

ZONEAMENTO DE RISCOS CLIMÁTICOS PARA A CULTURA DO SORGO GRANIFERO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

JAIME R. T. MALUF¹, RONALDO MATZENAUER², TANIA BARRETO SIMÕES CORRÊA³, ALEX FARIA DE FIGUEIREDO⁴, DANIELA ETCHART MALUF⁵, ANTONIO CARVALHO ALVES⁶, GUSTAVO VINAGRE PINTO DE SOUZA⁶.

¹Eng. Agr., M.Sc. Consultor Agroconsult. Centro de Meteorologia Aplicada - Fepagro/SCT, RS. Rua Gonçalves Dias, 570, 90130-060. Porto Alegre, RS. e-mail: jaimemaluf@fepagro.rs.gov.br, ² Eng. Agrônomo, Doutor, Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, Fepagro/SCT/RS, Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq, ³ Eng. Quím. Consultor Agroconsult Ltda, ⁴ Geógrafo Agroconsult Ltda. ⁵ RP, Agroconsult Ltda, ⁶ Estagiário Eng. Agrícola, Agroconsult Ltda.

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 menor risco climático para o cultivo de sorgo granífero no Estado do Rio Grande do Sul. A variabilidade temporal e regional das áreas de cultivo de sorgo no estado é estabelecida, fundamentalmente, pela temperatura e precipitação pluvial. Nas épocas do “cedo” a área de cultivo é limitada pela temperatura (T° solo a 5 cm $\geq 16,0^{\circ}\text{C}$ e T° média ar $> 13,0^{\circ}\text{C}$), sendo que nas demais épocas o fator limitante é a precipitação pluvial, principal variável determinante das oscilações no rendimento de grãos do sorgo no Rio Grande do Sul. O trabalho foi elaborado com base na interação entre “disponibilidade hídrica \times períodos críticos de desenvolvimento” como o principal fator determinante de rendimento econômico da cultura do sorgo no estado. Foi calculado o balanço hídrico diário, considerando a duração do ciclo de cultivares de ciclo precoce e médio, com semeaduras entre setembro e janeiro para solos com CAD 35, 50 e 70mm. Após as simulações de balanço hídrico foram espacializados os ISNA (ETr/ETm), do subperíodo crítico floração-enchimento de grãos, definindo-se três classes, com frequência mínima de sucesso de 80%: favorável = ISNA $\geq 0,50$; intermediário = ISNA 0,40 a 0,50; desfavorável = ISNA $\leq 0,40$. Na espacialização dos ISNA considerou-se que municípios com mais de 20% de área favorável seriam incluídos na indicação de cultivo. A indicação de períodos de semeadura baseou-se exclusivamente no critério disponibilidade hídrica para o sorgo, o que não generaliza que todos os municípios do estado, incluídos nesse zoneamento, apresentem o mesmo potencial de rendimento, justificados principalmente pelas diferenças associadas com outras variáveis de solo e clima.

PALAVRAS-CHAVE: *Sorghum bicolor* (L.) Moench, balanço hídrico, risco climático, clima, zoneamento.

ZONING OF CLIMATIC RISK FOR SORGHUM IN RIO GRANDE DO SUL STATE, BRAZIL

ABSTRACT: The aim of this work was to evaluate areas for low climatic risk for sorghum in the Rio Grande do Sul State, Brazil. The temporal and regional variability of sorghum cultivated areas in the state was determinate by temperature and pluviometer precipitation. In “early” sowing, low temperature is the limitation factor of areas in the state (T° soil at 5 cm $\geq 16,0^{\circ}\text{C}$, and T° air mean $> 13,0^{\circ}\text{C}$). In others sowing dates, the pluviometer precipitation is

