

ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO DA CULTURA DE MILHO POR ÉPOCAS DE SEMEADURA, NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL.

JAIME RICARDO TAVARES MALUF¹; RONALDO MATZENAUER²; MÁRCIA RODRIGUES CAIAFFO³

RESUMO - Com o objetivo de delimitar áreas com aptidão para a cultura de milho foi realizado o zoneamento agroclimático, usando soma de graus-dia e deficiência hídrica como índices agroclimáticos, em diferentes épocas de semeadura, no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. O zoneamento foi elaborado para as semeaduras de 1/8, 1/9, 1/10, 1/11, 1/12 e 1/1, obtendo-se seis mapas de zoneamento, em escala original de 1:750.000, sendo apresentados no trabalho em formato reduzido. As áreas de zoneamento foram classificadas como Preferencial I, Preferencial II, Toleradas, Marginais e Não Recomendado o Cultivo. As regiões com maior potencial para milho no estado são: Planalto, Serra do Nordeste, Serra do Sudeste e Alto Vale do Uruguai. Médio e Baixo Vale do Uruguai, Missões, Depressão Central, Litoral Sul e Campanha, embora também mostrem potencial para milho, são regiões que apresentam maiores valores de deficiência hídrica e, mediante o uso de irrigação, passam a ser classificadas pelo índice térmico. A maior limitação ao alto rendimento de grãos da cultura de milho no estado, é a deficiência hídrica, que ocorre normalmente no sudoeste e sudeste do estado e em parte da Depressão Central, nas semeaduras de 1/9 a 1/1. A temperatura mínima e a ocorrência de geadas são as maiores limitações na semeadura centralizada em 1/8. Os resultados obtidos demonstram que no Rio Grande do Sul, a aptidão agroclimática para a cultura de milho varia com a época de semeadura e com a região, evidenciando a importância de realizar-se o zoneamento por épocas de semeadura.

Palavras-chave: Aptidão agroclimática, deficiência hídrica, graus-dia, milho, Rio Grande do Sul.

CORN AGROCLIMATIC ZONING BY SOWING DATES IN THE STATE OF RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL

ABSTRACT - Aiming to delimit areas showing climate aptitude for growing corn, an agroclimatic zoning based on growing degree-days and water deficit as agroclimatic indexes, at different sowing dates, was generated for the State of Rio Grande do Sul, Brazil. The zoning was established for sowing dates 8/1, 9/1, 10/1, 11/1, 12/1, and 1/1, and six maps (1:750,000), which are presented in a reduced form in this paper, were obtained.

The zoning areas were classified as Preferential I and II, Tolerable, Marginal, and Not Recommended for corn. Planalto, Serra do Nordeste, Serra do Sudeste, and Alto Vale do Uruguai are the regions showing higher potential for corn in the state. Additionally, Médio and Baixo Vale do Uruguai, Missões, Depressão Central, Litoral Sul, and Campanha regions, though also showing potential for corn, have the highest values of water deficit and, by using irrigation, are classified through the temperature index. The main limitation to high corn yields in the state is linked to water deficit that normally occurs in southwestern and southeastern state areas and in part of Depressão Central region in 9/1 to 1/1 sowing dates. Low temperatures and frost occurrence are the most limiting factors in the sowings centered in 8/1. The results obtained show that climate aptitude for corn in Rio Grande do Sul varies according to the sowing date and region, evidencing the importance of carrying out the zoning by sowing dates.

Key words: Agroclimate aptitude, water deficit, degree-days, corn, Rio Grande do Sul.

INTRODUÇÃO

O zoneamento agroclimático constitui-se em importante subsídio às atividades que dependem direta ou indiretamente, do meio ambiente. Possibilita o conhecimento de áreas com potencial climático para estabelecimento de culturas agrícolas,

minimizando riscos causados por adversidades climáticas. É importante no direcionamento da política e planejamento agrícola, e na liberação de crédito e seguro agrícola.

A produção de milho no Estado do Rio Grande do Sul ainda é insuficiente para atender à demanda

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

² Eng.-Agr., Dr., Pesquisador da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária/ SCT, bolsista do CNPq.

³ Eng.Civil, Universidade de Brasília, FINATEC.

Recebido para publicação em 25/01/2000

deste cereal. Essa condição agrava-se quando frustrações de safras se fazem presentes. Os baixos valores e a má distribuição da precipitação pluvial, como ocorreu no Rio Grande do Sul, nos anos agrícolas de 78-79, 79-80, 81-82, 85-86, 87-88 e 90-91, foram as causas dos baixos rendimentos das culturas de primavera-verão (MATZENAUER et al., 1998a e 1998b; BERLATO & FONTANA, 1999).

MOTA et al. (1974) mencionam que o milho pode ser cultivado em quase todo o Estado do Rio Grande do Sul. Referem que algumas regiões do estado apresentam baixa disponibilidade térmica, o que limita o cultivo de milho a um período curto, com estação de crescimento de 210 a 250 dias, e que a região da Serra do Nordeste possui uma estação de crescimento demasiadamente curta, com menos de 210 dias, apresentando insuficiência térmica para milho. BERLATO et al. (1974), BERLATO e SUTILI (1976) e BERLATO et al. (1984), demonstraram que a temperatura é o elemento de grande influência no desenvolvimento e rendimento de milho no estado.

As exigências térmicas das diferentes cultivares de milho pode variar para germinação e crescimento, porém são poucas as que se desenvolvem satisfatoriamente abaixo de 10°C, em condições de campo, e os processos de florescimento e maturação são acelerados com o aumento das temperaturas médias diárias até 26°C. Por outro lado, esses processos são retardados em temperaturas abaixo de 15,5°C (CAMARGO, 1966). FERRAZ (1966) indica as temperaturas de 10°C, 30°C e 41°C como temperaturas mínima, ótima e máxima, respectivamente, para crescimento de milho. Limites extremos estabelecidos indicam que o milho praticamente não é cultivado em áreas em que a temperatura média da noite é inferior a 12,8°C (SHAW, 1955, citado por VERDADE et al., 1974).

CAMARGO (1966) cita 19°C, para o Estado de São Paulo, como temperatura média anual, limite inferior, da faixa considerada termicamente apta ao milho, e temperatura de 22°C a 23°C no verão, como condição considerada “de plena aptidão térmica”. Cita, ainda, 17°C como temperatura abaixo da qual a faixa de aptidão é considerada inapta, por insuficiência térmica, e entre os limites de 17°C a 19°C, considerada termicamente marginal. Diversos autores consideram a temperatura de 10°C como temperatura mínima

para haver crescimento de plantas de milho, usando esse valor como temperatura base na determinação dos graus-dia (LANA & HABER, 1951; GILMORE & ROGERS, 1958; KISH, 1964; BROWN, 1970). Em trabalho de zoneamento da cultura do milho para o Estado do Rio Grande do Sul, MALUF et al. (1986) encontraram que a temperatura não é fator limitante para o milho no Estado. Restrições térmicas ocorrem em partes das regiões da Serra do Nordeste, Planalto Médio e Planalto Superior, variando a abrangência das áreas com a época de semeadura. No Estado do Rio Grande do Sul, em geral, o regime térmico atende às exigências da cultura do milho e outras culturas de primavera-verão, sendo a deficiência hídrica causada por períodos de estiagem e por distribuição irregular da precipitação pluvial, fator limitante para obtenção de altos rendimentos de grãos (MOTA et al., 1974; MATZENAUER e SUTILI, 1983; BERLATO, 1992; MOTA et al., 1991; MOTA et al., 1996; CUNHA et al., 1998). No estado, poucas vezes o milho encontra situações de cumprir todo o ciclo em condições ideais de disponibilidade hídrica. Em algumas regiões, durante os meses de verão, é frequente a ocorrência de deficiência hídrica, sendo esta em alguns anos acentuada, o que se agrava quando coincide com o florescimento.

