

ZONEAMENTO DE RISCOS CLIMÁTICOS PARA A CULTURA DE TRIGO NO RIO GRANDE DO SUL

GILBERTO ROCCA DA CUNHA¹, JOÃO CARLOS HAAS², EDUARDO DELGADO ASSAD³

RESUMO – A variabilidade climática constitui-se em fator de risco à atividade agrícola. No sul do Brasil destacam-se, como principais riscos climáticos à cultura de trigo, as geadas no período da antese e os excessos de chuva no momento da colheita. Com base nisto, este estudo de zoneamento de riscos climáticos envolveu a integração de técnicas de modelagem e simulação de culturas, e ferramentas de geoprocessamento para indicar as áreas com menores chances de riscos à cultura de trigo no Rio Grande do Sul, conforme a época de semeadura. Assim, pela análise das cartas de riscos, constatou-se que há variabilidade, em termos de níveis de riscos climáticos à triticultura gaúcha, dependendo da região do Estado e da época de semeadura. Através do cruzamento das cartas de riscos de geada, na floração, e de excesso de chuva, no momento de colheita, foi possível definir, para cada local do Estado, períodos para a semeadura de trigo em que os níveis de riscos, em 80% dos anos, ficassem abaixo da situação de alto risco e fossem minimizados.

Palavras-chave: zoneamento agrícola, época de semeadura, geada, chuva, modelagem e simulação, geoprocessamento, *Triticum aestivum* L.

ZONING OF CLIMATIC RISKS FOR WHEAT IN RIO GRANDE DO SUL, SOUTHERN BRAZIL

ABSTRACT – The climatic variability is a risk factor to agricultural activities. In Southern Brazil the main climatic risks for wheat production are frost at anthesis and excess rainfall at harvest time. This study of climatic risks zoning integrates techniques of crop modeling and simulation with geoprocessing tools in order to indicate the areas with lower risks for wheat crop in Rio Grande do Sul, for each sowing period. The analysis of the risk maps shows that there is variability of climatic risks for wheat growing in the State, according to the region and sowing period. The combination risk of frost at anthesis with risk of excess rainfall at harvest was used to define, for each County, the wheat sowing period of minimum risk, where the risk of losses, due to the climatic factors studied, remained below the high risk range in 80% of the years.

Key words: agricultural zoning, sowing period, frost, rainfall, modeling and simulation, geoprocessing, *Triticum aestivum* L.

INTRODUÇÃO

A variabilidade climática – espacial e temporal – é um dos principais determinantes de incertezas na atividade agrícola. Neste particular, a cultura do trigo, apesar da sua adaptação a regiões climaticamente muito diferentes em nível mundial (PASCALE, 1974), tem o seu rendimento afetado, tanto em quantidade como em qualidade, pelas variações meteorológicas durante a estação de crescimento.

No Brasil, como adversidades climáticas para a cultura de trigo, citam-se desde geadas, umidade relativa do ar alta e excesso de chuvas na colheita, a situações opostas, como temperatura do ar elevada e ocorrência de deficiência hídrica, dependendo da região (MOTA, 1989).

Em termos de riscos climáticos para a cultura de trigo no sul do Brasil destacam-se, como principais, a ocorrência de geada, em particular na floração (antese), e o excesso de chuva por ocasião da colheita. Segundo SCHEEREN (1982), a geada causa a queima de folhas, o estrangulamento dos colmos e, atingindo os primórdios florais,

impede a formação de grãos. Por sua vez, o excesso de chuvas no período de maturação e de colheita, além de diminuir o rendimento (LUZ, 1982) afeta negativamente as características de qualidade dos grãos (GUARIENTI, 1996; MANDARINO, 1993).

Danos por geadas em trigo, no Brasil, foram amplamente discutidos por WENDT e TEIXEIRA (1989), principalmente, quando ocorrem por ocasião do espigamento. Destacam que temperaturas menores ou iguais a -3°C podem ser letais à espiga de trigo. Também salientam que, abaixo de -2°C , embora não necessariamente haja danos nos tecidos vegetativos, esta temperatura é letal aos órgãos reprodutivos.

