

ISSN 0104-1347

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

Temperature analysis and spatiality of a bare soil, for anticipation of the sowing period of spring-summer crops, in the State of Rio Grande do Sul, Brazil

Jaime Ricardo Tavares Maluf¹, Ronaldo Matzenauer² e Márcia Rodrigues Caiaffo³

Resumo - O trabalho teve por objetivo analisar e delimitar regiões do Estado do Rio Grande do Sul, onde a temperatura de solo desnudo a 5cm de profundidade, nos meses de julho, agosto e setembro, seja adequada para germinação efetiva e uniforme de sementes de culturas de primavera-verão, sem que estas sofram danos por período longo de permanência no solo. Foram utilizados dados de temperatura de solo desnudo a 5cm de profundidade de 29 estações agrometeorológicas pertencentes à rede de estações da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária - FEPAGRO/SCT/RS, período principal de 1960 a 1998, razoavelmente distribuídas nas diversas regiões do Rio Grande do Sul. Considerou-se a temperatura média de solo a 5cm de profundidade de 16°C como temperatura a partir da qual as sementes de culturas de verão apresentam germinação satisfatória e uniforme para obter-se uma população de plantas desejável. Foram elaborados mapas de isotermas de temperatura de solo para os decêndios dos meses de julho, agosto e setembro. Verificou-se, na média, que a partir do 3º decêndio do mês de julho (21 a 30/7), o Estado do Rio Grande do Sul apresenta áreas com temperatura de solo favorável para início do período de semeadura de culturas de verão, e, a partir do 3º decêndio do mês de setembro, a temperatura de solo favorável para semeadura abrange praticamente todo Estado, com exceção de pequenas áreas nas regiões da Serra do Nordeste e do Planalto Superior. Uma das principais aplicações desses resultados é na antecipação do período de semeadura de culturas de verão, visando a evitar coincidência dos estádios críticos das culturas com os períodos de estiagem.

Palavras-chave: temperatura de solo, semeadura, regionalização.

Abstract - The objective of this study was to analyze and delimit the regions in which the temperature at 5cm depth of a bare soil, over the months of July, August, and September, may be adequate to ensure an effective and uniform seed germination without damage to the seeds resulting from the exposure to a long period in the soil. Temperature means at 5cm depth of a bare soil collected at 29 agrometeorological stations of the Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária - FEPAGRO/SCT/RS, main period from 1960 to 1998, distributed in the various regions of the State of Rio Grande do Sul, Brazil, were used. Sixteen degrees Celsius were considered as a mean temperature at 5cm depth from which the sowing of summer crops shows a satisfactory and uniform seed germination and desirable plant population. Soil temperature isothermal maps were made for 10-day periods for July, August, and September. It was noted that, on average, after July 21 there are areas in Rio Grande do Sul presenting favorable conditions to sow summer crops, and after the third 10-day period of September such favorable conditions may be found throughout the whole state, except for small areas in Serra do Nordeste and Planalto Superior regions. One of the main applications of these results is associated with the anticipation of the sowing period of summer crops, thus avoiding the concurrence of flowering period and water deficit periods.

Key words: soil temperature, sowing, regionalization.

¹ Eng. Agr., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Trigo, Cx. P. 451, CEP 99001-970, Passo Fundo, RS.

² Eng. Agr., Dr., Pesquisador da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, RS. Bolsista do CNPq.

³ Eng. Civil, UnB-FINATEC.

Introdução

A temperatura de solo, assim como a do ar, é de fundamental importância às culturas agrícolas, estando relacionada com os processos vitais das plantas. A mesma é importante no processo de germinação de sementes, na duração do subperíodo fenológico sementeira-emergência e no início da formação do sistema radicular das plantas. BERGAMASCHI & GUADAGNIN (1993) referem que, além desses aspectos, a temperatura do solo é importante na atividade das raízes em absorver água do solo, na atividade de microrganismos, na difusão de solutos e gases, no desenvolvimento de moléstias e na velocidade das reações químicas do solo.

Nas regiões de clima temperado e subtropical, a temperatura de solo é fator importante para início dos períodos de sementeira de culturas de primavera-verão. O Rio Grande do Sul, pertencente a essas classes climáticas, apresenta considerável variabilidade em seu regime térmico, principalmente entre regiões, o que provoca diferença acentuada no início dos períodos de sementeira. Entre as regiões mais quentes e as mais frias, é possível verificar diferenças de até 60 dias no início dos períodos de sementeira.

