

ISSN 0104-1347

Análise e representação espacial da temperatura do solo gramado, visando a antecipação da semeadura de culturas de primavera-verão, em sistema plantio direto, no Estado do Rio Grande do Sul.

Temperature analysis and spatiality of a grassed soil for anticipating the sowing period of spring-summer crops, under no-tillage, in the State of Rio Grande do Sul, Brazil.

Jaime Ricardo Tavares Maluf¹, Ronaldo Matzenauer², Márcia Rodrigues Caiaffo³ e Aristides Câmara Bueno⁴

Resumo - O trabalho teve por objetivo analisar e delimitar regiões do Estado do Rio Grande do Sul, onde a temperatura do solo gramado a 5cm de profundidade, durante os meses de julho, agosto e setembro, seja adequada para a germinação efetiva e uniforme de sementes de culturas de primavera-verão, sob sistema plantio direto, sem que estas sofram danos por período longo de permanência no solo. Foram utilizados dados de temperatura diária do solo gramado a 5cm de profundidade de 29 estações agrometeorológicas pertencentes à rede de estações da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária - FEPAGRO/SCT/RS, no período de 1960 a 1998, distribuídas nas diversas regiões do Rio Grande do Sul. Considerou-se a temperatura média de 16°C em solo gramado a 5cm de profundidade como temperatura a partir da qual a semeadura das culturas de primavera - verão apresentam germinação elevada e uniforme para uma população de plantas desejável. Foram elaborados mapas de isotermas de temperatura do solo para os decêndios dos meses de julho, agosto e setembro. Verificou-se, na média, que, a partir do primeiro decêndio do mês de agosto, o Estado do Rio Grande do Sul apresenta partes de algumas regiões com temperatura do solo favorável para início do período de semeadura de culturas de primavera-verão e, a partir do terceiro decêndio do mês de setembro, as temperaturas de solo favoráveis para semeadura abrangem quase todo o Estado, com exceção de parte da Serra do Nordeste e Planalto Superior. Uma das principais aplicações desses resultados é na antecipação do período de semeadura de culturas de primavera-verão, sob sistema plantio direto, visando a evitar coincidência do período crítico das culturas (floração) com os períodos de estiagem.

Palavras-chave: temperatura do solo, semeadura, plantio direto, regionalização.

Abstract - The objective of this study was to analyze and delimit the regions in which the temperature at 5cm depth of a grassed soil, over the months of July, August, and September, may be adequate to ensure an effective and uniform seed germination, under no-tillage, without damage to the seeds resulting from a long period in the soil. Temperature means at 5cm depth of a grassed soil collected at 29 agrometeorological stations of the Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária - FEPAGRO/SCT/RS, 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 spring-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, in the first 10-day period of August there are regions in Rio Grande do Sul presenting favorable conditions to sow spring-summer crops, and after the third 10-day period of September such favorable conditions may be found throughout the whole state, with the exception of 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 spring-summer crops, under no-tillage, in order to avoid the concurrence of flowering period and water deficit periods.

Key words: soil temperature, sowing, no-tillage, regionalization.

¹ Eng. Agr., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, Cep. 99001-970, Passo Fundo, RS.

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

³ Eng. Civil, UnB-FINATEC.

⁴ Eng. Agr., Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, Secretaria de Ciência e Tecnologia, RS.

Introdução

A temperatura do solo, assim como a do ar, é de fundamental importância às culturas agrícolas, estando relacionada com os processos vitais das plantas. A temperatura do solo é importante principalmente no processo de germinação de sementes, na duração do subperíodo fenológico sementeira-emergência e no início da formação do sistema radicular. 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 às classes climáticas temperada, subtemperada e subtropical, apresenta considerável variação em seu regime térmico, principalmente entre regiões, o que provoca uma diferença acentuada no início dos períodos de sementeira entre regiões (MALUF, 2000). Entre as regiões mais quentes, como a Depressão Central e Missões, e as mais frias, como Planalto Superior e Serra do Nordeste, é possível verificar-se diferenças de até 60 dias no início dos períodos de sementeira de algumas culturas (MALUF e MATZENAUER, 1995).