Prejuízos na cultura de trigo, particularmente qualitativos, são determinados por excesso de chuva no período de colheita. BELDEROK (1968) e SCHRÖDTER e GRAHL (1974) destacam o risco de germinação na espiga em trigo, decorrente de chuvas no período de colheita, desde que tenha havido a quebra de dormência dos grãos, por efeitos térmicos, durante a fase de enchimento dos grãos.

1. Pesquisador – Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, 99001-970 Passo Fundo, RS. Bolsista do CNPq.

2. Pesquisador – Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, 99001-970 Passo Fundo, RS.

3. Pesquisador – Embrapa Cerrados, Caixa Postal 8223, 73301-970 Planaltina, DF.

Recebido para publicação em 02/03/1998.

Atualmente, o desenvolvimento alcançado na área da informática aplicada à agricultura e o conhecimento da fisiologia da produção têm proporcionado o surgimento de modelos de simulação do crescimento e desenvolvimento de culturas, que se destacam pelo potencial de ligação a sistemas de suporte à tomada de decisões na agricultura e possibilitam definir os riscos e as conseqüências entre alternativas. Um exemplo, amplamente citado sobre a aplicação do enfoque sistêmico na pesquisa agropecuária, via técnicas de modelagem e simulação, tem sido o projeto IBSNAT (UEHARA e TSUJI, 1998), que resultou no desenvolvimento do sistema DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer), descrito em JONES et al. (1998). O potencial desse tipo de ferramenta na indicação de práticas de manejo de culturas, que reduzam os riscos para níveis considerados aceitáveis, é destacado e exemplificado por JAME e CUTFORTH (1996).

O desenvolvimento de sistemas de suporte à tomada de decisões na agricultura, via aplicativos para microcomputadores pessoais, envolvendo clima, pode ser encontrado nos programas ClimProb (MEYER et al., 1996), TACT (ABRECHT e ROBINSON, 1996), SELECT (LAUER, 1995) e ZonTrigo (CUNHA et al., 1998), entre outros.

Para o Rio Grande do Sul, em termos de trabalhos de zoneamento agroclimático para a cultura de trigo, destacam-se o de MOTA et al. (1968), particularizado à região do Planalto Rio-grandense, e o de MOTA et al. (1974), para todo o Estado. Esses estudos definem a aptidão para a cultura de trigo sem especificar, quantitativamente, os níveis de risco à triticultura gaúcha, conforme a época de semeadura escolhida.

Assim, no contexto do projeto "Redução dos Riscos Climáticos na Agricultura" do Ministério da Agricultura e do Abastecimento, este zoneamento de riscos climáticos para a cultura de trigo no Rio Grande do Sul avaliou a variabilidade climática nas diferentes regiões do Estado, visando definir, para cada local, o período de semeadura de menor risco de natureza climática, especificamente, com relação à ocorrência de geadas no período de floração e ao excesso de chuva por ocasião da colheita.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados, de forma integrada, modelos de simulação de crescimento e desenvolvimento de culturas – DSSAT: CERES-Wheat – (TSUJI et al, 1994) e técnicas de geoprocessamento (SGI-INPE), para a espacialização dos índices de zoneamento e mapeamento final.

Definiram-se, como riscos climáticos à cultura de trigo, no Rio Grande do Sul, a ocorrência de

geada no período de espigamento (período crítico de 15 dias: 10 dias antes da antese e 5 dias após esse estágio) e o excesso de chuva por ocasião da colheita (período crítico de 15 dias: intervalo entre o estágio de maturação fisiológica e 15 dias após).

ÍNDICE DE RISCO DE GEADA (IG) – baseado na frequência de ocorrência, no período crítico, de faixas de temperaturas mínimas absolutas (T_m) registradas em abrigo meteorológico, com a seguinte ponderação:

- 1) T_m entre 2° e 0° C, peso 1
- 2) T_m entre 0° e -2° C, peso 2
- 3) T_m abaixo de -2° C, peso 3

$$IG = 1 (f_1) + 2 (f_2) + 3 (f_3),$$

sendo f_1 , f_2 e f_3 a frequência (%) de ocorrência de T_m , nas respectivas faixas acima descritas.