the principal determinant factor of grain yield oscillations in Rio Grande do Sul. The work was based on the interaction between “water availability \times critical developmental periods” as the main factor affecting the sorgho economic variability in the State. It was done through daily water balance calculations using typical development cycles of early and normal sorghum cultivars, sown in September to January. Was using the soil Available Water Capacity (AWC) fixed in 35, 50 and 70 mm. After running water balance simulations, the indexes of potential yield loss and relative evapotranspiration (ETr/ETm), for the period bloom-grain filling were plotted in maps, for classe with frequencies successful above 80%: ETr/ETm \geq 0,50 (desirable); ETr/ETm between 0,40 and 0,50 (intermediate); ETr/ETm \leq 0,40 (undesirable). Was considerate in the plotted maps that municipalities with 20% of favorable area, was included how indicated cultivate. The calendar of sowing is based solely in availability of water for the sorgho. It suggests that every municipality included in this zoning have the same yield potential. Its not very because are many other variables of soil an climate which are not accounted by this study.

KEY WORDS: *Shorgum bicolor* (L.) Moench, water balance, climatic risk, zoning, Brazil.

INTRODUÇÃO: O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é uma das espécies cultivadas mais versáteis e eficientes do ponto de vista fotossintético e em velocidade de maturação. É uma planta de origem tropical, de dias curtos e com alta taxa fotossintética, exigindo, por isso, um clima quente para poder expressar seu potencial de rendimento. A grande maioria dos materiais genéticos de sorgo requer temperaturas superiores a 21°C para um bom crescimento e desenvolvimento, não suportando, normalmente, temperaturas abaixo de 16°C, sendo que temperaturas superiores a 38°C também reduzem a produtividade (MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M., 2003). O sorgo é mais tolerante ao déficit hídrico (MENGEL & KIRKBY, 1978, citados por EMYGIO e TEIXEIRA, 2006) que a maioria dos outros cereais, mantendo-se dormente durante um período de estiagem, retornando o crescimento tão logo o déficit desapareça. Apesar desta resistência à estiagem, o sorgo é afetado por déficits hídricos, principalmente quando ocorrem em períodos críticos, como florescimento e enchimento de grãos. Em função dessa resistência ao déficit hídrico, é cultivado em áreas com menor disponibilidade hídrica, onde a produtividade de outros cereais é antieconômica. A adaptação dos cultivares de sorgo é relativamente boa numa amplitude que vai da latitude 30°N até a 30°S. Excetuando-se as áreas com altitudes elevadas, onde a temperatura é o principal fator que determina a época de semeadura, nas principais regiões produtoras do Brasil, as épocas de semeadura são estabelecidas em função da ocorrência e distribuição das chuvas. O consumo de água pelo sorgo varia de 380 a 600 mm (SANS et al, 2003), dependendo das condições meteorológicas e dos cultivares. É plantado no Brasil, desde solos heteromórficos das regiões arrozeiras do Rio Grande do Sul, em latossolos das regiões aluviais do Cerrado, a solos aluviais dos vales das regiões semi-áridas do Nordeste. A cultura não se adapta a solos com acidez elevada e alumínio tóxico presente. Em condições de temperaturas altas e bom suprimento hídrico, as variedades precoces de sorgo granífero levam de 90 a 110 dias para completarem seu ciclo, enquanto que variedades médias e tardias, de 110 a 130 dias. O rendimento final da cultura está intimamente ligado à duração do período de enchimento de grãos e da taxa de acúmulo de matéria seca, não devendo a planta, nesse período, sofrer restrição hídrica ou excesso térmico.

