaturas favoráveis para a semeadura ($T_s \geq 20^\circ\text{C}$) ocorrem de duas a quatro vezes a cada dez anos.

A classe 2 aumenta a sua abrangência no 2º decêndio de setembro (Figura 1b), incluindo uma boa parte da Depressão Central, avançando até o Litoral e, no 3º decêndio de setembro (Figura 1c), ela ocupa a maior parte do Estado.

O 3º decêndio de setembro (Figura 1c), diferentemente dos dois anteriores, caracteriza-se por apresentar uma área representativa da classe 3 (de 40,1% a 60%), situada a oeste e noroeste do Estado. Esse decêndio tem sido usado como indicativo do início da semeadura pelo zoneamento agroclimático por épocas de semeadura (STEINMETZ et al., 2007a) para as áreas mais quentes do Rio Grande do Sul, baseando-se nas médias decendiais de temperatura do solo maiores ou iguais a 20°C (STEINMETZ et al., 2001).

Nas áreas situadas a oeste e noroeste do Estado, predomina a classe 4 (de 60,1% a 80%) no 1º decêndio de outubro (Figura 2a), evoluindo para a classe 5 (de 80,1% a 100%) no 3º decêndio de outubro (Figura 2c).

No 1º decêndio de novembro (Figura 3a), na maior parte do Rio Grande do Sul, predomina a classe 5, sendo que a classe 4 ocorre apenas em parte da Campanha, nas Serras do Sudeste e do Nordeste e no Planalto Superior. A classe 5 cobre todo o Estado no 3º decêndio de novembro (Figura 3c).

Os resultados indicam diferenças acentuadas na temperatura do solo desnudo entre as distintas regiões agroecológicas do Rio Grande do Sul, concordando com os obtidos por Maluf et al. (2000), para os decêndios de julho a setembro.

Tabela 1. Frequência, em percentagem, de a temperatura do solo desnudo, a 5 cm de profundidade, ser maior ou igual a 20°C ($T_s \geq 20^\circ\text{C}$), nos decêndios de setembro, outubro e novembro, em 29 localidades do Estado do Rio Grande do Sul.

Localidade	Frequência (%) de $T_s \geq 20^\circ\text{C}$ (5cm)								
	Setembro			Outubro			Novembro		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Alegrete	24,0	24,0	55,3	63,6	85,0	92,2	95,4	100,0	100,0
Bagé	2,9	5,7	27,1	25,7	51,4	70,1	65,7	88,6	95,7
Cachoerinha	15,6	20,8	31,6	49,6	69,2	84,4	89,2	96,0	99,2
Caxias do Sul	2,1	2,9	2,9	12,9	16,4	41,6	48,6	77,9	82,1
Cruz Alta	12,9	17,1	31,2	56,5	65,3	80,2	83,8	91,9	98,1
Encruzilhada do Sul	4,5	6,8	14,5	30,8	44,1	56,6	70,8	84,6	92,6
Erechim	16,9	24,1	30,3	43,0	60,3	72,7	81,3	88,7	98,1
Farroupilha	4,7	14,4	22,8	34,4	46,9	62,1	72,2	84,7	90,3
Guaíba (Eldorado do Sul)	10,0	20,0	35,5	55,9	66,1	86,2	89,6	97,8	97,8
Ijuí	20,3	29,4	47,2	65,3	83,4	96,3	89,7	96,6	99,4
Itaqui	18,0	17,0	26,0	56,0	74,0	86,4	95,0	98,0	100,0
Jaguarão	4,3	11,4	28,6	35,7	42,9	84,4	77,1	85,7	94,3
Júlio de Castilhos	14,3	18,3	28,8	41,8	63,2	71,9	78,5	87,3	94,8
Osório (Maquiné)	11,8	22,6	43,1	62,7	67,6	80,6	91,3	94,6	99,0
Passo Fundo	7,5	15,6	28,1	30,0	42,5	67,0	71,9	83,8	92,5
Pelotas (Capão do Leão)	7,2	11,2	21,6	37,2	60,8	75,6	82,5	94,6	97,5
Quarai	18,0	26,3	49,0	64,0	84,0	90,6	93,7	97,7	100,0
Rio Grande	16,2	23,8	39,0	61,1	70,0	84,9	88,5	95,6	98,5
Santa Maria	33,4	40,6	57,1	71,7	86,0	87,8	93,2	98,5	99,1
Santana do Livramento	6,3	10,0	34,4	34,0	59,3	70,3	82,0	92,0	97,3
Santa Rosa	34,8	39,6	49,2	66,4	81,2	89,1	90,0	98,0	89,2
Santo Ângelo	16,0	18,0	24,0	70,0	52,0	85,5	94,0	92,0	100,0
Santo Augusto	26,5	40,6	61,2	71,8	84,7	89,3	88,2	94,7	99,4
São Borja	29,1	36,6	55,7	72,6	90,3	92,2	94,7	97,9	100,0
São Gabriel	11,7	16,3	31,1	51,2	63,8	82,6	83,9	94,2	97,6
Taquari	26,6	31,1	49,7	66,9	81,4	84,9	92,0	98,6	98,3
Uruguaiana	16,2	22,4	51,9	66,4	82,3	91,7	93,3	93,6	100,0
Vacaria	6,4	13,2	23,9	35,2	42,8	67,3	68,1	78,8	81,9
Veranópolis	9,5	15,9	23,5	38,4	49,7	64,4	76,5	86,8	91,4
Média	14,7	20,5	35,3	50,7	64,4	78,9	83,5	92,0	96,0

