

Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 121-124, 1998.

Recebido para publicação em 09/10/97. Aprovado em 14/05/98.

ISSN 0104-1347

INFLUÊNCIA DO CLIMA SOBRE O RENDIMENTO DO TRIGO NO RIO GRANDE DO SUL

INFLUENCE OF CLIMATE ON WHEAT YIELDS IN RIO GRANDE DO SUL STATE, BRAZIL

Fernando Silveira da Mota¹

RESUMO

O trabalho objetivou determinar os elementos agrometeorológicos estatisticamente correlacionados com os rendimentos médios do trigo no Rio Grande do Sul, no período 1986/95. Foi utilizado o método de análise de regressão linear múltipla e correlação parcial. Os resultados mostraram que os seguintes elementos agrometeorológicos foram significativamente correlacionados com os rendimentos: duração do período de molhamento das folhas no mês de outubro, insolação total e danos por geadas no mês de setembro e número de dias de precipitação pluviométrica no mês de novembro, apresentando um coeficiente de determinação de 0,94.

Palavras-chave: trigo, clima, Rio Grande do Sul, Brasil

SUMMARY

An statistical analysis for the recent period 1986-95 shows that wheat yields in Rio Grande do Sul state, Brazil, are significantly correlated with the following meteorological elements: leaf - wetness duration in October; sunshine in September; frost damage in September and the number of rainy days in November. The determination coefficient of the multiple regression equation between those meteorological elements and yields was 0.94.

¹Eng^o Agr^o, M.Sc. em Climatologia Agrícola, Livre Docente, Doutor em Ciências, Prof. Titular, (aposentado), UFPel, Pesquisador I A - CNPq, Caixa Postal 49, 96010-970, Pelotas, RS

Key words: wheat, climate, Rio Grande do Sul, Brazil

INTRODUÇÃO

O rendimento médio da cultura do trigo no Rio Grande do Sul, no período 1986-1995, foi de 1500kg/ha, bem superior ao da década anterior (1976/85) que foi de apenas 850kg/ha, segundo o ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL (1986-1995).

A utilização de novas tecnologias foi responsável por este grande aumento (novas cultivares, rotação de culturas, tratamentos estratégicos com fungicidas, introdução de inimigos naturais dos pulgões).

Entretanto as condições meteorológicas continuaram a ser importantes na determinação dos rendimentos médios, os quais, nos anos favoráveis chegaram a 1.850kg/ha (1992) e nos anos desfavoráveis baixaram para 1.106kg/ha (1991). Os rendimentos citados anteriormente foram obtidos no ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL (1986-1995), publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

No trigo, a resistência às geadas é pequena após a mudança fisiológica para a iniciação da inflorescência e emissão da espiga (PAULSEN, 1968). Segundo SHEEREN (1982), além da queima das folhas e estrangulamento dos colmos, o mais grave dano que a geada causa ao trigo é atingindo nos primórdios frutíferos, impedindo a formação do grão. Para o Rio Grande do Sul, foi estabelecido um índice agroclimático do dano causado por geadas, de acordo com a temperatura mínima absoluta registrada no abrigo meteorológico durante o principal mês do período reprodutivo (setembro) (MOTA, 1982).

De acordo com PENDLETON & WEIBEL (1965) a luz é crítica durante o espigamento e sua falta, mesmo durante períodos curtos, resulta em redução do rendimento.

As precipitações elevadas durante a época de maturação e colheita determinam a diminuição do rendimento e do peso do hectolitro (SILVA, 1971; LUZ, 1982).

Nas condições de clima úmido de primavera do Rio Grande do Sul, a duração do período de molhamento das folhas é de grande importância na incidência de diversas doenças e pode determinar decréscimos no rendimento do trigo. A duração do período de molhamento tem alta correlação estatística com o número de horas com umidade relativa acima de 90% (SMITH, 1956). Esta correlação foi confirmada para as condições do Rio Grande do Sul (MOTA & AGENDES, 1981). Por outro lado, o rendimento do trigo no município de Passo Fundo apresentou correlação

linear altamente significativa ($R^2 = 0,83$) com o número de horas com umidade relativa acima de 90 % no mês de outubro (MOTA, 1982).