MATZENAUER et al. (1998a), em experimento desenvolvido em campo, na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul, encontraram que os maiores valores de consumo de água (ET_m) da cultura de milho irrigado ocorreu no período do pendramento ao espigamento (ET_m/dia=7,0 mm). Determinaram o consumo de água de 573 mm durante o ciclo, ou seja, 4,6 mm por dia. MOTA (1958) menciona como comprovado que o fator climático fundamental, que determina o rendimento de milho no Rio Grande do Sul, é o regime hídrico na época da floração, estando sua influência associada à época de semeadura local. MOTA et al. (1974) referem que 67% da área do estado onde o milho pode ser cultivado não necessita irrigação na maioria dos anos. Entretanto, no restante da área a frequência de anos em que a chuva é insuficiente para atender às necessidades da planta aumenta de norte para sul e para o litoral. MALUF et al. (1986) concluíram que as maiores limitações à obtenção de altos rendimentos de milho no Rio Grande do Sul são impostas pela deficiência hídrica, que ocorre com maior frequência no oeste, sudoeste e sudeste do Estado, nas regiões do Vale

do Rio Uruguai, Campanha, Depressão Central, Litoral Sul e Serra do Sudeste. Referem que as regiões que apresentam limitações por deficiência hídrica, com o uso de irrigação, passam a ter alto potencial de produtividade.

ÁVILA (1994) cita que a probabilidade da precipitação pluvial superar a evapotranspiração potencial nos meses de dezembro a fevereiro, em praticamente todo o estado, é inferior a 60 %. Este fato indica alta frequência de ocorrência de deficiência hídrica e consequentemente redução no rendimento de grãos das culturas de primavera-verão. Trabalhos como os de BERLATO (1992), MOTA et al. (1991), MOTA et al. (1996), CUNHA et al. (1998) e MATZENAUER, et al. (1998b), referem que a baixa disponibilidade hídrica, causada pela baixa quantidade e/ou má distribuição da precipitação pluvial, é o principal fator limitante ao alto rendimento de grãos de soja no Estado do Rio Grande do Sul. Pela irregularidade e má distribuição da precipitação pluvial e pela distribuição temporal e espacial da temperatura, nas diversas regiões do estado, verificou-se a importância de realizar o zoneamento para o milho, por épocas de semeadura.

O presente trabalho teve como objetivo delimitar áreas com maior aptidão agroclimática e com menores riscos, para a cultura de milho, por época de semeadura, no Estado do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados meteorológicos da série de observações do período de 1945 a 1975, de 43 localidades do Estado do Rio Grande do Sul, obtidos da rede de estações meteorológicas do 8º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia - MAA (Tabela 1). Utilizou-se dados de temperatura média, média das máximas e das mínimas e precipitação pluvial.

Os índices agroclimáticos usados no

zoneamento foram soma de graus-dia e deficiência hídrica acumulada. Os níveis dos índices agroclimáticos foram estabelecidos com base na análise comparativa entre fenologia-rendimento de grãos-parâmetros de clima, obtidos de experimentos de semeaduras continuadas e de competição de híbridos. Foram analisados dados de rendimento de grãos e de fenologia dos híbridos PIONEER 309 B e PIONEER X 313 (precoces), e SAVE 231 e SAVE 332 (tardios) (BRESOLIN et al., 1977), recomendados pela pesquisa na época, além da informação de outros híbridos, obtida de experimentos conduzidos pelo Instituto de Pesquisas Agronômicas-SAA/RS, nos seguintes locais: Taquari, Encruzilhada do Sul, Santo Augusto, São Borja, Veranópolis, Nova Prata, Osório, Tenente Portela, Santa Rosa, Santa Cruz do Sul, Cruz Alta, Chapada, Não-me-Toque, Lagoa Vermelha e São Gabriel.

A aptidão agroclimática foi avaliada nas épocas de semeadura em 1/8, 1/9, 1/10, 1/11, 1/12 e 1/1. A soma de graus-dia foi obtida pelo método residual dado pelo somatório da diferença entre temperatura média e temperatura base. Foi utilizada a temperatura base de 10 °C no cálculo do acúmulo de graus-dia (BERLATO e SUTILI, 1976). A partir da duração do subperíodo semeadura-espigamento (75% das plantas espigadas com exteriorização de 2 cm dos estigmas), foi calculada a soma de graus-dia para milho, em casos selecionados, nos quais não ocorreram limitações por deficiência hídrica. Foi usado o balanço hídrico segundo THORNTHWAITE e MATHER (1955), empregando-se a capacidade de água disponível de 100 mm. Na elaboração do mapa de deficiência hídrica, usou-se a deficiência hídrica acumulada, que é a deficiência hídrica do mês de florescimento (50 % das plantas com pendão) mais a deficiência do mês anterior e do mês posterior ao de florescimento.

A soma de graus-dia (GD) e a deficiência hídrica acumulada foram calculadas para as

TABELA 1- Regiões Climáticas, localidades, latitudes, longitudes e altitudes das estações meteorológicas usadas no zoneamento agroclimático da cultura de milho para o Estado do Rio Grande do Sul

Região Climática	Localidade	Latitude S	Longitude W	Altitude (m)
Alto Vale do Uruguai	Iraí	27°11'45"	53°14'01"	227
	Marcelino Ramos	27°27'40"	51°54'22"	383
Baixo Vale do 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
	Alegrete	29°46'47"	55°47'15"	116
	Santa Maria	29°41'25"	53°48'42"	138
	Cachoeira do Sul	30°02'45"	52°53'39"	68
Depressão Central	Santa Cruz do Sul	29°43'05"	52°25'45"	56
	Taquari	29°48'15"	51°49'30"	76
	Taquara	29°45'00"	50°45'00"	29
	Porto Alegre	30°01'53"	51°13'19"	10
	Viamão	30°05'00"	50°47'00"	52
	São Gabriel	30°20'27"	54°19'01"	124
Campanha	Santana do Livramento	30°53'18"	55°31'56"	210
	Dom Pedrito	30°58'57"	54°39'56"	140
	Bagé	31°20'13"	54°06'21"	216
	Santiago	29°11'00"	54°53'10"	426
	São Luiz Gonzaga	28°23'53"	54°58'10"	254
Missões	Santo Ângelo	28°18'14"	54°15'52"	289
	Santa Rosa	27°51'50"	54°25'59"	360
	Palmeira das Missões	27°53'55"	53°26'45"	634
	Caçapava do Sul	30°30'32"	53°29'22"	450
Serra do Sudeste	Piratini	31°26'54"	53°06'09"	345
	Encruzilhada do Sul	30°32'35"	52°31'20"	420
	Cruz Alta	28°38'21"	53°36'34"	473
	Júlio de Castilhos	29°13'26"	53°40'45"	516
Planalto	Soledade	29°03'14"	52°26'00"	720
	Passo Fundo	28°15'39"	52°24'33"	678
	Lagoa Vermelha	28°25'35"	51°35'51"	805
	Vacaria	28°33'00"	50°42'21"	955
	Bom Jesus	28°40'10"	50°26'25"	1047
	Guaporé	28°55'44"	51°54'45"	450
Serra do Nordeste	Bento Gonçalves	29°10'00"	51°25'00"	619
	Caxias do Sul	29°10'25"	51°12'21"	740
	São Francisco de Paula	29°20'00"	51°30'21"	912
	Veranópolis	28°56'14"	51°33'11"	705
	Torres	29°20'34"	49°43'39"	43
	Tapes	30°50'00"	51°35'00"	5
Litoral	Pelotas	31°45'00"	52°21'00"	7
	Rio Grande	32°01'44"	52°05'40"	3
	Jaguarão	32°33'32"	53°23'20"	11
	Santa Vitória do Palmar	33°31'14"	53°21'47"	6