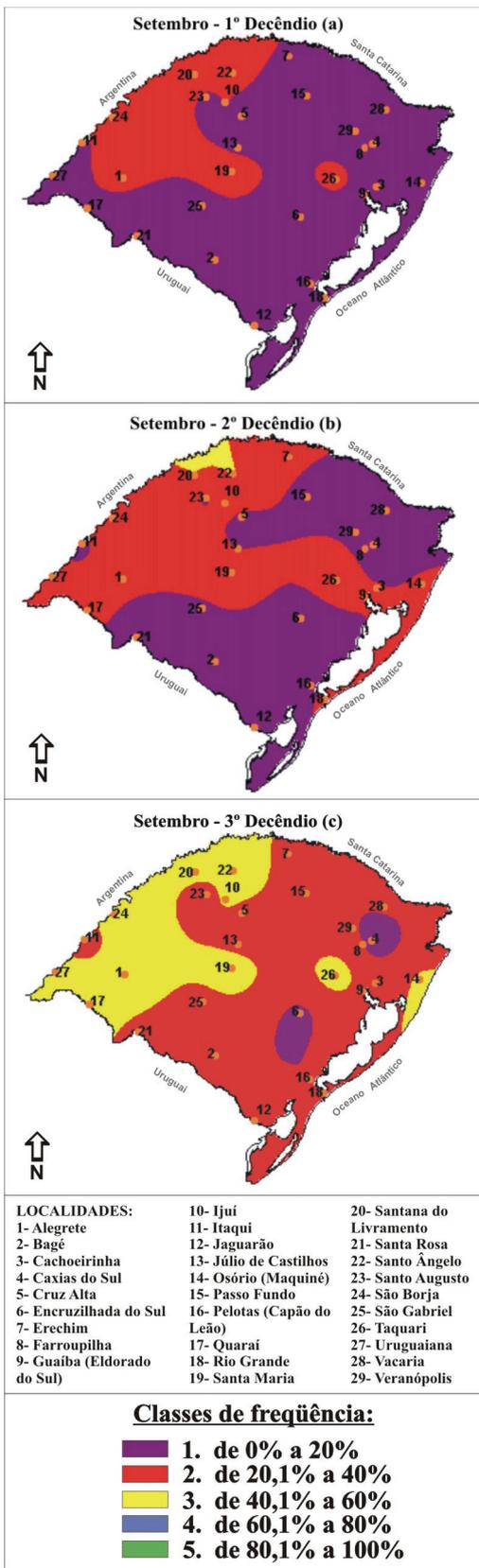


Figura 1. Mapeamento das classes de frequência de temperatura do solo desnudo, a 5cm de profundidade, nos três decêndios de setembro, no Estado do Rio Grande do Sul.