MATERIAIS E MÉTODOS: A identificação dos períodos favoráveis de semeadura para o cultivo do sorgo no Rio Grande do Sul foi realizada com base em cálculos de balanço hídrico

diário, considerando a interação entre local (clima) x ciclo do cultivar x período de semeadura x tipo de solo, através do uso de um SIG, utilizando os seguintes dados: precipitação pluviométrica diária; evapotranspiração potencial média decenal - estimada pelo método de Thornthwaite, em função da temperatura média calculada a partir de suas coordenadas geográficas e altitude; coeficiente de cultura (K_c) médio para períodos de dez dias, durante o ciclo fenológico da cultura. O ciclo dos cultivares de sorgo variam em função da época de semeadura e local, em média para atingir a maturação de 90 a 110 para cultivares precoces e 110 a 130 dias para cultivares médio/tardio. Desta maneira para as simulações de balanço hídrico foram considerados ciclos de 90 e 120 dias respectivamente (SANS, 2003, *apud*, JUNIOR, *et alii*, 2003). As simulações foram realizadas considerando-se semeaduras centradas nos dias 5, 15 e 25 de cada mês, entre setembro e janeiro. A reserva máxima utilizável de água foi estimada considerando-se uma profundidade efetiva das raízes de 50mm. Quanto a capacidade de água disponível (CAD), para as simulações do balanço hídrico três tipos de solos foram usados, com CAD de 35 mm, 50 mm e 70 mm, respectivamente solos Tipo1, Tipo 2 e Tipo 3, definidos em função de sua capacidade de armazenamento de água como: solo tipo 1 com baixa capacidade de armazenamento; solo Tipo 2 com média capacidade de armazenamento; e solo Tipo 3 com alta capacidade de armazenamento. Foram analisados doze períodos possíveis de plantio, com duração de dez dias cada um, entre os dias 21 de setembro e 20 de janeiro. O sistema de balanço hídrico estimou o atendimento hídrico no período crítico da cultura através do índice ISNA (E_{Tr}/E_{Tm}) (Índice de Satisfação das Necessidades de Água), para cada data de plantio, tipo de solo e ciclo do cultivar. Realizou-se a análise freqüencial para obter o valor de ISNA correspondente à freqüência de 80% de sucesso nos casos analisados. Esses valores foram georeferenciados com o uso de um SIG, visando à estimativa do índice ISNA para cada ponto da superfície do Estado do Rio Grande do Sul. Os mapas resultantes das simulações apresentam as seguintes classes de acordo com o ISNA obtido: área favorável: $ISNA \geq 0,50$; área intermediária: $ISNA 0,40$ a $0,50$; e área desfavorável: $ISNA < 0,40$. Na espacialização dos ISNA considerou-se que municípios com mais de 20% de área favorável seriam incluídos na indicação de cultivo. A seguir fez-se um teste de atendimento de restrição térmica quando o atendimento hídrico foi satisfatório, ou seja, quando $ISNA \geq 0,50$: temperatura mínima média durante a fase crítica igual ou superior a $13^{\circ}C$. Os valores da temperatura mínima média foram estimados a partir de modelos de regressão linear múltipla, em função da latitude, longitude e altitude das estações do DAEE (BRASIL, 2001). Como se trata de um modelo agroclimático, assumiu-se que não haverá limitações quanto à fertilidade e danos por pragas e doenças.

RESULTADOS E DISCUÇÃO: Os resultados demonstram a existência de variação na disponibilidade hídrica do Rio Grande do Sul para a cultura de sorgo, em conformidade com a época de semeadura, ciclo do cultivar e tipo de solo considerado. As áreas com maior disponibilidade hídrica no estado são as regiões do Planalto, Serra do Nordeste e Alto e Médio Vales do Uruguai (MACROZONEAMENTO, 1994). Os resultados indicaram ainda que, devido aos riscos por deficiência hídrica, existe variação na abrangência das áreas indicadas para semeadura nos períodos considerados (setembro a janeiro) e que esta variação depende tanto do ciclo dos cultivares quanto do tipo de solo local. Dessa maneira, refere-se que nem todos os municípios indicados para cultivo nos períodos (setembro a janeiro) apresentam o mesmo potencial de produtividade, tendo ainda que se ponderar que na espacialização dos ISNA considerou-se que municípios com mais de 20% de área favorável seriam incluídos na indicação de cultivo. A indicação dos períodos favoráveis de semeadura, nesse trabalho, obedece a critérios para indicação sob ponto de vista hídrico, exclusivamente, já que as áreas que apresentavam limitações por baixas temperaturas (riscos de geadas) foram