localidades referidas na Tabela 1, e seus níveis determinados com base na análise comparativa fenologia-rendimento de grãos-soma de graus dia e fenologia-rendimento de grãos-deficiência hídrica, respectivamente. Foram traçadas isolinhas dos níveis desses parâmetros, definindo as diferentes áreas térmicas e de deficiência hídrica em mapas na escala original de 1:750.000, sendo aqui apresentados em forma reduzida. Da combinação dos índices térmico e de deficiência hídrica originaram-se os índices de zoneamento representados por uma fração (A/B), em que o numerador corresponde ao índice térmico (A) e o denominador ao índice hídrico de deficiência (B). Os menores valores absolutos dos números da fração, por exemplo 1/1, representam as áreas com maior aptidão agroclimática para milho, enquanto, inversamente, os maiores valores absolutos dos números da fração, por exemplo 4/5, representam as áreas com menor aptidão ou maior risco. A representação dos índices de zoneamento nos mapas, através de frações, seguiu o método usado por MALUF (1973), conservando-se, entretanto, parte da nomenclatura de classificação já conhecida no estado através do trabalho de MOTA et al. (1974). Esses índices de zoneamento determinaram a classificação das áreas de aptidão para milho no Rio Grande do Sul.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de deficiência hídrica encontrados para o estado demonstram que o rendimento de grãos foi limitado pela ocorrência de deficiência hídrica, variando, no entanto, com o grau de deficiência ocorrida. A análise comparativa, rendimento de grãos-níveis de deficiência hídrica, mostrou que, quando não ocorriam deficiências hídricas no período crítico, o rendimento de grãos era freqüentemente superior a 7.000 kg.ha⁻¹, sendo essas regiões classificadas de Preferencial I. Entre 1 a 25 mm de deficiência hídrica os rendimentos ficavam acima de 4.000 kg.ha⁻¹, não raramente atingindo valores até superiores a 6.000 kg.ha⁻¹, sendo essas regiões classificadas de Preferencial II. Entre 25 a 50 mm verificaram-se maiores limitações ao rendimento de grãos, e na maioria dos casos (épocas de semeadura, locais e híbridos) o rendimento de grãos situou-se entre 2.000 e 4.000 kg.ha⁻¹, sendo essas regiões classificadas de Tolerada. Com deficiência hídrica de 50 a 70 mm, o rendimento de grãos foi prejudicado, variando de 500 a 2.000 kg.ha⁻¹, sendo essas regiões classificadas de Marginal. Nos casos em que a deficiência hídrica ultrapassou os 70 mm, o rendimento de grãos foi de 0 a 500 kg.ha⁻¹ nas diversas épocas e locais, sendo essas regiões classificadas como Não Recomendado o Cultivo sem irrigação. Os níveis do índice agroclimático por deficiência hídrica são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2 - Deficiência hídrica acumulada usada, como índice hídrico, no zoneamento agroclimático da cultura de milho, nas épocas de semeadura de 1º de agosto, 1º de setembro, 1º de outubro, 1º de novembro, 1º de dezembro e 1º de janeiro, para o Estado do Rio Grande do Sul

Classificação	Índice	Deficiência hídrica acumulada (mm) *
Preferencial I	1	0
Preferencial II	2	1 - 25
Tolerada	3	26 - 50
Marginal	4	51 - 70
Não Recomendado o Cultivo	5	> 70

* Deficiência hídrica acumulada= deficiência no mês do espigamento + deficiência nos meses anterior e posterior ao espigamento (compreendendo três meses do ciclo da cultura).

No zoneamento de milho elaborado por MOTA et al. (1974) foram estabelecidos níveis de deficiência hídrica, durante o período de setembro a maio, classificando como Preferenciais as regiões que apresentam deficiência hídrica igual a 0 mm; Toleradas àquelas que apresentam deficiência até 50 mm; Marginais àquelas que apresentam deficiência maior que 50 mm. Os níveis de

deficiência hídrica usados neste trabalho são semelhantes aos do presente zoneamento.

Na determinação do índice térmico, procedeu-se de forma semelhante à usada para determinar os níveis do índice hídrico. A análise possibilitou o estabelecimento dos níveis do índice agroclimático soma de graus-dia, apresentados nas Tabelas 3 e 4.

TABELA 3 - Soma de graus-dia usada, como índice térmico, no zoneamento agroclimático da cultura de milho para o Estado do Rio Grande do Sul, nas épocas de semeadura de 1º de setembro, 1º de outubro, 1º de novembro, 1º de dezembro e 1º de janeiro

Classificação	Índice	Soma de graus-dia (GD) *
Preferencial I	1	> 800
Preferencial II	2	700 - 800
Tolerada	3	650 - 700
Não Recomendado o Cultivo	4	< 650

* Soma de graus-dia considerada da semeadura ao espigamento (75 % das plantas espigadas com exteriorização de 2 cm dos estigmas).

TABELA 4 - Soma de graus-dia usada, como índice térmico, no zoneamento agroclimático da cultura de milho, na época de semeadura de 1º de agosto, para o Estado do Rio Grande do Sul

Classificação	Índice	Soma de graus-dia (GD)*
Preferencial I	1	> 900
Preferencial II	2	850 - 900
Tolerada	3	800 - 850
Não Recomendado o Cultivo	4	< 800

* Soma de graus-dia considerada da semeadura ao espigamento (75 % das plantas espigadas com exteriorização de 2 cm dos estigmas).

