

ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO DA CANA-DE-AÇUCAR NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, VISANDO A PRODUÇÃO DE AÇÚCAR E ÁLCOOL.

JAIME R. T. MALUF¹, SERGIO LUIZ WESTPHALEN², RONALDO MATZENAUER³,
DANIELA ETCHART MALUF⁴

¹Eng. Agr., M.Sc., Centro de Meteorologia Aplicada - Fepagro/SCT, RS, Agroconsult. Rua Gonçalves Dias, 570, 90130-060. Porto Alegre, RS.
E-mail: Jaime-maluf@fepagro.rs.gov.br

²Eng. Agr., M.Sc., Ipagro, SAA/RS, *In memorian*.

³Eng. Agrônomo, Doutor, Centro de Meteorologia Aplicada - FEPAGRO, Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

⁴RP, Agroconsult.

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 –
Aracaju – SE

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo definir áreas de maior aptidão agroclimática e de menor risco climático para o cultivo da cana-de-açúcar no Estado do Rio Grande do Sul. O estado possui regiões aptas para o cultivo da cana-de-açúcar, tanto para a obtenção de açúcar como para álcool. As regiões para duplo propósito, açúcar e álcool, se situam no Litoral, Vale do Uruguai e em partes da Depressão Central e Missões. Para produção somente de álcool, as regiões se situam em partes da Depressão Central, Campanha, Missões, Planalto Médio, Encosta Inferior da Serra do Nordeste e região das Grandes Lagoas.

PALAVRAS-CHAVE: horas de frio, clima; zoneamento; álcool, cana-de-açúcar.

ZONING OF CLIMATIC RISKS FOR SUGAR CANE IN RIO GRANDE DO SUL STATE, BRAZIL

ABSTRACT: The aim of this work was to evaluate areas for climatic ability and low climatic risk for sugar cane tillage in Rio Grande do Sul State, Brazil. The areas indicated for double purpose, alcohol and sugar, are regions of Litoral, Vale do Uruguai and in parts of Depressão Central and Missões. For only purpose of alcohol, the regions indicated for production are in parts of Depressão Central, Campanha, Missões, Planalto Médio, Encosta Inferior da Serra do Nordeste and region of Grandes Lagoas.

KEY WORDS: could hours, climate, zoning, alcohol, sugar cane.

INTRODUÇÃO: A cana-de-açúcar pode ser cultivada em regiões subtropicais de inverno ameno com boa disponibilidade térmica de setembro a maio, apesar de seu ótimo ecológico ser referido como restrito a regiões tropicais (18° N a 18° S) (WILSIE, 1968; ALEXANDER, 1973). Ultimamente seu cultivo vem sendo difundido a regiões subtropicais com perspectivas promissoras, desde que não ocorram geadas letais durante o período de crescimento e maturação, ou mesmo limitações por baixa disponibilidade térmica. Temperatura acima de 19 °C não é restritiva, sendo que acima de 21 °C é considerada ótima para a cultura (CAMARGO et al., GODOY e CORREA, 1977). As regiões com temperatura média abaixo de 18 °C não são indicadas.

Temperatura do ar abaixo de $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (BRINHOLI, 1972; FERNANDES et al., 1976), causa à necrose do meristema apical e, dependendo da intensidade do frio, os danos podem ser extensivos a gemas laterais e aos tecidos dos colmos, causando a inversão da sacarose. A ocorrência de danos por baixas temperaturas no Rio Grande do Sul restringe-se principalmente aos meses de inverno, quando a cana-de-açúcar está em fase de maturação e colheita. As áreas que apresentam menor risco de danos por temperatura podem ser selecionadas pelo número médio de geadas anuais (GODOY e CORREA, 1977). No entanto, o índice "número de geadas anuais" não fornece nenhuma indicação sobre a intensidade e duração das temperaturas baixas, que muitas vezes estão acima do nível crítico de $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ indicado por BRINHOLI (1972). Um parâmetro que pode dar uma boa idéia sobre a duração do frio hibernal é o valor médio de horas de frio abaixo de $7,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. O menor número de horas de frio conjugado com menor número de geadas anuais fornece uma boa indicação sobre as regiões com menor risco de danos por geadas.