antecipadamente caracterizadas e posteriormente excluídas da indicação para semeadura. A interação entre períodos de semeadura x ciclo dos cultivares x tipo de solo (CAD), originou 72 mapas com indicação de áreas com minimização de riscos por deficiência hídrica no estado, durante a fase de desenvolvimento dessa cultura considerada mais crítica – floração-enchimento de grãos, considerada uma frequência de 80 % de sucesso, isto é 8 anos em cada 10. Cada mapa indica, num período de dez dias, os municípios do estado onde os riscos por deficiência hídrica são menores, para cada cultivar e para cada tipo de solo. Na Figuras 1 são apresentados exemplos desses mapas. A Tabela 1 é exemplo de indicação dos períodos favoráveis de semeadura por tipo de solo e município no Estado do Rio Grande do Sul. Para o uso adequado desse zoneamento cabe correta definição do ciclo do cultivar, em conformidade com a época de semeadura e os tipos de solo local.

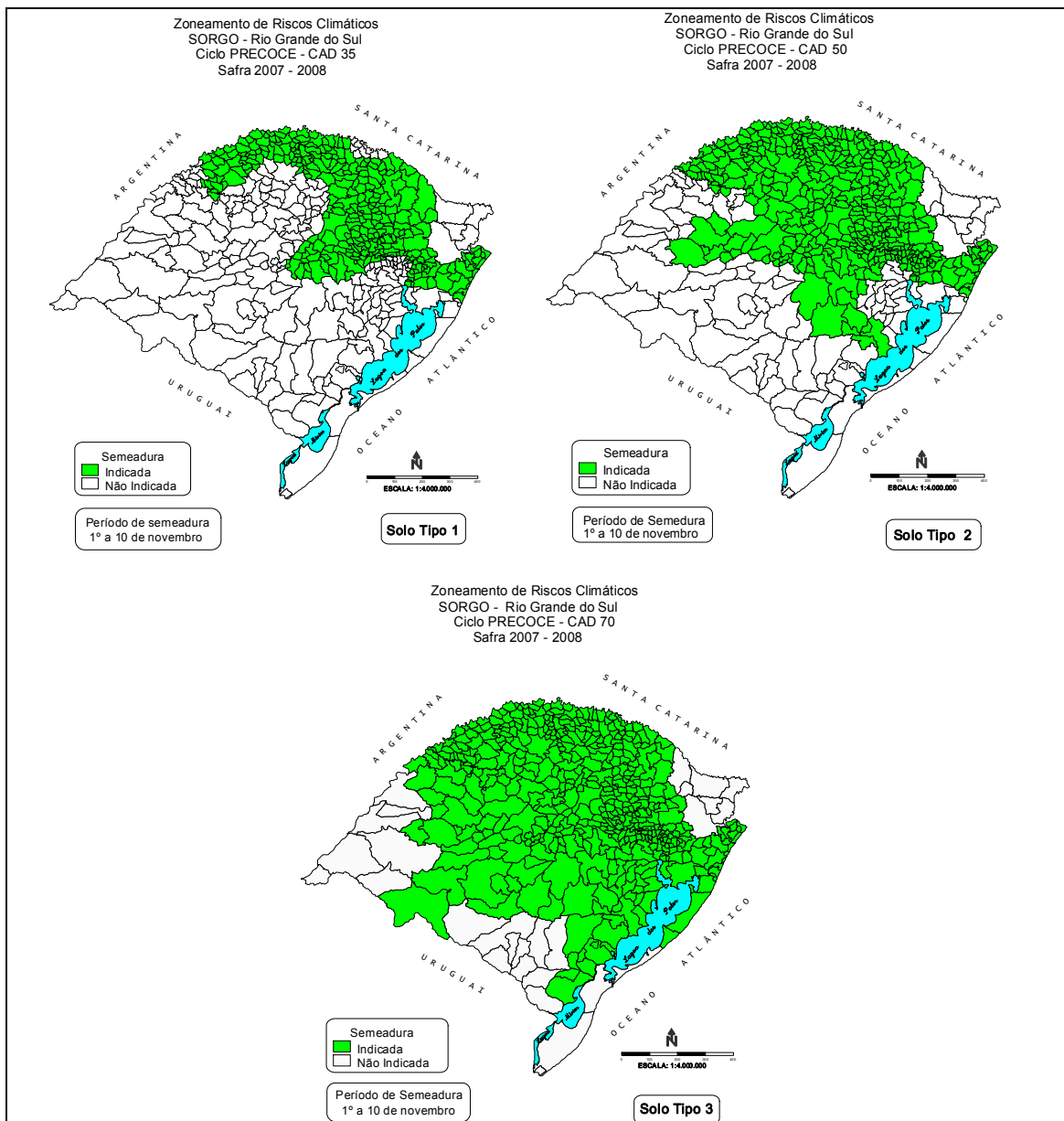


Figura 1. Municípios indicados para semeadura de sorgo precoce no período de semeadura de 1º a 10 de novembro, para solos Tipo 1, 2 e 3, no Estado do Rio Grande do Sul.

Tabela 1. Indicação de períodos favoráveis de semeadura para cultura de Sorgo granífero, ciclo precoce, no Estado do Rio Grande do Sul, safra 2007-2008.

Municípios Tipo de Solo ⇒	Períodos de Semeadura		
	1	2	3
Aceguá	NI	34 a 1	27 + 32 a 1
Água Santa	27 a 2	27 a 2	27 a 2
Agudo	31 a 2	31 a 2	27 a 2
Ajuricaba	32 a 2	27 a 2	27 a 2
Alecrim	29 a 2	27 a 2	27 a 2
Alegrete	2	33 a 2	27 + 32 a 2

NI = Não indicado o cultivo.