Não foi estabelecido um índice superior por excesso térmico, por não existir quantificação, no estado, de temperatura que comprometesse o desenvolvimento e o rendimento de grãos de milho, apesar de algumas regiões do estado apresentarem, esporadicamente, temperaturas diurna e noturna elevadas, nos meses de novembro, dezembro e janeiro, provocando possível estresse térmico, e conseqüentemente, queda no rendimento de grãos. FERRAZ (1966) cita a temperatura de 41 °C como a temperatura máxima para crescimento do milho. No Rio Grande do Sul, raras vezes a temperatura máxima atinge tais valores, e em poucos locais (MACHADO, 1950). A temperatura média no estado varia de 14,4 °C a 20,1 °C, e a máxima de 20,3 °C a 28,8 °C (INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS, 1989). Desta maneira, as áreas Preferenciais I foram consideradas acima de 800 GD, para as semeaduras de 1/9 a 1/1, e acima de

900 GD para a semeadura de 1/8.

Verificou-se que o rendimento de grãos não foi limitado por soma de graus-dia acima de 700 GD, adotando-se, dessa maneira, este limite para separar as áreas Preferenciais das áreas Toleradas, com exceção da época de 1/8, em que este valor corresponde a 850 GD de acúmulo térmico, devido a riscos por baixa temperatura. Nesta situação, o nível 3 do índice térmico estabelece a separação entre a região Tolerada e a Não Recomendado o Cultivo. A soma de graus-dia entre 650 GD e 700 GD corresponde a regiões frias de altitude, ocorrendo um aumento no número de dias para atingir o espigamento. Em alguns anos, nestes locais, ocorreram danos por geadas outonais e atrasos na maturação e na colheita, comprometendo o rendimento de grãos, especialmente em épocas tardias. No entanto, em épocas de semeadura normais para a região, foram obtidos altos

rendimentos. Verificou-se, também, que quando a soma de graus-dia era menor do que 650 GD, a germinação era mais lenta, o que causava perda de sementes, com redução da população de plantas. O crescimento das plantas de milho era mais lento, aumentando a duração dos subperíodos e atrasando a colheita. Estes locais apresentam restrições devido

a risco por geadas e período favorável de semeadura reduzido, o que determina uma taxa de risco mais elevada, sendo classificados como Não Recomendado o Cultivo. Este fato coincide com os zoneamentos de milho elaborados por MOTA et al. (1974) e MALUF et al. (1986).

Na Tabela 5, são apresentados os índices de

TABELA 5 - Classificação das zonas de aptidão, por índices de zoneamento{(A/B : (A) soma de graus-dia/(B) deficiência hídrica acumulada)}, para a cultura de milho, em diferentes épocas de semeadura, no Estado Rio Grande do Sul

Classificação	Índice de Zoneamento A / B					
	Época de semeadura					
	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro	janeiro
Preferencial I	1/1; 1/2	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
Preferencial II	2/1	1/2; 2/1	1/2; 2/1	1/2; 2/1	1/2; 2/1	1/2; 2/1; 2/2
Tolerada	1/3; 2/2; 2/3	1/3; 2/2; 2/3	2/2; 1/3; 2/3	2/2; 1/3; 2/3	1/3	1/3; 2/3
Marginal	3/1	3/1; 3/2; 1/4; 2/4; 3/3; 3/4	3/1; 3/2; 1/4; 2/4; 3/3	1/4; 3/1	1/4; 3/1	1/4; 3/1; 3/2
Não Recomendado o Cultivo	3/2; 3/3; 4/1; 4/2; 4/3	2/5; 4/1; 4/2; 4/3	1/5; 4/1; 4/2	1/5; 4/1	1/5; 4/1	1/5; 4/1; 4/2

zoneamento (A/B) que classificaram as áreas de aptidão, nas épocas de semeadura de 1/8, 1/9, 1/10, 1/11, 1/12 e 1/1. A espacialização dos índices é apresentada em mapas, nas Figuras 1 a 6, respectivamente, por épocas de semeadura. A

Figura 7 representa as Regiões Climáticas do estado, criadas por ARAÚJO (1930) citado por MACHADO (1950), usadas como apoio na apresentação dos resultados.

As Figuras 1 a 6 representam as áreas com

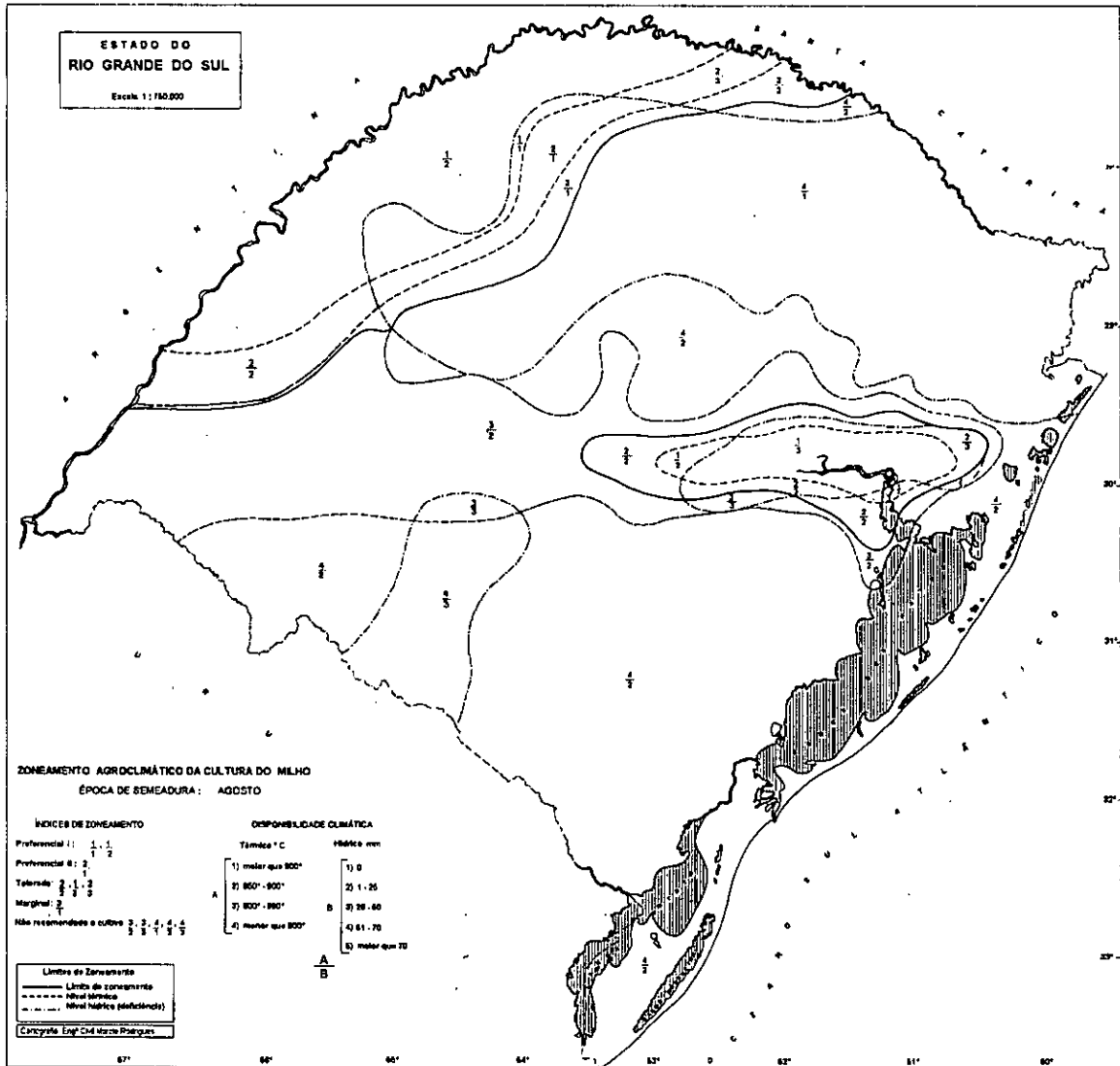


FIGURA 1. Zoneamento agroclimático da cultura de milho no Estado do Rio Grande do Sul na época de semeadura centralizada em 1° de agosto