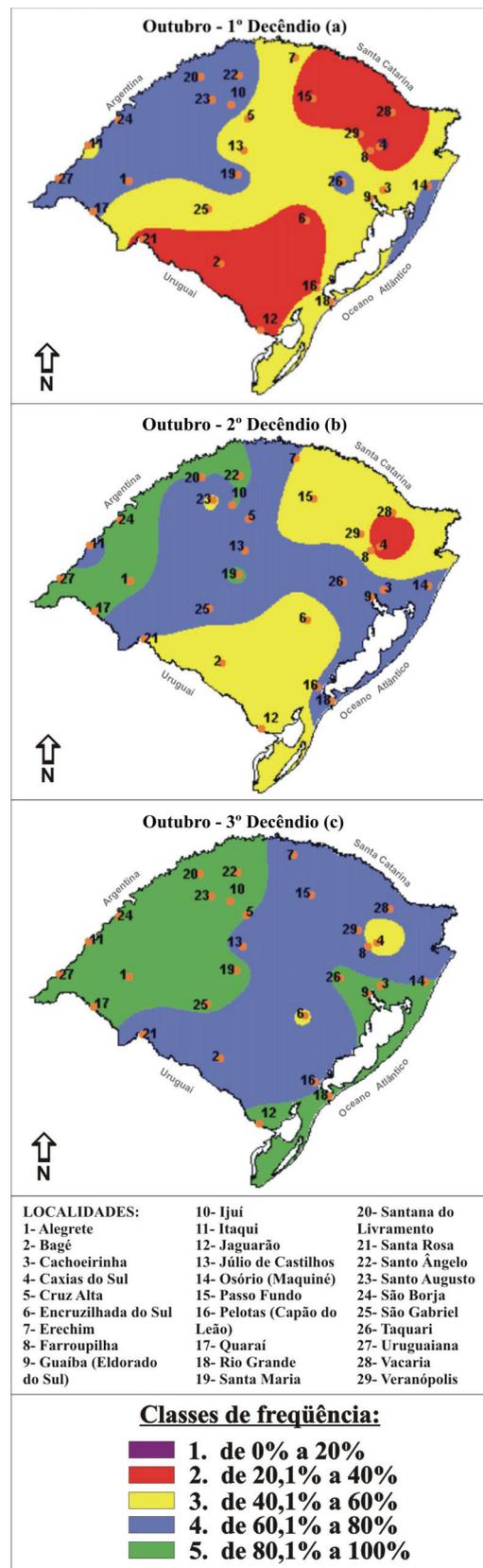


Figura 2. Mapeamento das classes de frequência de temperatura do solo desnudo, a 5cm de profundidade, nos três decêndios de outubro, no Estado do Rio Grande do Sul.

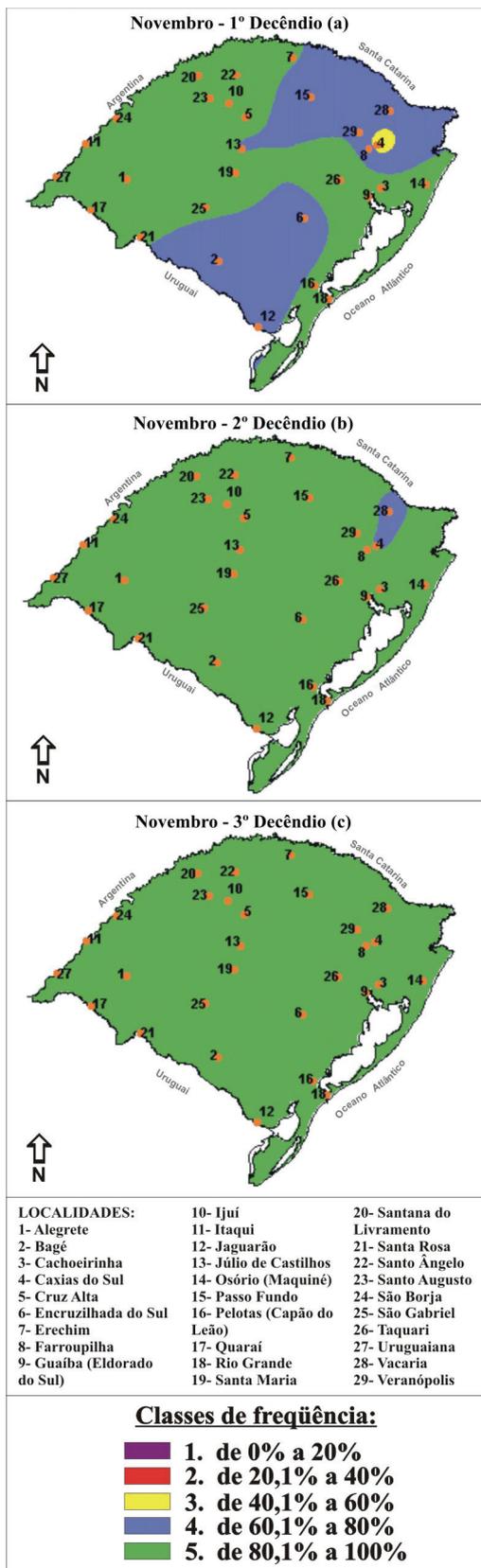


Figura 3. Mapeamento das classes de frequência de temperatura do solo desnudo, a 5cm de profundidade, nos três decênios de novembro, no Estado do Rio Grande do Sul.

A utilização de classes de frequência para definir os períodos favoráveis de início de semeadura tem a vantagem, em relação aos valores médios decendiais (MALUF et al., 2000; STEINMETZ et al., 2001), de dar uma noção do grau de risco envolvido em relação a esse elemento climático.