Alguns autores têm demonstrado a possibilidade de estimar-se a duração do subperíodo sementeira-emergência com base na temperatura do solo. MATZENAUER *et al.* (1982, 1983) realizaram trabalhos com milho e soja na região da Depressão Central do Estado, visando avaliar o efeito da temperatura de solo desnudo na duração do subperíodo sementeira-emergência. Verificaram, no trabalho a campo, que não ocorreram registros de emergência com temperatura do solo a 5cm de profundidade inferior a 16°C e superior a 31°C. Observaram que a maioria dos registros de emergência das plantas situavam-se na faixa de temperatura do solo entre 26°C a 30°C. Nessa região, com temperatura do solo de 16°C a 17°C, os autores determinaram um período de 11 a 14 dias para emergência de plantas de milho e 11 a 13 dias para emergência de plantas de soja, com temperaturas do ar pouco superiores a 14°C, a partir do terceiro decêndio do mês de julho.

Em sementeiras de milho efetuadas a partir da segunda semana do mês de agosto, em Passo Fundo, na região climática do Planalto Médio, com temperaturas médias do ar não inferiores a 14°C,

DIDONET *et al.* (1998) estimaram em cerca de 15 dias a duração da emergência.

O fator mais limitante às culturas de primavera-verão no Estado do Rio Grande do Sul não é a temperatura, mas sim 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; BERLATO & FONTANA, 1999). A antecipação do período de sementeira das culturas de primavera-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), que frequentemente ocorre no Estado, minimizando, com isso, os efeitos negativos da deficiência hídrica. Desta maneira verifica-se a importância do conhecimento da distribuição temporal da temperatura do solo gramado, a 5cm de profundidade, nos meses de julho a setembro e nas diversas regiões climáticas do Estado do Rio Grande do Sul, o que permite antecipar a época de sementeira com o objetivo de evitar a coincidência da floração com períodos de estiagem, principalmente nas regiões mais quentes, que normalmente são as que apresentam os maiores valores de deficiência hídrica, no período de final de outubro a fevereiro.

Nos últimos anos, tem-se dado ênfase ao cultivo em sistema plantio direto no Estado do Rio Grande do Sul, apontando-se como uma das principais vantagens a melhor conservação dos solos, se comparado ao sistema convencional de cultivo (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990). BRAGAGNOLO & MIELNICZUK (1990) afirmam que o sistema plantio direto altera as condições de temperatura e umidade do solo, motivada pela cobertura vegetal. Constataram que, sob diferentes níveis de cobertura vegetal, com palha de trigo na superfície do solo, a temperatura máxima diária a 5cm de profundidade foi reduzida, em média, de 0,6°C a 1,13°C por tonelada de cobertura, dependendo da insolação e umidade do solo. Concluíram ainda que as maiores doses de cobertura de palha mantiveram, em média, a umidade volumétrica do solo na camada de 0-5 cm de profundidade, 8 a 10 unidades percentuais acima do solo descoberto. Sob esses aspectos incide a principal importância do sistema, quanto a antecipação dos períodos de sementeira das culturas de primavera-verão, no Rio Grande do Sul.

MALUF et al. (1999) realizaram trabalho semelhante com temperatura de solo desnudo a 5cm de profundidade e com o mesmo objetivo. Usaram temperatura de solo desnudo, pois visaram o sistema convencional de preparo do solo. Entretanto, esses resultados não são adequados para o sistema plantio direto. Para esse sistema o ideal são dados de temperatura de solo a 5cm de profundidade, com cobertura morta. Como não existem dados medidos com esse tipo de cobertura nas estações agrometeorológicas, a medida que melhor representa as condições térmicas para o sistema plantio direto é a temperatura de solo gramado.