ÍNDICE DE RISCO DE EXCESSO DE CHUVA NA COLHEITA (IC) – definido como problema, a ocorrência, no período crítico, de forma isolada ou combinada, das seguintes situações:

- 1) chuva entre 75-150 mm e mais de 10 dias com chuva
- 2) chuva maior do que 150 mm e mais de 5 dias com chuva

IC = frequência (%) de ocorrência das condições especificadas.

Para 36 localidades do Estado, com séries históricas de observações meteorológicas diárias, entre 20 e 30 anos (Rede do INMET – 8° DISME e FEPAGRO – RS), foram analisadas simulações matemáticas de desenvolvimento da cultura de trigo geradas com o modelo CERES-Wheat, considerando-se semeaduras entre abril e agosto. Como representativos de semeaduras no primeiro, segundo e terceiro decêndios de cada mês, foram especificados os dias 5, 15 e 25, respectivamente.

Considerou-se, como objeto de busca de escape, em função do período de semeadura, as condições de $IG > 60$ e $IC > 20$, ou seja, situação de alto risco ocorrendo em 20 % dos anos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A semeadura de trigo, no Rio Grande do Sul, dá-se entre maio e julho, dependendo da região, começando pela parte mais quente do Estado, fronteira noroeste, e terminando na região mais fria, Campos de Cima da Serra.

Os dois riscos climáticos considerados neste estudo – geada na floração e excesso de chuva na colheita – apresentam magnitudes diferentes em nível regional, dependendo da época de semeadura, conforme ilustram as Figuras 1, 2 e 3, para semeaduras de trigo em maio, junho e julho, respecti-

vamente. Na Figura 1 (semeaduras em maio) constata-se que os riscos de geada na floração são altos (maiores que 20 %) em duas regiões, particularmente, quando feitas no começo de maio, em especial no nordeste do Estado (Campos de Cima da Serra e Planalto Médio) e sudeste do Estado (Campanha, região de fronteira com o Uruguai e com a Argentina). Gradativamente, com as semeaduras a partir de meados de maio, os riscos de geada na floração diminuem sua abrangência, permanecendo ainda altos nas regiões citadas. Na Figura 2 (semeaduras em junho), os riscos de geada na floração, considerados altos (maiores que 20 %), diminuem ainda mais a sua zona de abrangência, tornando-se bastante restrito para as semeaduras de julho, quando desaparecem a partir de meados de maio (Figura 3).

De modo geral, para os riscos de chuva na colheita, observa-se, nas Figuras 1, 2 e 3 (parte à

direita), que as chances de se ter problema na época de colheita são maiores na metade norte do Estado. Isto, porque chove mais na parte norte do Rio Grande do Sul (BERLATO, 1992), quando, na primavera, passam a atuar os complexos de mesoescala que se formam no Paraguai e se deslocam para o sul, atingindo com chuvas de grande intensidade a região da fronteira noroeste do Estado.

Através do cruzamento das cartas de risco de geada na floração e de excesso de chuva no período que precede à colheita, foi possível definir, para cada local do Estado, períodos para a semeadura de trigo em que os níveis de risco, em 80 % dos anos, ficassem abaixo da situação de alto risco e fossem minimizados, conforme constam na Tabela 1 e Figura 4. Esses resultados integraram as recomendações da Comissão Sul-brasileira de Pesquisa de Trigo, safras de 1996, de 1997 e de 1998 (REUNIÃO, 1996, 1997 e 1998), podendo, também, ser encontrados em CUNHA e HAAS (1996).