O presente estudo teve como objetivo, definir áreas de maior aptidão agroclimática e menor risco climático para o cultivo da cana-de-açúcar, visando implantação futura de destilarias de álcool e indústrias açucareiras no Estado do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS: Para o delineamento das regiões de maior aptidão canavieira no Rio Grande do Sul, adotou-se como índice principal a temperatura média anual de 19°C , acima da qual estariam as regiões com as maiores disponibilidades térmicas para crescimento. No traçado desta isolinha desconsiderou-se a normal do município de Torres pelo fato da estação meteorológica estar situada no Morro do Farol junto ao mar, o que determina uma média anual que subestima a temperatura das áreas interiores do Município (Litoral Norte). Foram considerados ainda, como dados auxiliares, as médias de períodos de outras localidades da rede de estações meteorológicas do Estado. Ainda como um índice principal, para indicar as regiões que apresentam menor risco de ocorrência de temperaturas de congelamento e menor intensidade de frio, utilizou-se o número médio de horas de frio abaixo de $7,2^{\circ}\text{C}$ de maio a agosto, selecionando-se as regiões em dois níveis: áreas com menos de 150 horas de frio e áreas com 150 a 200 horas de frio. Após o traçado destas isolinhas, desconsideraram-se áreas com temperatura média anual superior a 19°C (Quarai, Uruguaiana, Itaqui, Jaguarí e outras) mas que apresentaram número de horas de frio maior de 200. As zonas definitivas foram estabelecidas pela adoção de um terceiro índice, número médio de geadas anuais, que juntamente com o número médio de horas de frio delineou e caracterizou as zonas quanto ao rigor do inverno. Desta forma, as áreas com mais de 13 geadas anuais foram desconsideradas, como a parte oeste da Depressão Central. Após o traçado definitivo, as áreas ou zonas foram classificadas em dois níveis: preferencial - abrangendo as áreas com temperatura média anual superior a 19°C , com menos de sete geadas anuais e com menos de 150 horas de frio; tolerada - abrangendo áreas que satisfazem em relação às disponibilidades térmicas anuais ou que ficam próximas ao limite mínimo e que apresentam pequenas restrições quanto ao número de geadas e/ou quanto a intensidade do frio hibernal (maio a agosto), ou sejam, respectivamente, sete a 13 geadas anuais e 150 a 200 horas de frio. Foram consideradas ainda como zonas de aptidão preferencial, se bem que em um nível ligeiramente inferior, regiões que apresentam a temperatura média anual superior a 19°C e número médio de horas de frio inferior a 150, mesmo com sete a 13 geadas anuais, por serem estas consideradas na sua maioria geadas fracas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Tabela 1 são apresentadas as características e classificação das áreas de maior aptidão e menor risco climático para o cultivo da cana-de-açúcar no Estado. A zona Preferencial 1 abrange os municípios do Litoral Norte e parte do

extremo leste da Depressão Central do Rio Grande do Sul. A intensidade do frio medida pelo número de horas de frio abaixo de 7,2° C raramente ultrapassa 100 horas, ficando mais ao norte em valores entre 50 e 80 horas. A temperatura média anual superior a 19° C confere à região, aptidão em relação ao crescimento. O reduzido número de horas de frio abaixo de 7,2° C tem pouca duração e, conforme ALEXANDER (1973) a temperatura pode apresentar efeito benéfico para a maturação, se não for inferior a 6,7° C por tempo prolongado. Até a presente data não se registraram temperaturas abaixo de -6,0° C, referida como temperatura letal à planta (BRINHOLI & FERRAZ, 1978). A mínima absoluta na região é de 1° C em Torres, 2° C em Tramandaí e - 2,9° C em Maquiné (Osório) em mesoclima de Vale sujeita à inversão térmica. Nem no extremo Sul do Litoral do Rio Grande do Sul (Santa Vitória do Palmar) a temperatura mínima absoluta é inferior a -4,2° C (Registros do 8° DISME-INMET e Secretaria da Agricultura e Abastecimento do RS). Em Porto Alegre, extremo leste da Depressão Central, a temperatura mínima absoluta é -4,0° C. A região Preferencial 1 também se localiza no noroeste do Estado englobando municípios do Médio Vale do Rio Uruguai, o qual faz fronteira com Argentina (Província de Misiones). O cultivo da cana-de-açúcar é comum na região, com a produção destinada ao fabrico de açúcar mascavo, rapaduras, aguardente e para alimentação animal. A região apresenta alta disponibilidade térmica de setembro a maio e baixa intensidade de frios inverniais (Tabela 1). A temperatura mínima absoluta nunca atingiu níveis letais (-6,0° C) sendo o valor absoluto -5,3° C em Iraí, município situado na região Tolerada. A região Preferencial 2 apresenta quase as mesmas características agroclimáticas da região Preferencial 1, diferenciando-se por um maior número de dias de geadas (7 a 13 geadas anuais) e a mínima absoluta de -4,2° C. As regiões Toleradas também se situam entre Missões e Vale do Uruguai, no entanto, com maior risco a danos por geadas, mas ainda consideradas tolerável, de acordo com o regime de frio de Tucuman, Argentina (CROSS, 1945; RIO GRANDE DO SUL, 1974). O número de horas de frio de maio a agosto, maior que 150 horas e inferior a 200 horas abaixo de 7,2° C, conjugado com 7 a 13 geadas anuais, caracteriza regiões ainda com aptidão canavieira, onde o risco de dano por frio e congelamento é considerado pequeno ou tolerável, respectivamente. A região Preferencial 2 é praticamente uma continuação da 1, em direção oeste, apresentando o inconveniente apenas de 7 a 13 geadas, mas com um baixo risco de danos. Abrange municípios de Taquari, Rio Pardo, São Jerônimo, Bom Retiro e Montenegro, onde o cultivo da cana é comum. As regiões Toleradas representam uma transição da Preferencial 2 para áreas com menor disponibilidade térmica ou maior risco de geadas e se estendem em direção ao município de Santa Maria. Nessa região a temperatura mínima absoluta é de -3,8° C (Cachoeira do Sul) e de -2,0° C (Tapes). Na Tabela 2 é apresentado exemplo da indicação de períodos de plantio (36 decêndios do ano) por municípios do estado, para obtenção de açúcar e álcool.