É finalidade deste trabalho verificar se os elementos agrometeorológicos citados anteriormente estão estatisticamente correlacionados com os rendimentos médios do trigo no Rio Grande do Sul, na década 1986/95.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os rendimentos do trigo no Rio Grande do Sul, divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 1986-1995.

Segundo a literatura (BAYER, 1983; ROBERTSON, 1974), poucas estações meteorológicas são necessárias neste tipo de pesquisa, porque os elementos meteorológicos principais são conservativos em grandes áreas. A experiência anterior (MOTA et al., 1983) mostrou que a Estação Climatológica de São Luiz Gonzaga é uma ótima estação monitora para estudos da influência do clima sobre o rendimento dos cereais de sequeiro das regiões das Missões e Planalto do Estado do Rio Grande do Sul. Como uma estação climatológica indica o macroclima de uma região, a amostra dos dados dos rendimentos deve ser também de uma ampla região; desta forma, os modelos agroclimáticos para explicar os rendimentos somente são aplicáveis para estimar rendimentos de grandes áreas e portanto não podem ser utilizados para estimar rendimentos de microregiões ou municípios. Assim, foram utilizados os dados meteorológicos mensais da estação de São Luiz Gonzaga pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia. As falhas de observação de São Luiz Gonzaga foram completadas com dados das estações de Ijuí ou Santo Ângelo, ambas da Fundação Estadual De Pesquisa Agropecuária.

Foram determinados os seguintes índices agrometeorológicos:

–duração do período de molhamento de folhas a partir da umidade relativa do ar média mensal dos meses de junho a novembro, utilizando a equação de regressão;

$$Y = 12,10 x - 665,03$$

onde x é a umidade relativa média mensal.

–índice de dano por geadas nos meses de agosto a outubro, de acordo com o seguinte critério (MOTA, 1982):

Temperatura mínima absoluta mensal

$$< 0,0^{\circ}\text{C} = 3$$

$$0,0 \text{ a } 0,6^{\circ}\text{C} = 2$$

$$0,7 \text{ a } 1,0^{\circ}\text{C} = 1$$

$$> 1,0^{\circ}\text{C} = 0$$

–insolação total mensal (horas) nos meses de agosto a novembro;

–precipitação total nos meses de junho a novembro; e

–número de dias de precipitação pluviométrica na maturação e colheita, meses de outubro e novembro.

Foram determinados os coeficientes de correlação parcial entre o rendimento e cada um dos parâmetros citados, ajustados para os demais parâmetros, bem como a regressão linear múltipla entre o rendimento e os parâmetros cujos coeficientes de correlação parcial foram superiores a 0,85, altamente significativos. Foi, ainda, verificada a existência ou não de tendência dos rendimentos no período considerado. A Tabela 1 apresenta os valores de rendimento e elementos agrometeorológicos utilizados nas análises estatísticas realizadas com a finalidade de obter estimativas dos rendimentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os seguintes parâmetros apresentam coeficientes de correlação parcial (r) altamente significativos e superiores a 0,85:

–rendimento e duração do período de molhamento de folhas no mês de outubro: $r = - 0,92$

–rendimento e insolação total no mês de setembro: $r = 0,93$

–rendimento e índice de dano por geadas no mês de setembro: $r = - 0,89$

–rendimento e número de dias com precipitação pluviométrica em novembro: $r = 0,86$

A tendência dos rendimentos não foi estatisticamente significativa, motivo pelo qual não foi incluída na análise de regressão linear múltipla.

Todos os parâmetros incluídos na regressão foram altamente significativos.

Os resultados mostraram que o rendimento do trigo pode ser estimado com a seguinte equação de regressão linear múltipla cuja análise da variação confirmou que todas as variáveis independentes nela incluídas são altamente significativas:

$$Y = 630,93 - 3,73 x_1 + 6,57 x_2 - 162,63 x_3 + + 56,04 x_4$$

onde Y é o rendimento médio do trigo no Rio Grande do Sul em um determinado ano do período 1986/95, x_1 a duração (horas) do período de molhamento das folhas no mês de outubro, x_2 a insolação total (horas) em setembro, x_3 o índice de danos por geada em setembro e x_4 o número de dias de precipitação pluviométrica em novembro.