Vários autores têm demonstrado a possibilidade de estimar-se a duração do subperíodo sementeira-emergência por meio do conhecimento da temperatura do solo. MATZENAUER *et al.* (1982, 1983) realizaram trabalhos com milho e com soja, na região da Depressão Central do Estado, visando avaliar o efeito da temperatura de solo na duração do subperíodo sementeira-emergência, usando sementeiras contínuas de 15 em 15 dias, a campo, com e sem irrigação, durante o período de julho de 1981 a abril de 1983. Verificaram que não ocorreram registros de emergência com temperatura de solo a 5cm de profundidade inferior a 16°C e superior a 31°C. Observaram ainda que, à medida que os valores de temperatura de solo aumentavam, diminuía a duração do subperíodo sementeira-emergência, e em sua maioria os registros de emergência de plantas situavam-se na faixa de temperatura de solo entre 26°C a 30°C. Foram elaboradas correlações entre a temperatura de solo no subperíodo sementeira - 75% de emergência e a duração em dias deste subperíodo. Os coeficientes de determinação foram muito significativos, indicando elevado grau de associação entre as duas variáveis e mostrando a possibilidade de se estimar a duração da fase fenológica emergência a partir da temperatura de solo. Nessa região, com temperatura de solo de 16°C a 17°C, os referidos autores determinaram o período de 11 a 14 dias para emergência de plantas

de milho e 11 a 13 dias para emergência de plantas de soja, com temperatura do ar pouco superior a 14°C a partir do 3º decêndio do mês de julho.

Em sementeiras de milho efetuadas a partir da segunda semana do mês de agosto, na área de Passo Fundo, no Rio Grande do Sul, na região climática do Planalto Médio, com temperaturas médias do ar não inferiores a 14°C, DIDONET *et al.* (1998) estimaram que a emergência demora cerca de 15 dias.

O fator mais limitante às culturas de verão no Estado do Rio Grande do Sul é a variabilidade da precipitação pluvial, provocando com frequência baixa disponibilidade hídrica, que ocorre normalmente nos meses de novembro a fevereiro, causando reduções significativas no rendimento de grãos (MATZENAUER *et al.*, 1998a, 1998b, 1999). Em geral, a precipitação pluvial ocorrida nesse período é insuficiente para atender às necessidades hídricas das culturas, o que pode ser verificado pelos balanços hídricos normais climatológicos (MALUF *et al.*, 1981). Dessa forma, a antecipação do período de sementeira de culturas de verão, para os meses de julho, agosto e setembro, é uma técnica importante empregada no Rio Grande do Sul, visando evitar a coincidência do período crítico das culturas (floração e enchimento de grãos) com o período de menor disponibilidade hídrica (novembro-fevereiro), minimizando, com isso, os efeitos negativos da deficiência hídrica.

Em análise estatística da precipitação pluvial anual do Rio Grande do Sul, BERLATO (1992) mostra que, na média de todo o Estado, a frequência de anos considerados secos é maior que a de anos considerados chuvosos, na proporção de 14% e 10%, respectivamente, e em algumas regiões do Estado, como o Baixo Vale do Rio Uruguai e parte oeste da Campanha, a frequência média de anos secos atinge 20%. Baseado na análise das séries, esse autor constata que é grande a variabilidade da precipitação mensal de um ano para outro. Verificou, ainda, que a estiagem nos meses de janeiro e fevereiro é um fenômeno meteorológico adverso que faz parte das características do Estado, pois sua ocorrência foi verificada em todo o período dos 77 anos de observações analisadas.

Segundo ÁVILA (1994), a probabilidade de a precipitação pluvial superar a evapotranspiração potencial nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, em praticamente todo o Rio Grande do Sul, é inferior a 60%, determinando, com isso, alta frequência de ocorrência de deficiência hídrica.

O trabalho tem como objetivo delimitar regiões do Estado do Rio Grande do Sul com temperatu-

ras de solo favorável para início do período de semeadura de culturas de verão, nos meses de julho, agosto e setembro, visando evitar a coincidência do período crítico destas culturas com períodos adversos de seca.

Material e métodos

Foram realizados levantamento e análise da temperatura de solo desnudo à profundidade de 5cm de 29 localidades (Tabela 1), distribuídas nas diversas regiões do Estado (Figura 1). Os dados de temperatura de solo foram obtidos de geotermômetros, com leituras realizadas às 9, 15 e 21 horas (Hora Legal Brasileira), pertencentes à rede de estações agrometeorológicas da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, da Secretaria de Ciência e Tecnologia - FEPAGRO/SCT/RS. Foram utilizadas observações do período principal 1960 a 1998. Das 29 estações,

oito não possuíam a série completa, apresentando de dez a dezoito anos de dados, porém foram usadas como pontos de apoio na análise e traçado das isolinhas na representação espacial das temperaturas.