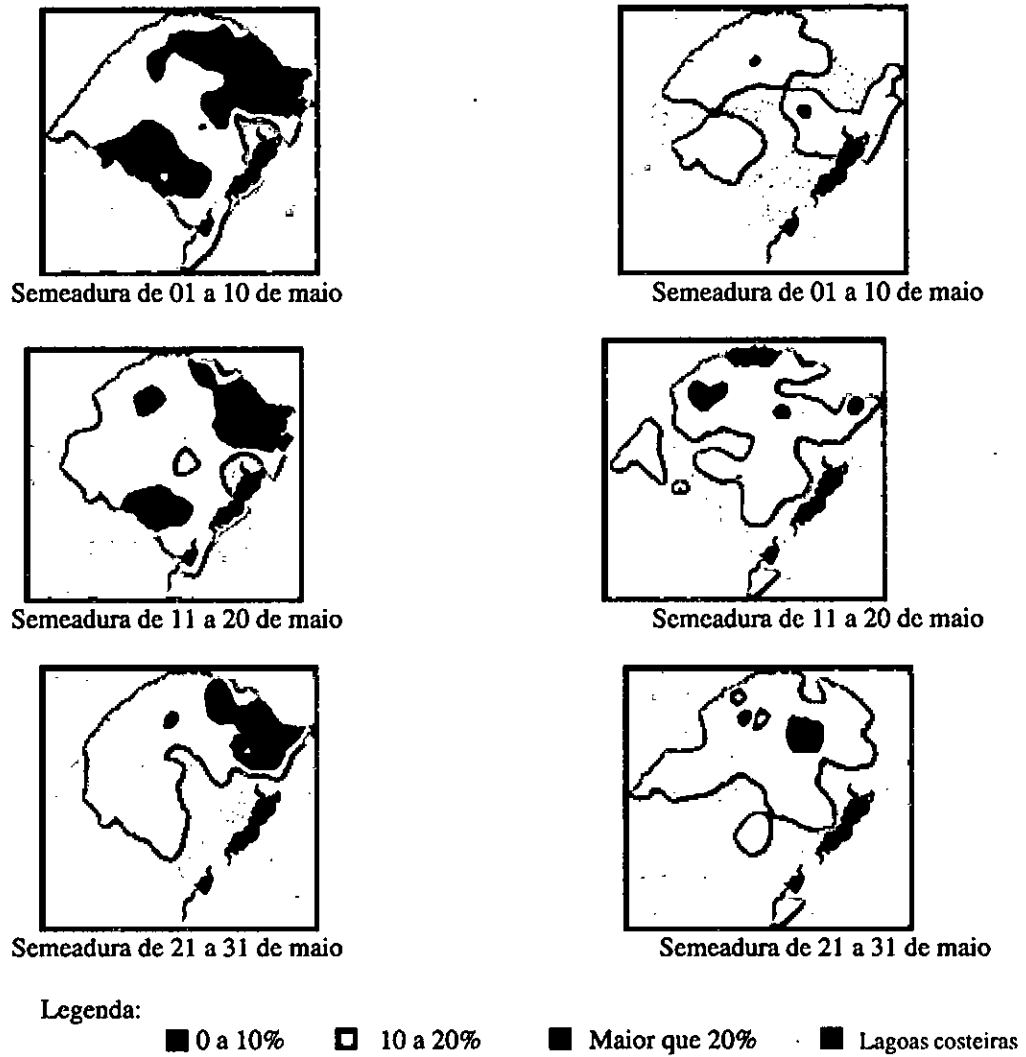
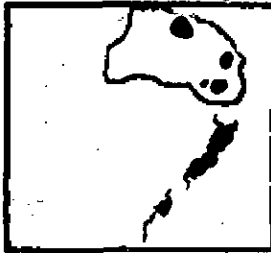


FIGURA 1 – Cartas de risco de geada na floração (esquerda) e de risco de excesso de chuva na colheita (direita) para a cultura do trigo no Rio Grande do Sul. Semeaduras em maio

Risco de Geadas na Floração



Semeadura de 01 a 10 de junho



Semeadura de 11 a 20 de junho



Semeadura de 21 a 30 de junho

Risco de Excesso de Chuva na Colheita



Semeadura de 01 a 10 de junho



Semeadura de 11 a 20 de junho



Semeadura de 21 a 30 de junho

Legenda:

■ 0 a 10%

■ 10 a 20%

■ Maior que 20%

■ Lagoas costeiras

FIGURA 2 – Cartas de risco de geada na floração (esquerda) e de risco de excesso de chuva na colheita (direita) para a cultura de trigo no Rio Grande do Sul. Semeaduras em junho

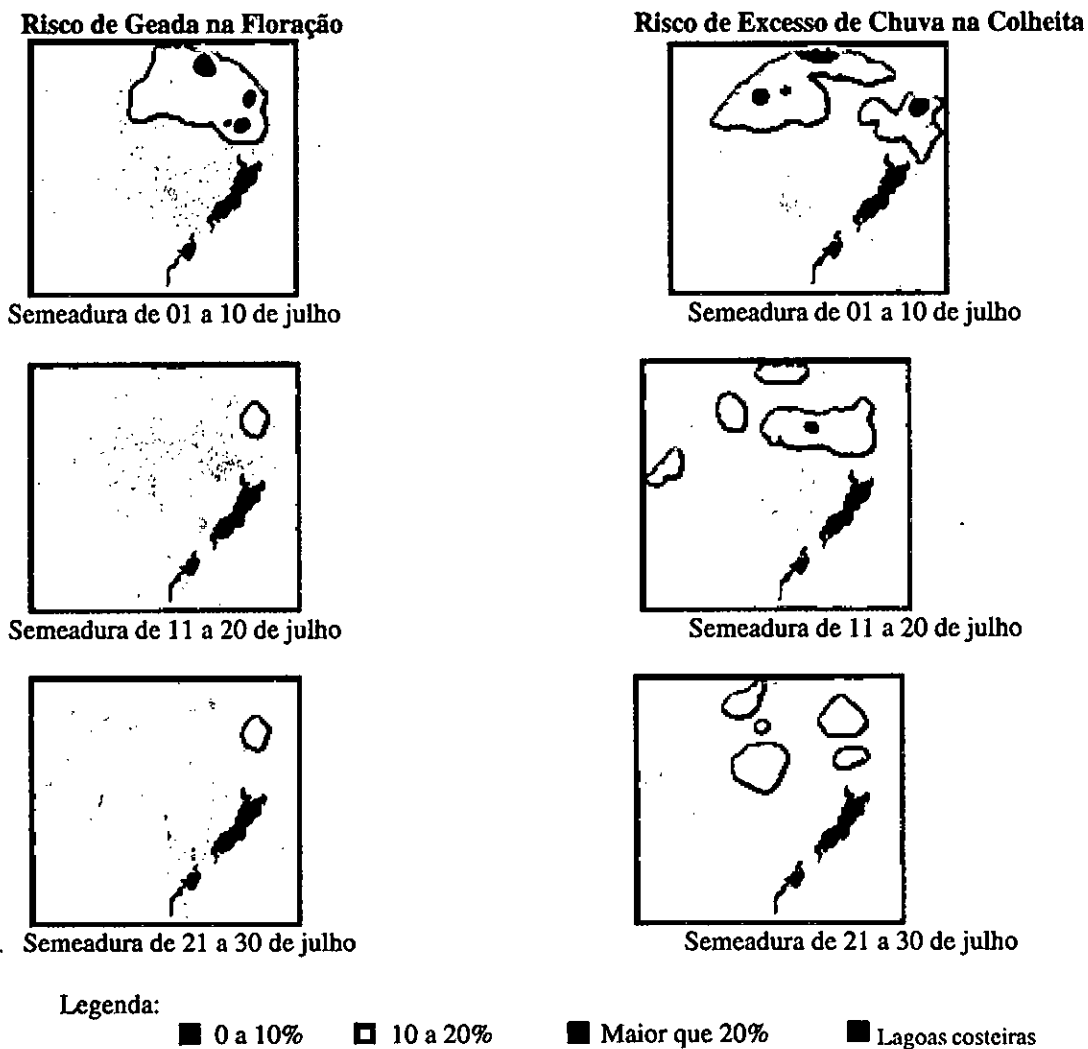


FIGURA 3 – Cartas de risco de geada na floração (esquerda) e de risco de excesso de chuva na colheita (direita) para a cultura de trigo no Rio Grande do Sul. Semeaduras em julho