O trabalho teve como objetivo delimitar regiões do Estado do Rio Grande do Sul com temperaturas do solo gramado favoráveis para início do período de semeadura de culturas de primavera-verão, sob sistema plantio direto, nos meses de julho, agosto e setembro, visando evitar a coincidência do período crítico das culturas (floração) com períodos de estiagem.

Material e métodos

Foram utilizadas as temperaturas médias diárias de solo gramado à profundidade de 5 cm, de 29 localidades (Tabela 1) distribuídas nas diversas regiões do Estado. Os dados 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 da Ciência e Tecnologia - FEPAGRO/SCT/RS. Foram usadas observações do período 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 no traçado das isotermas.

Determinou-se a média diária através da média das três leituras, e a partir desta, calculou-se a média por decêndio para os meses de julho, agosto e setembro (Tabela 2). Com a utilização desses dados foram traçados mapas de isotermas de temperatura do solo gramado para os decêndios dos meses de julho a setembro, para o Estado do Rio Grande do Sul, escala 1:750.000, utilizando-se como apoio o mapa hipsométrico do Estado, sendo nesse trabalho apresentados em forma reduzida. Não foram usados dados de temperatura de solo com cobertura morta, por inexistirem dados de temperatura de solo nessas condições.

Com base nos trabalhos de MATZENAUER et al. (1982, 1983) e de MALUF & MATZENAUER (1995), considerou-se a temperatura média do solo a 5cm de profundidade de 16°C como a temperatura a partir da qual a semeadura de culturas de verão apresentam alta porcentagem de germinação e uniformidade para uma população de plantas recomendada.

Resultados e discussão

As Figuras 1 a 3 apresentam as isotermas de solo gramado dos decêndios dos meses de julho a setembro. Verifica-se que as regiões climáticas que apresentam os maiores valores de temperatura média do solo são Vale do Rio Uruguai, Depressão Central e parte norte das Missões, e as que apresentam menores valores são Planalto Médio e Superior, Serra do Nordeste, Serra do Sudeste e parte leste da Campanha. A temperatura média do solo gramado no Estado segue a mesma evolução que a temperatura do ar, apenas apresentando valores superiores, em relação a temperatura do ar, nos decêndios dos meses estudados (INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS, 1989).

Julho é o mês que apresenta os menores valores de temperatura média do solo gramado (Figura 1), variando de 11°C no primeiro decêndio na região do Planalto Superior à valores pouco superiores a 15°C no terceiro decêndio, nas regiões do Alto e Médio Vales do Uruguai e parte norte das Missões. No mês de agosto (Figura 2) a temperatura média do solo gramado varia de 12°C a pouco mais de 17°C. No primeiro decêndio a temperatura do solo varia de 12°C nas regiões mais frias à temperaturas do solo superiores a 15°C, nas regiões mais quentes. No segundo decêndio a temperatura do solo é superior a 16°C nas regiões do Médio e parte do Alto e Baixo Vales do Rio Uruguai e parte norte das Missões, propiciando, nessas regiões, condições adequadas para início da semeadura. O terceiro decêndio apresenta temperatura do solo superior a 16°C nas regiões da Depressão Central e Litoral, além das regiões do Vale do Rio Uruguai e Missões. Nesse mês a temperatura média do ar varia de 11°C a 14°C no primeiro decêndio; de 12°C a 16°C no segundo decêndio; e de 12°C a 16°C no terceiro decêndio, porém com maior abrangência de áreas com 16°C que no segundo decêndio, no Planalto, no Vale do Uruguai e Missões. Comparando-se a temperatura média do solo gramado a 5cm de profundidade com a temperatura média do ar, verifica-se, nesse mês, que existe uma