Tomaram-se dados diários de temperatura de solo desnudo nas três leituras, realizando-se a média aritmética para obtenção da média diária. Foi calculada a média por decêndio para os meses de julho, agosto e setembro, obtendo-se, dessa forma, médias de nove decêndios (Tabela 2). Com as médias decendiais, foram traçados mapas de isotermas de temperatura de solo desnudo para o Estado do Rio Grande do Sul, na escala 1:750.000, usando-se como orientação o mapa hipsométrico do Estado, sendo neste trabalho apresentados em forma reduzida.

Com base nos trabalhos de MATZENAUER et al. (1982, 1983) e de MALUF & MATZENAUER (1995), considerou-se a temperatura média de solo desnudo, a 5cm de profundidade, de 16°C como a

temperatura a partir da qual a semeadura de culturas de verão apresenta germinação satisfatória e uniforme para população de plantas desejável.

Resultados e discussão

Foram traçados mapas de temperatura média de solo desnudo a 5 cm de profundidade para os decêndios dos meses de julho, agosto e setembro, no Estado do Rio Grande do Sul (Figuras 2 a 4), observando-se aumento dos valores da temperatura média de solo de julho a setembro.

Analisando os mapas, verifica-se que as regiões que apresentam maior valor de temperatura média de solo são o Vale do Rio Uruguai e a Depressão Central, e as regiões que apresentam menor valor de temperatura média de solo são Planalto Médio e Superior, Serra do Nordeste e Serra do Sudeste,

Tabela 1. Regiões climáticas, estações meteorológicas, coordenadas geográficas e altitude das localidades com temperatura de solo no Estado do Rio Grande do Sul.