TABELA 1 – Períodos de semeadura para a cultura de trigo no Rio Grande do Sul, com base no zoneamento de riscos climáticos (escapa em 80% dos anos dos riscos de geada na floração e de excesso de chuva no período de colheita)

Zona	Período de semeadura
1	01 de maio a 10 de junho
2	11 de maio a 20 de junho
3	21 de maio a 30 de junho
4	01 de junho a 10 de julho
5	11 de junho a 20 de julho
6	21 de junho a 31 de julho
7	Não recomendado

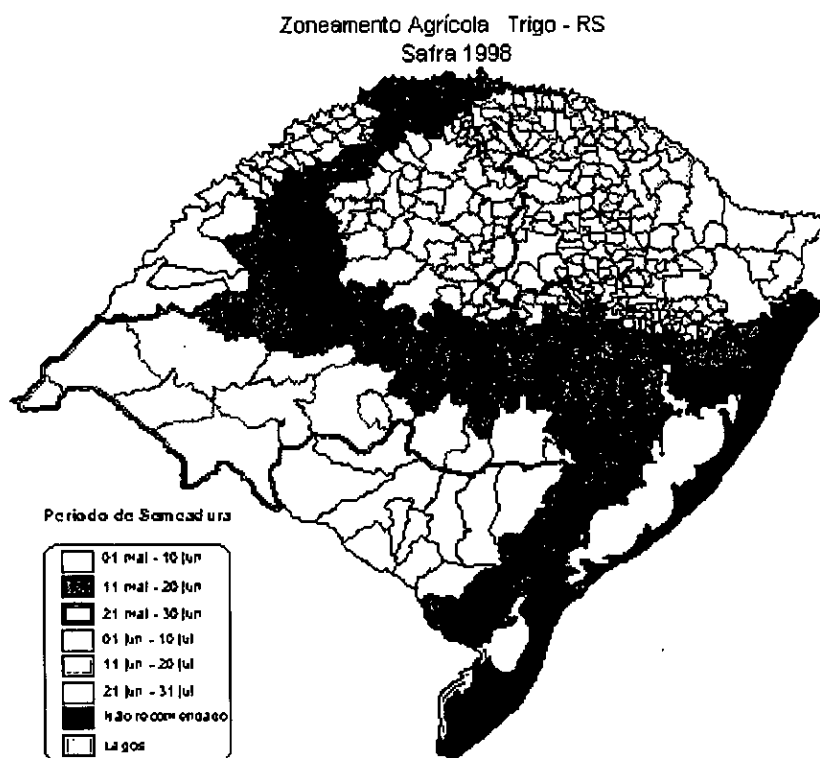


FIGURA 4 – Períodos de semeadura para a cultura do trigo no Rio Grande do Sul, com base no zoneamento de riscos climáticos (escape em 80% dos anos dos riscos de geada na floração e de excesso de chuva no período da colheita)

CONCLUSÃO

Os riscos de natureza climática à cultura de trigo, no Rio Grande do Sul, variam nas diferentes regiões, conforme o período de semeadura.

BIBLIOGRAFIA CITADA

ABRECHT, D.G.; ROBINSON, S.D. TACT: a tactical decision aid using a CERES based wheat simulation model. *Ecological Modelling*, Amsterdam, v.86, p.241-244, 1996.
 BELDEROK, B. Seed dormancy problems in cereals. *Field Crop Abstracts*, Wallingford, v.21, n.3, p.203-211, 1968.