Tabela 1. Regiões climáticas, estações agrometeorológicas, 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
	Julio 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

diferença ao redor de 1°C a menos, para a temperatura média do ar, em relação à do solo. No mês de setembro (Figura 3) os valores da temperatura média do solo gramado são mais elevados, indicando condições favoráveis à sementeira em quase todo o Estado, a partir do terceiro decêndio. No primeiro decêndio as regiões da Serra do Nordeste, Planalto, Serra do Sudeste e Campanha apresentam temperatura do solo gramado inferior a 16°C. No segundo decêndio a temperatura do solo gramado é superior a 16°C, com exceção de parte da região da Serra do Sudeste, da Serra do Nordeste e Planalto Superior. No terceiro decêndio os valores de temperatura do solo gramado indicam condições favoráveis à sementeira em praticamente todo o Estado, variando entre 15,3°C a 19,6°C. Valores de temperatura de solo inferiores a

16°C, nesse período, observa-se apenas em pequena parte da Serra do Nordeste e no Planalto Superior. No mês de setembro a temperatura média do ar varia de 13°C a 17°C no primeiro decêndio; de 13°C a 18°C no segundo decêndio; e de 14°C a 19°C no terceiro decêndio, no Planalto e Vale do Uruguai, verificando-se que permanece ainda inferior a temperatura do solo gramado, nos três decêndios (INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS, 1989).

Conclusões

- É possível antecipar o início do período de sementeira das culturas de primavera-verão, sob sistema plantio direto, para os meses de agosto e setem-

Tabela 2. Temperatura média do solo (°C) gramado a 5cm de profundidade do período 1960 - 1998 do Estado do Rio Grande do Sul.

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

bro, escalonando-se a semeadura de acordo com a ocorrência de temperatura do solo gramado a 5 cm 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 do solo gramado a 5cm de profundidade, para início do período de semeadura de culturas de primavera-verão, a partir do segundo decêndio do mês de agosto, nas seguintes regiões: Médio Vale do Rio Uruguai, partes do Alto e Baixo Vale do Rio Uruguai e parte noroeste das Missões.
- As áreas com temperatura do solo gramado adequadas para semeadura abrangem quase todo o Estado no terceiro decêndio do mês de setembro, com exceção do Planalto Superior e de pequenas áreas da Serra do Nordeste (parte dos municípios de Caxias do Sul e São Francisco de Paula).

Referências bibliográficas

- 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., FONTANA, D.C. Variabilidade interanual da precipitação pluvial e rendimento da soja no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, v. 7, n. 1, 1999.
- BERTONI, J., LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**, São Paulo : Livro Ceres, 1990. 355 p
- BRAGAGNOLO, N., MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por palha de trigo e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**. Campinas, v. 14, n. 3, p. 369-374, 1990.
- DIDONET, A.D., RODRIGUES, O., MÁRIO, J.L. et al. Efeito de temperatura no desenvolvimento de milho.