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

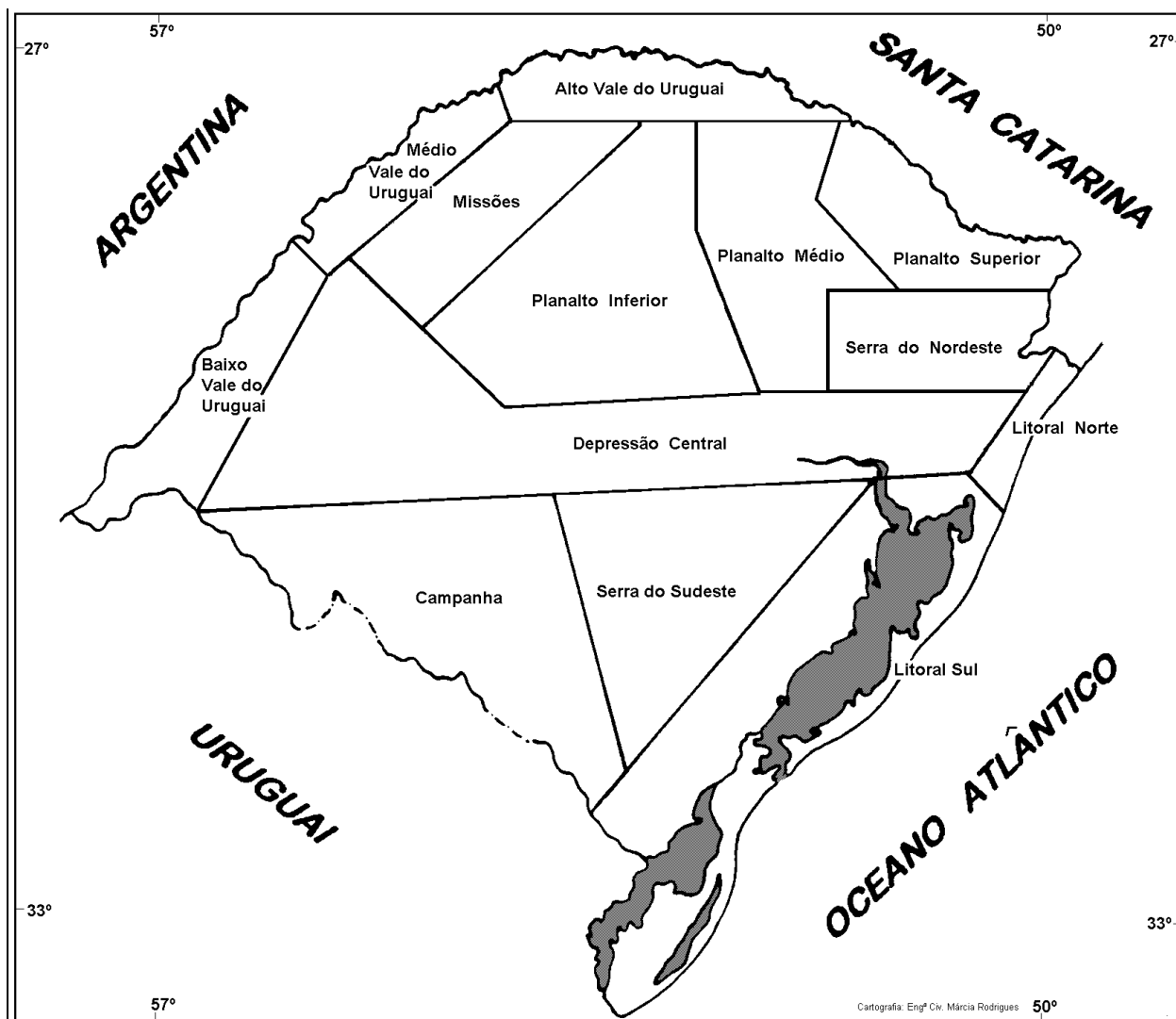


Figura 1. Regiões Climáticas do Estado do Rio Grande do Sul, segundo ARAÚJO (1930), modificado por MALUF (trabalho ainda não publicado).

abrangendo ainda uma área da região da Campanha que se estende da Serra do Sudeste até o município de Quaraí, na fronteira com o Uruguai. A temperatura média do ar no Estado segue a mesma evolução da temperatura de solo, apenas apresentando valores inferiores, nos decêndios de cada mês (INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS, 1989).

O mês de julho (Figura 2) apresenta os menores valores de temperatura média de solo, variando de 12°C, no 1º decêndio na Serra do Nordeste, a valores pouco inferiores a 16°C, no 2º decêndio nas regiões do Alto e Médio Vales do Uruguai e Depressão Central. No 3º decêndio do mês de julho os valores de temperatura de solo são mais elevados, com temperaturas acima de 16°C nas regiões do Médio e Alto Vale do Rio Uruguai e parte da Depressão Central, apresentando condições de temperatura de solo favo-

rável para início do período de semeadura de culturas de verão. Essa condição é confirmada pelo zoneamento da cultura de milho para a época de semeadura de 1º de agosto, cujo mapa abrange o período de 20/7 a 15/8, em que verificam-se áreas Preferenciais I e II para semeadura de milho no Estado (MALUF & MATZENAUER, 1995).

A temperatura média de solo no mês de agosto (Figura 3) varia de 14°C a mais de 18°C. No 1º decêndio a temperatura de solo varia de menos de 14°C, nas regiões mais frias, a temperaturas de solo superiores a 16°C, nas regiões mais quentes. No 2º decêndio a temperatura de solo é superior a 16°C e inferior a 18°C, nas regiões do Alto, Médio e Baixo Vales do Rio Uruguai, Depressão Central e Litoral Norte, propiciando, nessas regiões, condições satisfatórias para semeadura. O 3º decêndio apresenta temperatura de solo inferior a 16°C apenas nas re-

Tabela 2 Temperatura média do solo desnudo a 5cm de profundidade do período 1960 - 1998, no Estado do Rio Grande do Sul, por decêndio.