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. et al. (Eds.) *Agrometeorologia aplicada à irrigação*. Porto Alegre: UFRGS, 1992. Cap.1, p.11-24.
 CUNHA, G.R.; HAAS, J.C. *Recomendação de épocas de semeadura de trigo para o estado do Rio Grande do Sul, safra 1996*. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1996. 24p. (Documentos, 26)
 CUNHA, G.R. da; HAAS, J.C.; MOREIRA, M.B.; ASSAD, E.D. Sistema de zoneamento de riscos climáticos para a cultura de trigo no Brasil (ZonTrigo v.1.0). *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.6, n.1, p.125-132, jan./jun., 1998.
 GUARIENTI, E.M. *Qualidade industrial de trigo*. 2.ed. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1993. 36p. (Documentos, 27)

- JAME, Y.W.; CUTFORTH, H.W. Crop growth models for decision support systems. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, v.76, n.1, p. 9-19, 1996.
- JONES, J. W.; TSUJI, G. Y.; HOOGENBOOM, G.; et al. Decision support system for agrotechnology transfer. In: TSUJI, G. Y.; HOOGENBOOM, G.; THORNTON, P.K. **Understanding options for agricultural production**. London: Kluwer, 1998. p.157-177.
- LAUER, J. G. SELECT: Crop variety selection software for microcomputers. *Journal of Production Agriculture*, Madison, v.8, n.3, p.433-437, 1995.
- LUZ, W.C. Efeito da precipitação pluviométrica no rendimento de duas cultivares de trigo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 17, n. 3, p. 351-354, 1982.
- MANDARINO, J.M.G. **Aspectos importantes para a qualidade do trigo**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1993. 32p. (Documentos, 60)
- MEYER, S.J.; AMERI, S.A.; HUBBARD, K.G. ClimProb: Software for assisting climate-related decisionmaking. *Journal of Production Agriculture*, Madison, v.9, n.3, p. 352-358, 1996.
- MOTA, F.S. da (Ed.) **Agrometeorologia do trigo no Brasil**. Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1989. 122p.
- 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: EMBRAPA/IPEAS, 1974. 122p. (Circular, 50)
- MOTA, F.S. da; GOEDERT, C.O.; LOPES, N.F.; GARCEZ, J.R.B.; GOMES, A. da S. **Zoneamento da região do planalto gaúcho para a cultura do trigo**. Pelotas: IPEAS, 1968. 39 p.
- PASCALE, A.J. Design of agrometeorological field experiments. In: WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION SYMPOSIUM, 1973, Braunschweig. **Agrometeorology of the wheat crop. Proceedings...** Offenbach: WMO, 1974. p.74-102.
- REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 28., 1996, Passo Fundo. **Recomendações...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1996, 76p.
- REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 29., 1997, Porto Alegre. **Recomendações...** Porto Alegre: CSBPT, 1997. 82p.
- REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 30., 1998, Chapecó. **Recomendações...** Chapecó: Epagri, 1998. 82p.
- SCHEEREN, P.L. Danos de geada em trigo: avaliação preliminar de cultivares. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.17, n.6, p.853-858, 1982.
- SCHRÖDTER, H.; GRAHL, A. Meteorological model for determining the extent of sprouting of wheat. In: WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION SYMPOSIUM, 1973, Braunschweig. **Agrometeorology of the wheat crop. Proceedings...** Offenbach: WMO, 1974. p.185-195.
- TSUJI, G.Y.; UEHARA, G.; BALAS, S. (Eds.). **DSSAT: a decision support system for agrotechnology transfer version 3.0**. Honolulu-HI: University of Hawaii, 1994. 3 v.
- UEHARA, G.; TSUJI, G. Y. Overview of IBSNAT. In: TSUJI, G. Y.; HOOGENBOOM, G.; THORNTON, P.K. (Ed.) **Understanding options for agricultural production**. London: Kluwer, 1998. p.1-7.
- WENDT, W.; TEIXEIRA, J. B. As geadas e o trigo no Brasil. In: MOTA, F.S. da (Ed.) **Agrometeorologia do trigo no Brasil**. Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1989. p.65-74.