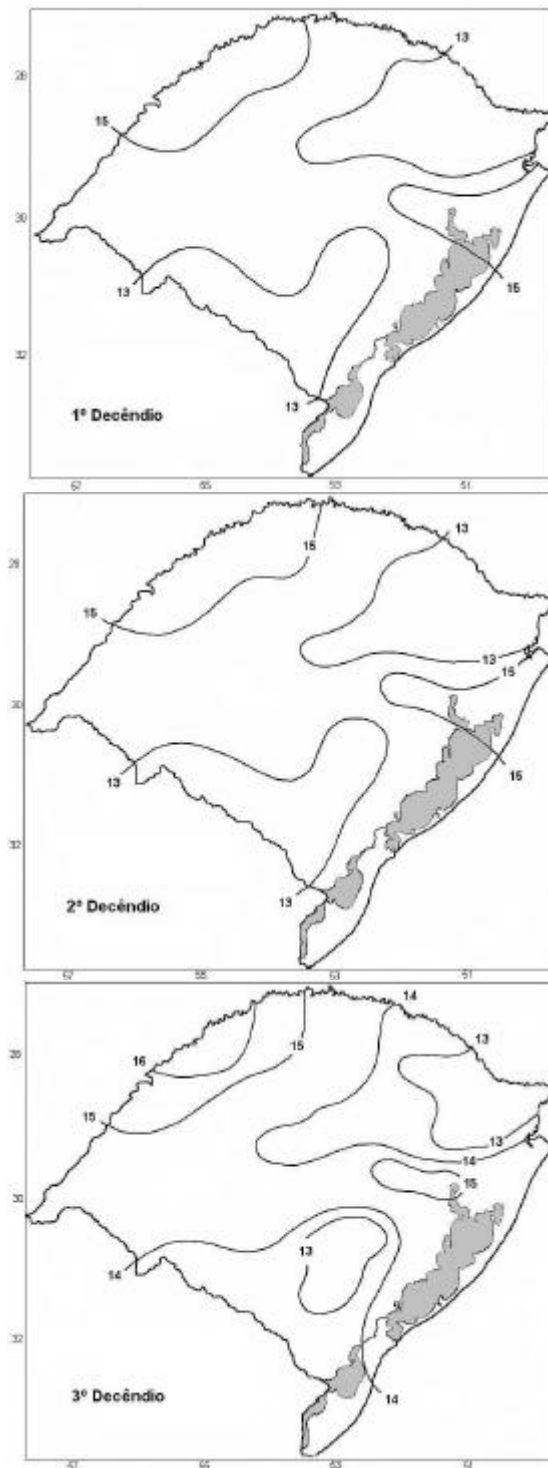


Figura 1. Temperatura média (°C) do solo gramado a 5cm de profundidade do 1º, 2º e 3º decêndios do mês de julho, no Estado do Rio Grande do Sul.

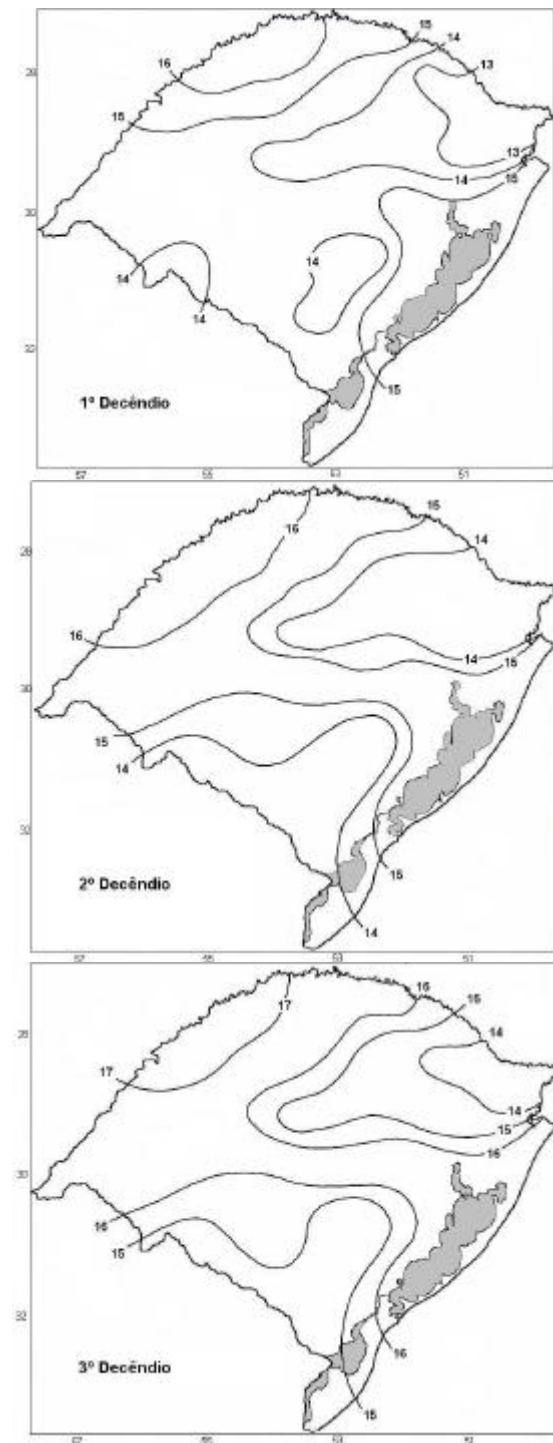


Figura 2. Temperatura média (°C) do solo gramado a 5cm de profundidade do 1º, 2º e 3º decêndios do mês de agosto, no Estado do Rio Grande do Sul.