Localidade	Julho			Agosto			Setembro		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Alegrete	15,4	15,0	15,4	15,6	15,9	17,3	18,2	18,4	20,1
Bagé	13,0	12,3	13,6	14,8	13,5	15,0	14,8	16,1	18,3
Cachoeirinha	15,8	15,7	15,9	16,6	17,0	18,1	18,2	19,2	20,0
Caxias do Sul	11,9	12,3	12,0	12,5	13,3	14,6	14,4	14,8	15,1
Cruz Alta	15,2	15,1	15,2	16,5	15,1	16,3	16,6	17,5	18,6
Eldorado do Sul	14,1	13,9	14,5	15,7	16,0	17,0	17,5	18,6	19,7
Encruzilhada do Sul	12,4	12,6	13,0	13,3	13,7	14,8	15,1	16,0	17,1
Erechim	13,8	14,3	14,8	15,1	15,8	17,0	17,2	17,6	18,5
Farroupilha	12,9	13,1	13,6	13,8	14,4	15,4	15,9	16,5	17,9
Ijuí	14,6	15,0	15,4	15,1	16,0	17,0	17,4	18,4	19,8
Itaquí	15,0	15,4	14,9	15,7	17,9	17,7	17,2	17,7	18,7
Jaguarão	13,0	12,5	13,3	14,5	13,4	14,7	15,4	16,6	18,6
Júlio de Castilhos	12,7	13,0	13,1	14,0	14,1	15,8	16,7	17,6	18,8
Marcelino Ramos	14,7	14,8	14,4	15,7	16,2	16,7	17,4	17,9	18,5
Passo Fundo	13,0	13,4	14,9	14,5	14,2	15,0	16,1	17,0	18,2
Maquiné	15,2	15,3	15,7	16,7	16,7	17,4	17,4	18,8	20,0
Quaraí	13,9	14,0	14,5	14,9	16,6	16,9	17,6	18,2	19,8
Rio Grande	14,1	14,3	14,9	15,4	15,6	16,5	17,2	17,9	19,4
Santo Ângelo	14,1	15,1	14,8	13,5	14,6	15,7	15,3	16,0	16,8
São Borja	15,3	15,5	16,1	16,0	16,7	17,9	18,3	19,1	20,3
São Gabriel	13,5	13,8	14,3	14,6	15,1	16,3	16,7	17,4	18,8
Santana do Livramento	12,8	13,0	13,7	13,7	13,6	14,9	15,7	16,4	18,8
Santa Maria	15,6	15,8	16,4	16,7	17,2	18,2	18,7	19,3	20,8
Santa Rosa	15,6	15,8	16,3	16,8	17,1	18,8	18,8	19,3	20,1
Santo Augusto	15,2	15,3	16,1	16,7	16,3	17,4	18,0	19,4	20,7
Taquari	14,7	15,1	15,8	15,8	16,5	17,5	18,2	18,8	20,1
Uruguaiana	14,5	14,7	14,9	15,4	15,9	16,9	17,4	18,1	20,1
Vacaria	11,7	12,1	12,8	13,6	13,7	14,6	15,0	16,0	19,2
Veranópolis	12,9	13,1	13,6	14,2	14,4	15,6	15,9	16,8	17,9

giões da Serra do Nordeste, Planalto Médio e Superior, Serra do Sudeste e parte leste da Campanha. Observando-se o zoneamento da cultura de milho no Estado, para a época de semeadura de 1º de setembro, cujo mapa abrange o período de 16/8 a 15/9, verifica-se que ocorreu aumento considerável nas áreas Preferencial I e II, em relação ao mapa de zoneamento da época 1º de agosto. Essas áreas do zoneamento coincidem com as áreas de temperatura de solo delineadas nos mapas do 3º decêndio de agosto ao 2º decêndio de setembro (20/8 a 20/9), confirmando dessa maneira a aptidão dessas áreas para semeadura de culturas de verão.

No mês de setembro (Figura 4) a temperatura média de solo indica possibilidade de semeadura em quase todo o Estado. No 1º decêndio apenas as regiões da Serra do Nordeste, Planalto Superior, partes altas da Serra do Sudeste e em parte da Campanha apresentam temperatura de solo inferior a 16°C. No

2º decêndio a temperatura de solo em todo o Estado é superior a 16°C, com exceção de parte da região da Serra do Nordeste e do Planalto Superior. No 3º decêndio os valores de temperatura de solo possibilitam semeadura em praticamente todo o Estado, variando entre 16°C e 20,8°C. Valores de temperatura de solo inferiores a 16°C, nesse período, são observados apenas em pequena parte da Serra do Nordeste e no Planalto Superior. De acordo com o zoneamento da cultura de milho no Rio Grande do Sul, para a época de semeadura de 1º de outubro, cujo mapa abrange o período de 16/9 a 15/10, verifica-se que as áreas Preferencial I e II, classificadas pelo fator térmico, ocupam agora a quase totalidade da área do estado. Essas áreas de zoneamento apresentam razoável coincidência com as áreas de temperatura de solo delineadas nos mapas do mês de setembro, confirmando dessa maneira a respectiva aptidão para semeadura de culturas de verão.