Tabela 1. Características dos índices agroclimáticos adotados para o delineamento das zonas de maior aptidão para o cultivo da cana-de-açúcar no estado do Rio Grande do Sul.

Classificação	Ta ¹ °C	Índice de risco de danos por frio ²	
		Nº de geadas/ano	Horas de frio abaixo 7,2°C (mai-ago)
Preferencial 1	≥ 19	< 7	< 150
Preferencial 2	> 19	> 7 a ≤ 13	< 150
Preferencial 2	> 18,5 a < 19	< 7	< 150
Preferencial 2	≥ 19	> 7 a ≤ 13	> 150 a < 200
Álcool	≥ 18,5 a < 20,0	≥ 13 a < 16	≥ 150 a < 250

¹ Ta = temperatura média anual

² A média de: horas de frio < 150 conjugadas com menos de 7 geadas anuais: o risco de danos é mínimo.
horas de frio < 150 conjugadas com > 7 e ≤ 13 geadas anuais: o risco de danos é muito pequeno;

horas de frio > 150 e < 200 conjugados com < 7 geadas anuais, e/ou ≤ 13 geadas anuais: o risco é pequeno ou tolerável respectivamente.

Tabela 2. Indicação de períodos de plantio por município para cultivo da Cana-de-açúcar no Estado do Rio Grande do Sul.

Município	Indicação de área	Período de plantio
Tipo de solo ⇒	1, 2 e 3	1, 2 e 3
Aceguá	NI	NI
Acutinga	álcool	28 a 36
Água Santa	NI	NI
Agudo	Açúcar e álcool - P2	26 a 36
Ajuricaba	Açúcar e álcool - P2	26 a 36
Alecrim	Açúcar e álcool - P1	25 a 36 + 1
Alegrete	álcool	28 a 36

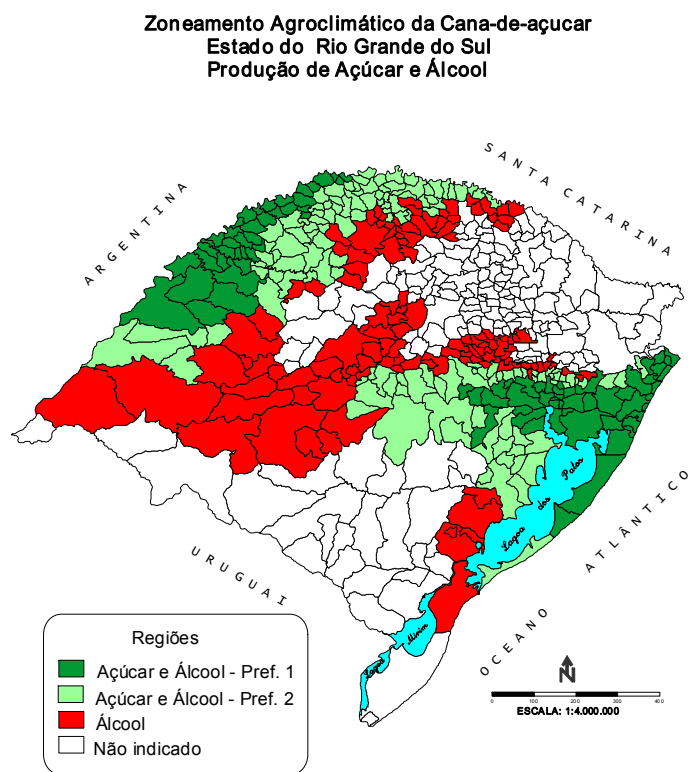


Figura 1. Zoneamento agroclimático da cana-de-açúcar no Estado do Rio Grande do Sul, visando à produção de açúcar e álcool.