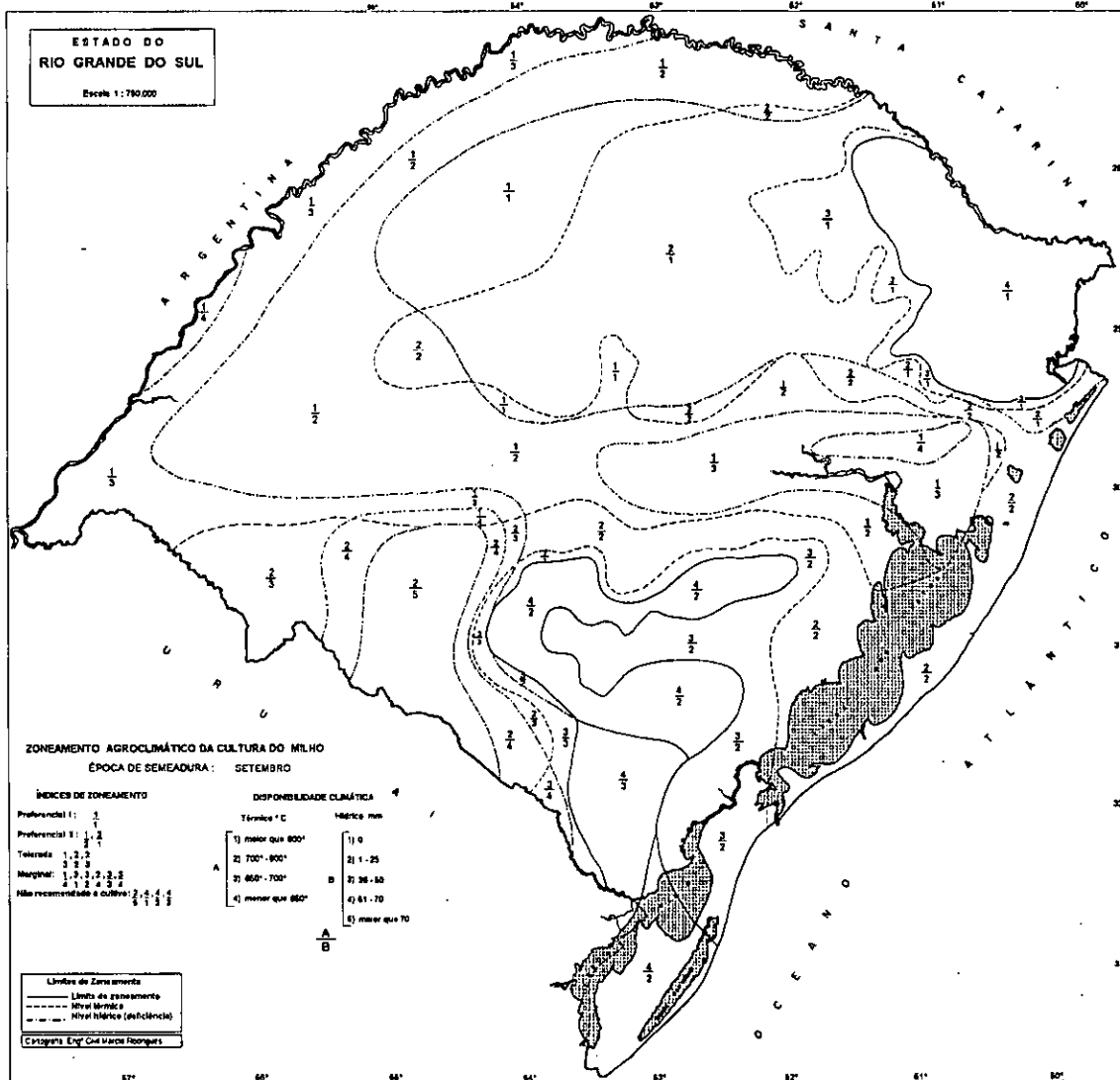


FIGURA 2. Zoneamento agroclimático da cultura de milho no Estado do Rio Grande do Sul na época de semeadura centralizada em 1º de setembro.