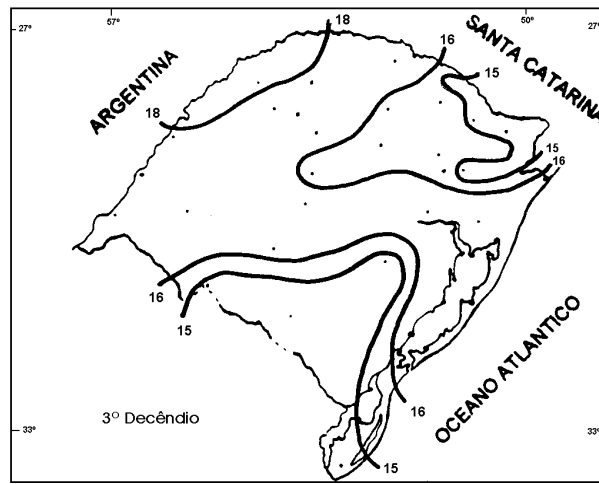
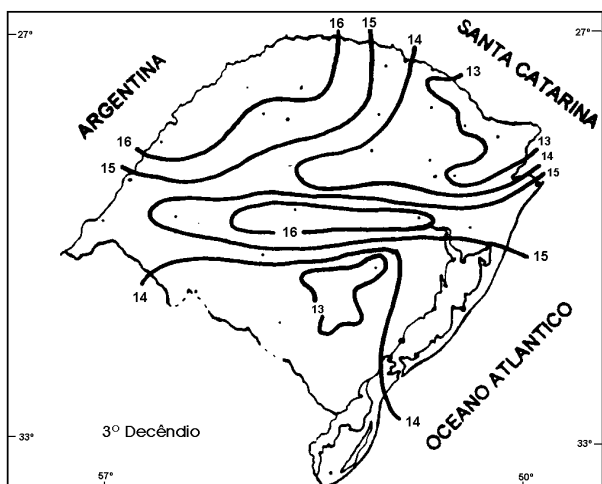
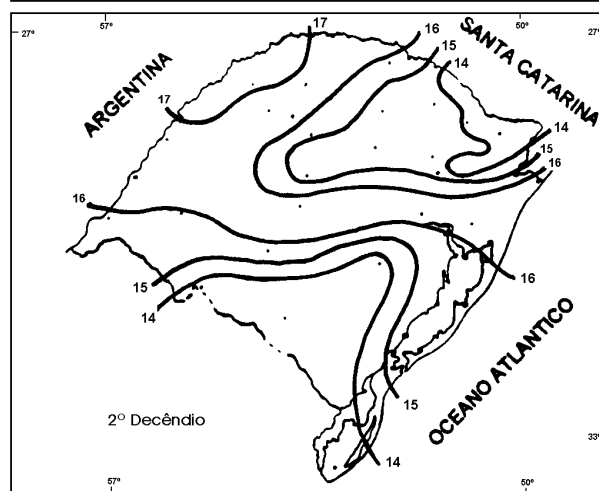
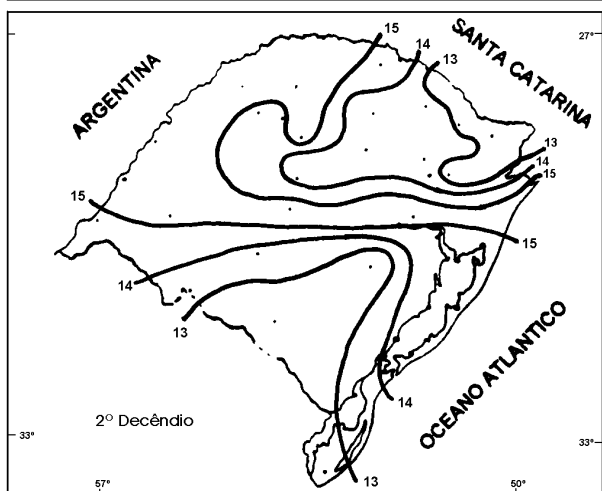
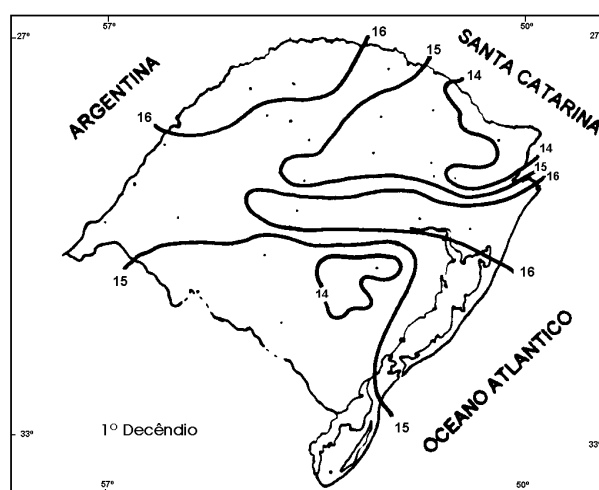
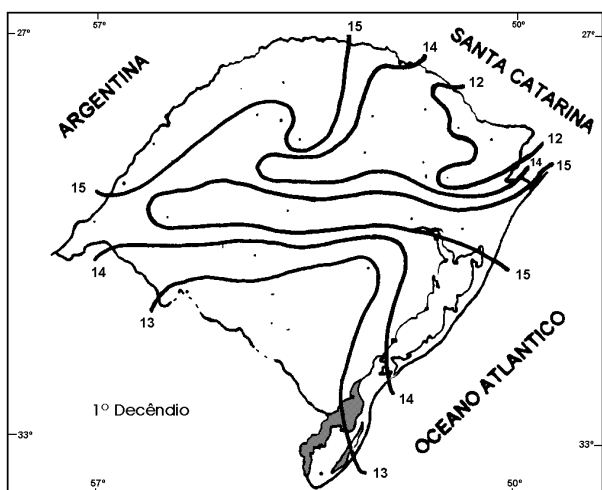