CONCLUSÕES: 1. No Rio Grande do Sul existem áreas aptas para cultivo de sorgo, e a amplitude dessas áreas varia com a época de semeadura. 2. Nas épocas de semeadura do cedo (setembro) o risco climático mais significativo são as baixas temperaturas das regiões mais frias do estado. 3. Nas demais épocas de semeadura o risco climático limitante é a deficiência hídrica, que pode ocorrer em todo o estado, variando seu grau de intensidade nas diversas regiões e épocas de semeadura..

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria da Comissão Especial de Recursos. Coordenação nacional do Zoneamento Agrícola. Zoneamento Agrícola – Safra 2001/2002. Brasil. Brasília: MA/CER/Coordenação Nacional do Zoneamento Agrícola, 2002. 295p.
- EMYGDIO, B. M.; TEIXEIRA, M. C. C. (org). Indicações Técnicas para a cultura de milho e sorgo no Rio Grande do Sul – 2006/2007. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 184 p. 51º Reunião Técnica Anual de Milho e 34º Reunião Técnica Anual de Sorgo.
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. Ecofisiologia da Produção de Sorgo. Sete Lagoas – MG. Embrapa Milho e Sorgo, Novembro 2003, 4p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 87).
- MACROZONEAMENTO Agroecológico e Econômico do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 1994. V. I. Publicação conjunta com o Centro Nacional de Pesquisa de Trigo.
- SANS, 2003, *apud* JUNIOR, J. Z., PINTO, H.S., ASSAD, E.D. Zoneamento de risco climático para a cultura do sorgo granífero em São Paulo. XIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Santa Maria, RS, p. 451-452, 2003;
- SANS, L. M. A.; MORAES, A. V. C.; GUIMARÃES, D. P. Época de plantio de Sorgo. Sete Lagoas – MG. Embrapa Milho e Sorgo, Novembro 2003, 4p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 80).