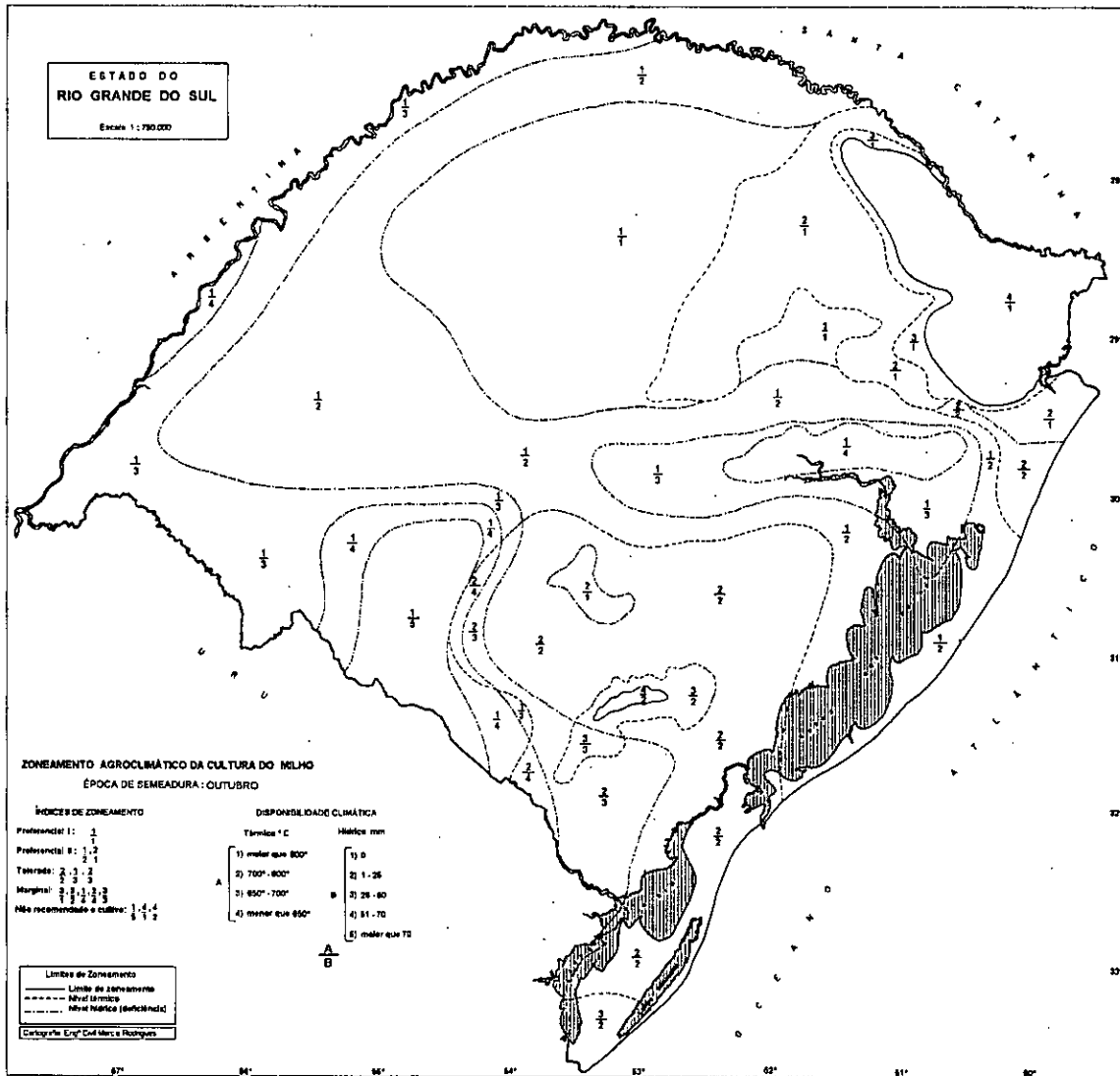


FIGURA 3. Zoneamento agroclimático da cultura de milho no Estado do Rio Grande do Sul na época de semeadura centralizada de 1º outubro

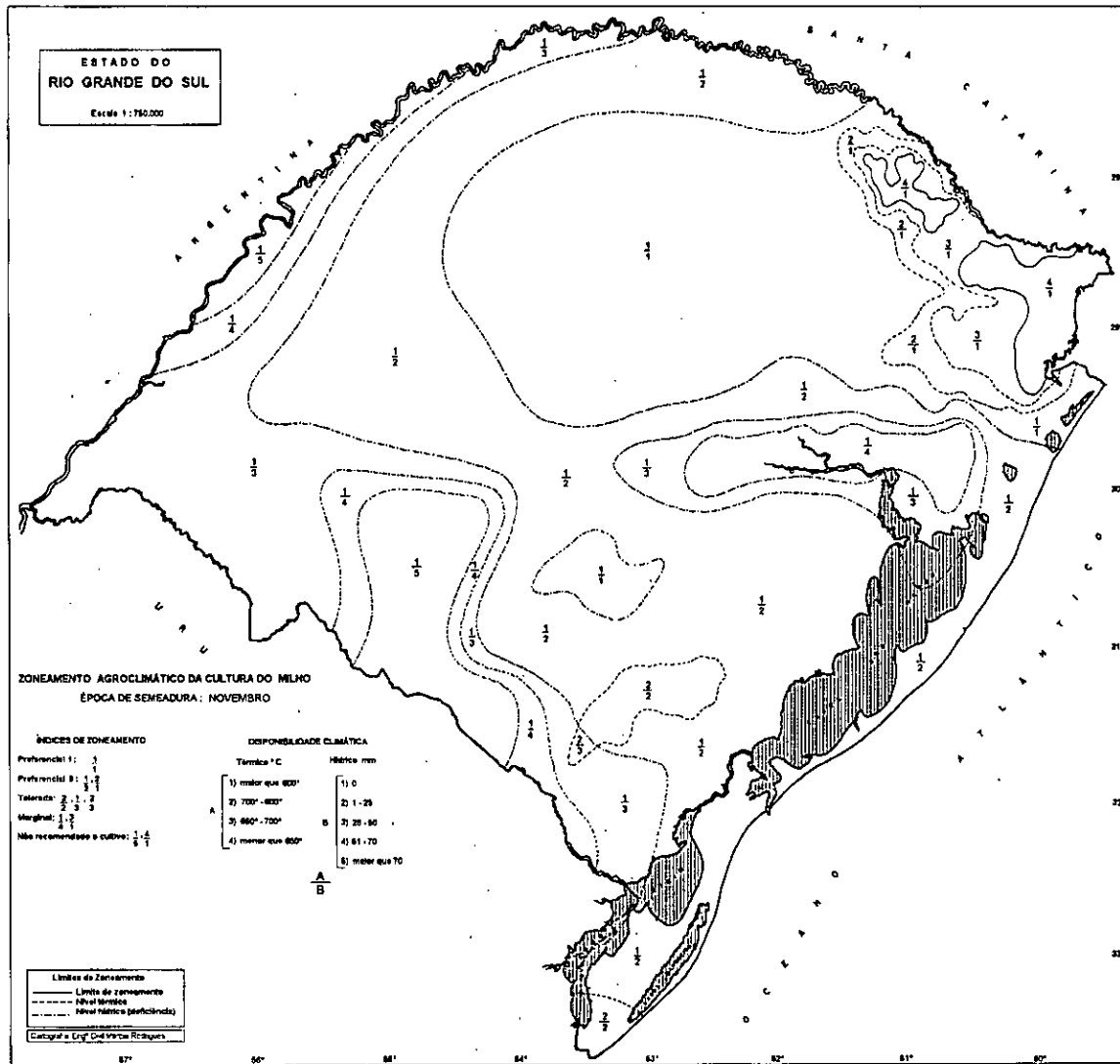


FIGURA 4. Zoneamento agroclimático da cultura de milho no Estado do Rio Grande do Sul na época de semeadura centralizada de 1º novembro