Figura 2. Temperatura média (°C) de solo desnudo a 5cm de profundidade do 1º, 2º e 3º decêndios do mês de JULHO, no Estado do Rio Grande do Sul.

Figura 3. Temperatura média (°C) de solo desnudo a 5cm de profundidade do 1º, 2º e 3º decêndios do mês de AGOSTO, no Estado do Rio Grande do Sul.

Conclusões

- É possível antecipar o início do período de semeadura de culturas de verão para os meses de julho, agosto e setembro, escalonando-se a semeadura de acordo com a ocorrência de temperatura de solo desnudo a 5cm de profundidade adequada para germinação, nas diversas regiões do Estado do Rio Grande do Sul.
- O Rio Grande do Sul apresenta áreas com condições favoráveis de temperatura de solo desnudo a 5cm de profundidade para início do período de semeadura de culturas de verão, a partir do 3º decêndio do mês de julho, nas seguintes regiões: partes do Vale do Rio Uruguai, Missões e Depressão Central; isso está de acordo com o Zoneamento Agroclimático da Cultu-

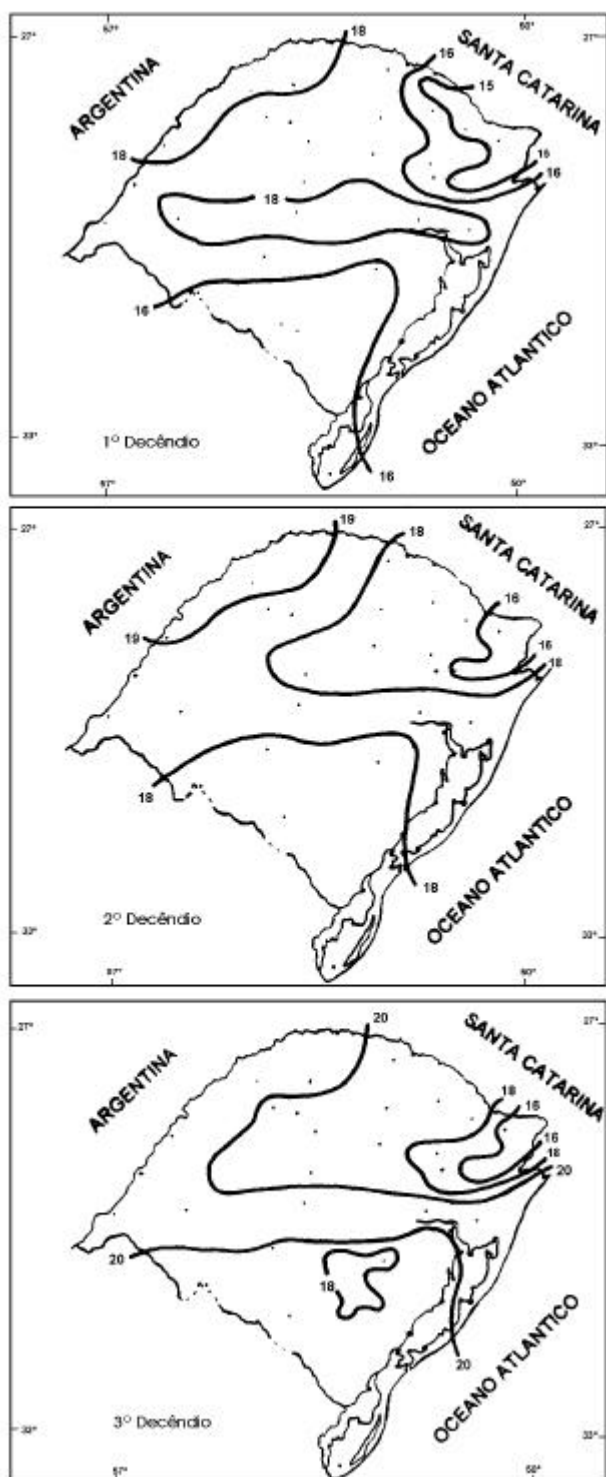


Figura 4 Temperatura média (°C) de solo desnudo a 5cm de profundidade do 1º, 2º e 3º decêndios do mês de SETEMBRO, no Estado do Rio Grande do Sul.

ra de Milho, por épocas de semeadura, no Estado do Rio Grande do Sul.

- À medida que se sucedem os decêndios dos meses de julho, agosto e setembro, as áreas com temperatura de solo adequada à semeadura ampliam-se, abrangendo quase todo o estado no 3º decêndio do mês de setembro, com exceção de pequenas áreas da Serra do Nordeste (parte dos municípios

de Caxias do Sul e de São Francisco de Paula) e do Planalto Superior (municípios de Cambará do Sul, de Jaquirana, de São José dos Ausentes e parte de Bom Jesus).

Referências bibliográficas

ARAÚJO, L.C. de. **Memórias sobre o clima do Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro : Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, 1930, 101 p.

ÀVILA, A.M.H. de. **Regime de precipitação pluvial no estado do Rio Grande do Sul com base em séries de longo prazo**. Porto Alegre : Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1994. 75 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Fitotecnia. Faculdade de Agronomia, UFRGS. 1994.

BERGAMASCHI, H., GUADAGNIN, M.R. Modelos de ajuste para médias de temperatura do solo, em diferentes profundidades. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 95-99, 1993.