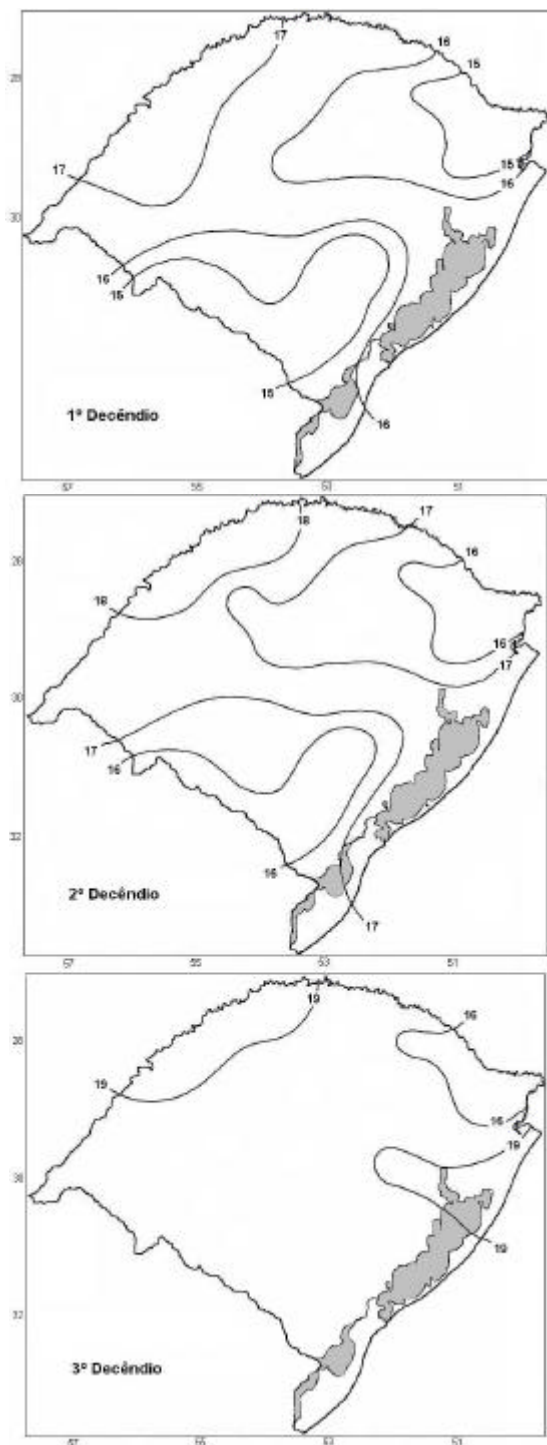


Figura 3. Temperatura média (°C) do solo gramado a 5cm de profundidade do 1º, 2º e 3º decêndios do mês de setembro, no Estado do Rio Grande do Sul.

In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22. 1998, Recife, PE. **Resumos...**, Recife : Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 1998, 316 p., p. 274.

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

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.

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 : Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, 1995. 75 p. (Boletim Técnico, 1).

MALUF, J.R.T., MATZENAUER, R., CAIAFFO, M.R. Análise e espacialização da temperatura do solo desnudo a 5cm de profundidade, visando antecipação da semeadura de culturas de verão no Estado do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., 1999, Florianópolis, SC. **Resumos...**, Florianópolis : Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999. 631 p. p. 483.

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 ANUAL 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 sub-período semeadura-emergência em soja.** IPAGRO : Porto Alegre, 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.