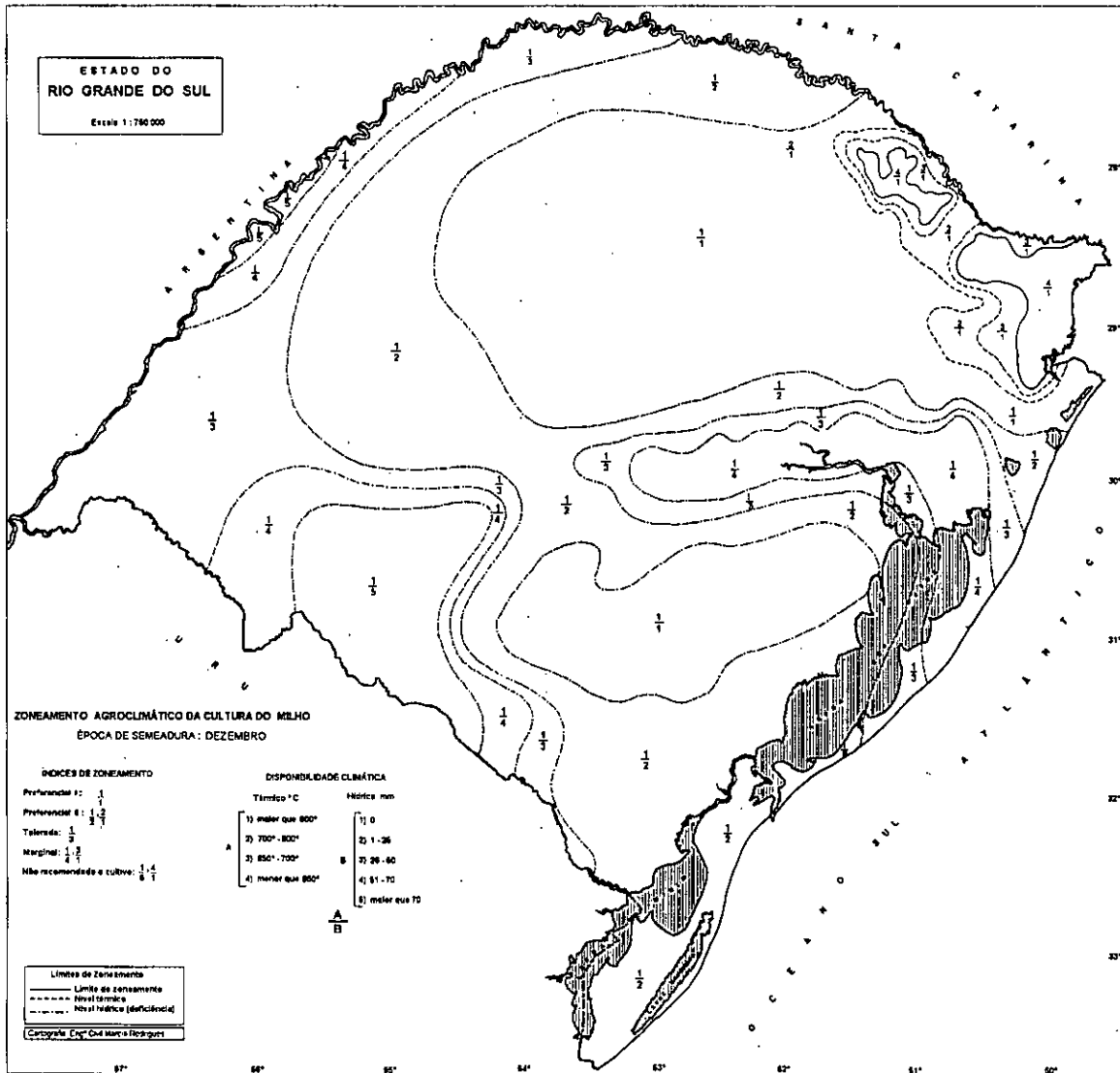


FIGURA 5. Zoneamento agroclimático da cultura de milho no Estado do Rio Grande do Sul na época de semeadura centralizada de 1º dezembro

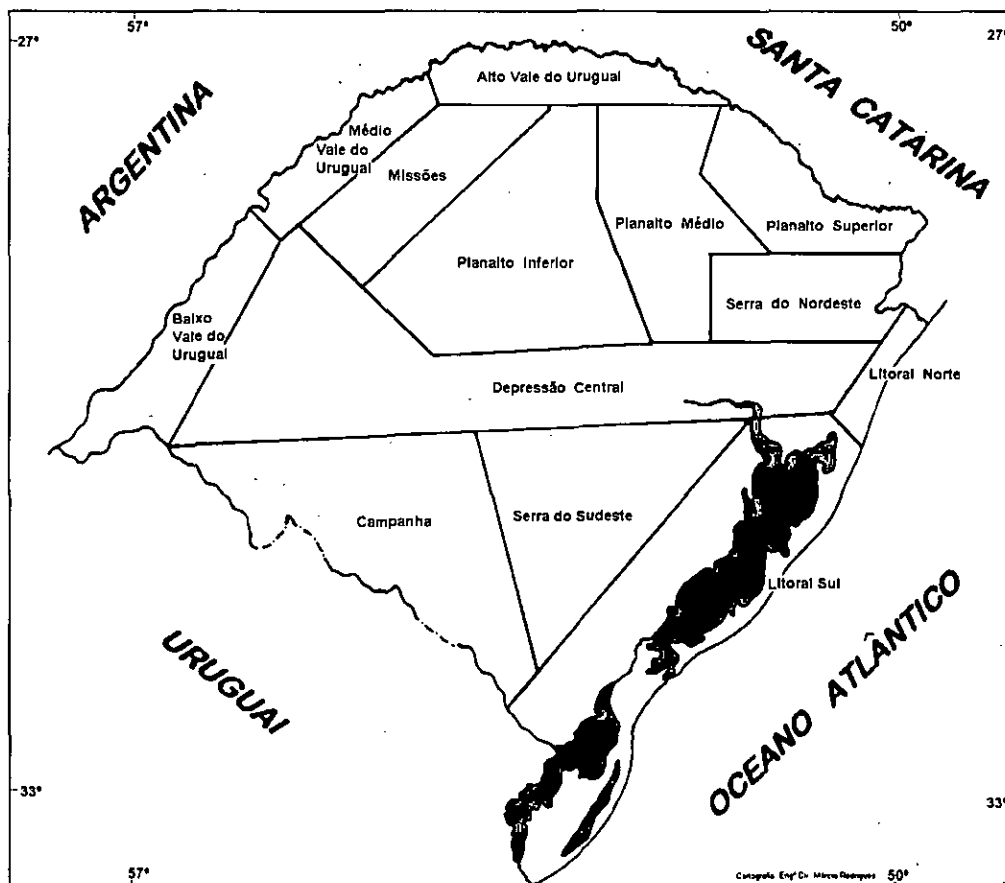


FIGURA 7. Regiões climáticas do Estado do Rio Grande do Sul, segundo ARAÚJO (1930), modificado por MALUF (2000) (Inédito).

aptidão potencial para a cultura do milho no estado, nas seis épocas de semeadura consideradas. Comparando-se as figuras verifica-se que a abrangência das áreas, com potencial de aptidão para o milho no Rio Grande do Sul, variam com a época de semeadura e com as disponibilidades climáticas de cada região. Os resultados demonstram que as regiões com maior potencial para o milho no estado, são as do Planalto, Serra do Nordeste, Serra do Sudeste e o Alto Vale do Uruguai, por serem as regiões com maiores disponibilidades hídricas, o que coincide com os resultados de MOTA et al. (1974) e MALUF et al. (1986). No entanto, como são regiões de altitude, observa-se pelos mapas de zoneamento (Figuras 1 a 6), que as semeaduras nestas regiões não se iniciam no mesmo período, pois a distribuição temporal da temperatura não é a mesma, o que as diferencia, demonstrando o acerto em realizar-se o zoneamento por épocas de semeadura. As regiões do Médio e Baixo Vale do Uruguai, Missões, Depressão Central, Litoral Sul e Campanha, são regiões que apresentam potencial para o milho, entretanto, são as que apresentam maiores valores de deficiência hídrica. Dessa maneira o potencial para o milho varia com a disponibilidade hídrica, gerando uma diferenciação no risco por deficiência hídrica, com variação anual de intensidade, e desta maneira o uso de irrigação pode ser necessário, variando de esporádico a freqüente, ou até desnecessário em alguns anos. Estas regiões ou épocas, com a utilização de irrigação, podem passar à classificação Preferencial. MOTA et al. (1974) refere que nestas regiões a utilização da irrigação pode não ser necessária em todos os anos, sendo de eventual a freqüente. Comparando-se o mapa elaborado por MOTA et al. (1974), com os mapas resultantes nesse trabalho, verifica-se que existe semelhança, em algumas épocas de semeadura, entre as áreas delimitadas pelos dois zoneamentos.