BERLATO, M.A. As condições de precipitação pluvial no estado do Rio Grande do Sul e os impactos das estiagens na produção agrícola. In: BERGAMASCHI, H. (Coord.). **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. Porto Alegre : Editora da Universidade - UFRGS, 1992. p. 11-24.

DIDONET, A.D., RODRIGUES, O., MÁRIO, J.L. et al. Efeito de temperatura no desenvolvimento de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22. 1998, Recife, **Resumos...**, Recife : Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 1998, 316 p. p. 274.

INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. **Atlas Agroclimático do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre : Seção de Ecologia Agrícola. 1989. 3 v. il.: 296 mapas, 28 tab.

MALUF, J.R.T., CUNHA, G.R. da, GESSINGER, G.I. **Agroclimatologia do Estado do Rio Grande do Sul: IV - Balanço hídrico, normal climatológica 1912 - 1975**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2., 1981, Pelotas. **Resumos ampliados**. Pelotas : Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1981, p. 57-93.

MALUF, J.R.T., MATZENAUER, R. **Zoneamento agroclimático da cultura do milho por épocas de semeadura no Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre : FEPAGRO, 1995. 75 p. (Boletim FEPAGRO, n. 1).

MATZENAUER, R., GESSINGER, G.I., MALUF, J.R.T. Efeito da temperatura do solo na duração do subperíodo semeadura-emergência em milho (Resultados preliminares). In: REUNIÃO TÉCNICA ANU-

- AL DO MILHO, 27., 1982, Porto Alegre. **Ata...**Porto Alegre : IPAGRO/EMATER, 1982. p. 31
- MATZENAUER, R., MALUF, J.R.T., GESSINGER, G.I. **Relação entre a temperatura do solo e a duração do subperíodo semeadura-emergência em soja.** REUNIÃO ANUAL DE SOJA E OUTRAS OLEAGINOSAS, Porto Alegre : IPAGRO, 1983. 3 p. (Mimeografado).
- MATZENAUER, R., BERGAMASCHI, H., BERLATO, M.A. et al. Evapotranspiração da cultura do milho. I - efeito de épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Agrometeorologia.** Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 9-14, 1998a.
- MATZENAUER, R., BARNI, N.A., MACHADO, F.A. et al. Análise agroclimática das disponibilidades hídricas para a cultura da soja na região do planalto médio do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia,** Santa Maria, v. 6, n. 2, p. 263-275, 1998b.
- MATZENAUER, R., MALUF, J.R.T., BUENO, A.C. Relações entre a evapotranspiração máxima do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) com a evapotranspiração de referência e com a radiação solar global. **Revista Brasileira de Agrometeorologia,** Santa Maria, v. 7, n. 2, p. 173-178, 1999.