CONCLUSÕES: Em função dos critérios adotados conclui-se que:

1- Região Preferencial 1 com temperatura média anual igual ou superior a 19° C, número médio de horas de frio inferior a 150 horas e número médio de geadas inferior a sete dias são as que melhor satisfazem as exigências da cana-de-açúcar, abrangendo as regiões Ecoclimáticas do Litoral, parte leste da Depressão Central, Médio e Baixo Vale do Rio Uruguai;

2 - Região Preferencial 2 que mais se assemelha à região Preferencial 1, apenas diferenciam-se no número médio de geadas anuais, abrange parte das Regiões Ecoclimáticas do Alto Vale do Uruguai, parte do Médio e Baixo Vale do Uruguai, parte oeste do Planalto Médio e Missões;

3 - Região Preferencial 2, situada entre a encosta das Serra do Sudeste e parte da região das Grandes Lagoas, estendendo-se até o litoral (municípios de Tavares e São José do Norte) apresenta número médio de horas de frio inferior a 150 horas e menos de sete dias de geadas-ano, entretanto a temperatura média dia oscila de 18,5° a 19° C;

4 - Região Preferencial 2, situada em parte da Depressão Central, em parte das Missões e Alto Vale do Rio Uruguai, apresentam temperatura média anual superior/igual a 19° C, número médio de horas de frio superior a 150 e inferior a 200 horas e número médio de geadas maior que 7 e menor a 13 dias.

5 - Região específica para produção de álcool abrange parte oeste da região da Depressão Central, parte noroeste da região da Campanha, parte sul da Região das Grandes Lagoas, parte da encosta inferior da Serra do Nordeste, Vale dos Rios Jacuí e Taquari, parte das Missões e do Planalto Médio; apresentam temperatura média anual superior ou igual a 18,5 °C e menor que 20,0 °C, número médio de horas de frio igual/superior a 150 e inferior a 250 horas e número médio de geadas maior/igual a 13 e menor que 16.

Recomenda-se, especialmente em áreas classificadas de Preferencial 2 e as especificamente indicadas para produção de álcool, dar preferência a cultivares que apresentam certa tolerância ao frio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, A.G. 1973. Sugarcane physiology. Elsevier, Amsterdam, 752 p.
- BRINHOLI, ° 1972. Resistência ao frio de diferentes variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). 88 p. Tese. (Doutor em Agron.). ESALQ, Piracicaba, 1972.
- BRINHOLI, ° e FERRAZ, E.C. 1978. Estudo do comportamento de algumas variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) submetidas a baixas temperaturas, em condições de laboratório. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 92(1): 20-3.
- CAMARGO, A. Paes de; PINTO, H.S.; PEDRO Jr., M.J.; BRUNINI, °; ALFONSI, R.R.; ORTOLANI, A.A. 1974. Aptidão climática de culturas agrícolas. In: São Paulo. Secretaria da Agricultura. Zoneamento agrícola do estado de São Paulo. V.1, cap. 4, p. 109-49.
- CROSS, W.E. 1945. El problema de la caña helada em la fabricacion de azucar. *Boletim de la Estacion Experimental Agricola de Tucuman*, 52: 42.
- FERNANDES, Antônio Carlos; CESAR, Marco Antônio Azeredo; GURGEL, Marcilio do Amaral. 1976. Efeitos da geada sobre a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO COPERSUCAR DA AGROINDÚSTRIA AÇUCAREIRA, 4., Águas de Lindóia, S.P., 1976. Anais... São Paulo, Copersucar, 1977. P. 97-105.
- GODOY, H. e CORREA, A.R. 1977. Limitações e possibilidades climáticas da cana-de-açúcar no estado do Paraná. In: IAPAR. Recomendações técnicas para a cultura da cana-de-açúcar no estado do Paraná. Londrina. ACARPA/IAPAR. p.23-8 (Circular, 6).
- RIO GRANDE DO SUL. ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA. 1974. Relatório da comissão especial para o estudo da agroindústria açucareira. Porto Alegre, Grafosul. 305p.
- WESTPHALEN, S.L. e MALUF, J.R. 1978. Zoneamento agroclimático da macieira para o estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura. 11p.
- WILSIE, C.P. 1968. Caña de azucar. In: _____. Adaptacion y distribuicion de los cultivos. Zaragoza, Acribia. P.382-7.