Considerando-se os índices adotados, a seleção para indicação de áreas com potencial para cultivo de milho no estado deve levar em conta, ainda, os diferentes aspectos do fator edáfico, como capacidade de retenção de água, teor de argila e uso potencial dos solos. O risco por baixas temperaturas, nos meses de julho e agosto e na 1ª quinzena de setembro, é outro aspecto a considerar, principalmente nas regiões de altitude como Planalto e Serra do Nordeste, pois dentro da média podem ocorrer anos em que se verifiquem danos causados

por geadas.

CONCLUSÕES

- O Rio Grande do Sul apresenta, em sua maior parte, aptidão preferencial para cultivo de milho, encontrando-se ainda áreas Toleradas, Marginais e onde Não é Recomendado o Cultivo.
- A aptidão agroclimática para milho, baseada nos índices adotados, varia em função de épocas de semeaduras e regiões.
- As maiores limitações à cultura de milho no Rio Grande do Sul são impostas por deficiência hídrica, que ocorrem normalmente no sudoeste e sudeste do estado, nas regiões climáticas da Campanha, Baixo e Médio Vale do Uruguai, Litoral Sul, na parte sul da Serra do Sudeste e em parte da Depressão Central.
- As melhores condições hídricas, para a cultura de milho, ocorrem ao norte do estado, nas regiões do Planalto, Alto Vale do Uruguai e Serra do Nordeste.
- As regiões do estado que apresentam limitações por deficiência hídrica, com uso de irrigação, passam a ser classificadas pela qualificação do índice térmico.
- As limitações por baixa disponibilidade térmica ocorrem nas regiões de maior altitude, no nordeste do estado, variando suas áreas de abrangência com as épocas de semeadura, e na época de semeadura de 1/8, ocorre também, grande área com limitações por baixa disponibilidade térmica na metade sul do estado.
- A maior abrangência de áreas com aptidão Preferencial ocorre na época de semeadura centralizada em 1º de dezembro.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ARAÚJO, L.C. de. *Memórias sobre o clima do Rio Grande do Sul*. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, 1930, 101p.
- ÁVILA, A.M.H. *Regime de precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul com base em séries de longo prazo*. Porto Alegre: UFRGS, 1994. 75 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Programa de Pós-graduação em Agronomia. Faculdade de Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1994.
- 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.11-23.
- BERLATO, M.A.; MATZENAUER, R.; SUTILI, V.R. Relação entre temperatura e o aparecimento de fases fenológicas do milho (*Zea mays* L.). 1984.
- BERLATO, M.A. & SUTILI, V.R. Ecologia do milho: II - Determinação das temperaturas bases dos subperíodos emergência-pendoamento e emergência-espigamento de 3 cultivares de milho (*Zea Mays*, L.) 7f. 1976. (Mimeografado)
- BERLATO, M.A.; SUTILI, V.R.; CASTRO, A.C. Comparação de três métodos de cálculo das exigências térmicas para o espigamento de milho (*Zea mays* L.). **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.17, n. , p. 21-26, 1974.
- 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, p.119-125, 1999.
- BRESOLIN, M.; GUADAGNIN, J.P.; BARNI, V.; SILVA, L.C.M.; DAVID, I.K.; COLÔNIA, V.J. Híbridos de milho recomendados para o Estado do Rio Grande do Sul. **IPAGRO informa**, Porto Alegre, n. 17, p.21-26, 1977.
- BROWN, D.M. Heat units for corn in southern Ontario. Washington, D.C., Department of Agriculture Food. **Information Leaflet**, Agedex III/31. April. 1970.
- CAMARGO, A.P. Viabilidade e limitações climáticas para a cultura do milho no Brasil. In: **Cultura e Adubação do Milho**. São Paulo, Instituto Brasileiro de Potassa, 1966. p. 225-248.
- CUNHA, G.R. da; HAAS, J.C.; DALMAGO, G.A.; PASINATO, A. Perda de rendimento potencial em soja no Rio Grande do Sul por deficiência hídrica. **Revista brasileira de agrometeorologia**. Santa Maria, v.6, n.1, p.111-119, 1998.
- FERRAZ, E.C. Fisiologia. In: **Cultura e adubação do milho**. São Paulo: Instituto Brasileiro de Potassa, 1966. p. 369-379.
- GILMORE Jr., E.C. & ROGERS, J.S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.50, n.10, p.611-615, 1958.
- INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. **Atlas agroclimático do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Pallotti, 1989. 3v.
- KISH, A.J. South Carolina growing degree-days. South Carolina, Agricultural Experiment Station. **Agricultural Weather Research**, Series, 3. 1964. 28p.
- LANA, E.P. & HABER, E.S. The value of the degree-hour summation system for estimating planting schedules and harvest dates with sweet corn in Iowa. **Iowa States College Journal of Science**, Iowa, v.26, n.1, p.99-109. 1951.
- MACHADO, F.P. **Contribuição ao Estudo do clima do Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1950. 91p.
- MALUF, J.R.T. **Zonificação ecológica de *Araucária angustifolia* (Bert.) O. Ktze. e *Eucalyptus saligna* Sm. para Nicarágua**. Turrialba: IICA, 1973. 154p. Dissertação (Magister Scientiae) - Ecologia Florestal, Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas de la OEA. 1973.
- MALUF, J.R.T.; MATZENAUER, R.; WESTPHALEN, S.L.; CUNHA, G.R. da; SUTILI, V.R. Zoneamento agroclimático da cultura do milho (*Zea mays* L.) para o Estado do Rio Grande do Sul. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.22, n.2, p.261-285, 1986.
- MATZENAUER, R. & SUTILI, V.R. A água na cultura do milho. **IPAGRO Informa**, Porto Alegre, n.26, p.17-32. 1983.
- MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M.A.; MALUF, J.R.T. 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.; ROSA, F.S. 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.
- MOTA, F.S. da. O clima do Rio Grande do Sul em relação ao rendimento do milho. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, n.141, p.33-38. 1958.
- MOTA, F.S. da; BEIRSDORF, M.I.C.; ACOSTA, M.J.C.; MOTTA, W.A.; WESTPHALEN, S.L. **Zoneamento agroclimático do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Pelotas, IPEAS, 1974. v.2. 122p. (Circular, 50).
- MOTA, F.S. da; AGENDES, M.O. de O.; BAPTISTA, da SILVA, J. Risco de secas para a cultura da soja em diferentes regiões climáticas e tipos de solo do Rio Grande do Sul. **Lavoura Arrozeira**. Porto Alegre, v. 44, n. 394, p. 11-30, 1991.
- MOTA, F.S. da; AGENDES, M.O. de O.; ALVES, E.G.P.; SIGNORINI, E. Análise agroclimatológica da necessidade de irrigação da soja no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.4, n.1, p.133-138, 1996.
- THORNTHWAITE, C.W. & MATHER, J.R. The water balance. **Publications in Climatology**, 1955, v.3, n.10, 104 p.
- VERDADE, F. da C.; DIAS, C.A.C.; SILVA, G.L.S.P. da; ROCHA, R.L. da; MELLO, M.R.H. de; VICTOR, M.A.M. **Zoneamento agrícola do Estado de São Paulo**. São Paulo, Secretaria da Agricultura v. 2. 1974.