O risco envolvido refere-se ao fato de que semeaduras feitas em solos frios retardam a emergência e apresentam menor número de plântulas emergidas (AMARAL & SANTOS, 1983; TERRES, 1991; RAMIREZ & MENEZES, 2003). A consequência principal de um baixo estande de plantas é a expectativa de níveis de produtividade aquém do que poderia ser obtido em condições normais. Além disso, se não houver medidas eficientes de controle, pode ocorrer, também, infestação de invasoras, pelo fato de elas terem, em geral, maior vigor inicial do que o arroz, conseguindo germinar em temperaturas mais baixas que este (KWON et al., 1996).

O mapeamento das áreas indicando, em classes de frequência, quando a temperatura do solo permite iniciar a semeadura é uma informação importante que pode ser utilizada como instrumento auxiliar de planejamento da lavoura. Deve-se ressaltar, entretanto, que, em função de outras variáveis, como o ciclo da cultivar, a disponibilidade de radiação solar e o risco de frio nas fases críticas da planta, a época de início de semeadura pode não ser exatamente aquela indicada pela temperatura do solo (STEINMETZ et al., 2007a). Por isso, recomenda-se que os produtores, os agentes de assistência técnica e extensão rural e os demais segmentos envolvidos com essa cultura utilizem como referência o zoneamento agrícola, que define os períodos recomendados de semeadura em cada município do Estado (<http://www.agricultura.gov.br>).

Conclusões

A frequência de temperatura de solo desnudo maior ou igual a 20°C permite avaliar o grau de risco envolvido, com esse elemento climático, no planejamento do início da semeadura do arroz irrigado, nas distintas regiões produtoras do Rio Grande do Sul.

Usando-se a classe de frequência de 40,1% a 60% de temperatura de solo desnudo maior ou igual a 20°C, a semeadura do arroz irrigado pode ser iniciada no terceiro decênio de setembro apenas nas áreas situadas no oeste e noroeste do Rio Grande do Sul,

mas no segundo decêndio de outubro, ela é possível em praticamente todo o Estado.

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 a cessão dos dados de temperatura do solo usados neste 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, DF, v.5, n.1, p. 43-54, 1983.

CENSO da lavoura de arroz irrigado do Rio Grande do Sul Safra 2004/05. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 54, n. 440, p. 5-9, 2006.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira: grãos: décimo primeiro levantamento, agosto 2008. Brasília, DF: CONAB, 2008. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/7f729b6bdd58a1868ebb352a0369ad99..pdf>>

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**, Taejon 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. **Climate and rice: proceedings of the symposium**. Los Baños, 1976. p. 159-185.

PINCIROLI, M.; MAIALE, S.; BEZUS RODOLFO, V.; ALFONSO, A. Arroz: efecto de la aplicación de GA3 en distintos genótipos durante los primeros estadios del desarrollo de la planta en condiciones térmicas subóptimas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 26., 2005, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2005. p. 218-220.

RAMÍREZ, H.; MENEZES, V. G. Estabelecimento de plantas de arroz irrigado com sementes tratadas com Carboxin + Thiram em diferentes condições de temperatura do solo e profundidade de semeadura . In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 25., 2003, Camboriú. **Anais**. Itajaí: EPAGRI, 2003. p. 215-217.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria estadual de Planejamento Agrícola. **Macrozoneamento agroecológico e econômico do estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e Abastecimento; Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1994. 2 v.

STEINMETZ, S.; WREGE, M. S.; HERTER, F. G.; REISSER JÚNIOR, C.; FERREIRA, J. S. A.; MATZENAUER, R. MALUF, J. R. T. **Macrozoneamento climático para o arroz irrigado no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. 20 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 137).

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, p. 429-438, 2001. N° Especial: Zoneamento Agrícola.

STEINMETZ, S.; FAGUNDES, P. R. R.; MARIOT, C. H. P.; WREGE, M. S.; MATZENAUER, R.; MALUF, J. R. T.; FERREIRA, J. S. A. **Zoneamento agroclimático do arroz irrigado por épocas de semeadura no Estado do Rio Grande do Sul: versão 4**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007a. 34 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 199).

STEINMETZ, S.; MALUF, J. R. T.; MATZENAUER, R.; AMARAL, A. G.; FERREIRA, J. S. A. Temperatura do solo desnudo durante o período de implantação do arroz irrigado no Estado Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Piracicaba, v. 15, n. 2, p. 184-191, 2007b.

STEINMETZ, S.; MALUF, J. R. T.; MATZENAUER, R.; AMARAL, A. G.; FERREIRA, J. S. A. **Temperatura do solo**: fator decisivo para o início da semeadura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2001. 2 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 56).

TERRES, A. L. Melhoramento de arroz irrigado por tolerância ao frio no Rio Grande do Sul, Brasil. In: REUNIÓN SOBRE MEJORAMIENTO DE ARROZ EN EL CONO SUR. 1989, Goiânia. **Mejoramiento de arroz**. Montevideo: IICA, 1991. p. 91-103. (IICA-PROCISUR. 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. 269 p.