Tabela 1. Rendimento do trigo obtido no Rio Grande do Sul (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 1986-1995) e elementos agrometeorológicos correlacionados com o mesmo. Período 1986/95

Ano da colheita	Rendimento kg/ha	Elementos agrometeorológicos			
		Duração do período de molhamento de folhas em outubro (h)	Insolação em setembro (h)	Índice de dano por geadas em setembro	Nº de dias de precipitação pluviométrica em novembro
1986	1510	115	169	3	13
1987	1786	127	163	0	10
1988	1527	31	104	0	5
1989	1808	103	182	0	7
1990	1182	223	139	2	13
1991	1106	127	129	0	4
1992	1850	163	196	0	8
1993	1533	187	148	0	12
1994	1456	187	156	0	9
1995	1238	67	106	0	2

Na Tabela 2 apresenta-se os valores de rendimentos observados bem como os estimados pela regressão e seus limites de confiança com 95 % de probabilidade e resíduos.

Os resultados apresentam concordância com os dados encontrados na literatura (LUZ, 1982; PAULSEN, 1968; PENDLETON & WEIBEL, 1965; SCHEEREN, 1982; SILVA, 1971) e com a época de ocorrência dos subperíodos críticos do ciclo das cultivares atualmente utilizadas no Rio Grande do Sul.

Tabela 2. Rendimentos do trigo observados e estimados pela regressão, intervalo de confiança para a média da população e desvio (observado - estimado)

Ano da colheita	Rendimento observado kg/ha	Rendimento Estimado kg/ha	Intervalo confiança 5 % p/média da população kg/ha		Desvio kg/ha
			Extremo inferior	Extremo superior	
1986	1510	1553	1502	1604	-43
1987	1786	1789	1711	1866	-3
1988	1527	1478	1428	1528	48
1989	1808	1835	1750	1920	-27
1990	1182	1116	1023	1209	65
1991	1106	1229	1155	1304	-123
1992	1850	1760	1687	1833	89
1993	1533	1578	1526	1631	-45
1994	1456	1463	1413	1514	-7
1995	1238	1189	1108	1270	48

A correlação positiva do rendimento do trigo com o número de dias de chuva em novembro é explicada através da possibilidade de que um maior número de dias de precipitação significaria uma melhor distribuição da precipitação no tempo, com chuvas menores e, portanto menos prejudiciais na época de maturação e colheita. A correlação do total de precipitação em novembro com o rendimento não foi estatisticamente significativa.

As tecnologias recomendadas ou em desenvolvimento nos órgãos de pesquisa agropecuária, tais como cultivares com maior resistência às doenças e tipo de planta com maior aproveitamento da luz solar, práticas culturais como rotação de culturas e determinação da melhor época de semeadura, tem resultado em rendimentos mais elevados. Cultivares mais resistentes às geadas e à germinação na espiga, possivelmente contribuiriam para diminuir os riscos climáticos em anos com grandes períodos de molhamento de folhas em outubro, temperaturas mínimas e insolação baixas em setembro e chuvas intensas em novembro.

CONCLUSÕES

A variação anual do rendimento do trigo no Estado do Rio Grande do Sul, no decênio 1986/95, foi altamente correlacionada com a variação conjunta dos elementos agrometeorológicos: duração do período de molhamento de folhas em outubro; insolação total em setembro; índice de danos por geada em setembro e número de dias de chuva em novembro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Brasília : Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1986-1995.

BAYER, W. Agroclimatic Modeling: An Overview. In: **Agroclimate Information for Development**, edited by DAVID F. CUSACK, Boulder, Colorado : Westview Press, 1983, 397 p.

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.

MOTA, F.S. da, AGENDES, M.O. de O. Uso do higrógrafo na avaliação do período de molhamento de plantas em séries climatológicas históricas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

- AGROMETEOROLOGIA, 2., Pelotas, RS, **Anais...** Pelotas : Sociedade Brasileira de Agrometeorologia/UFPel, 1981. p. 289.
- MOTA, F.S. da. Clima e zoneamento para a triticultura no Brasil. In: **Trigo no Brasil**, v. I. Campinas : Fundação Cargill, 1982. 620 p.
- MOTA, F.S. da, AGENDES, M.O. de O., ROSSKOFF, J.L.C. da et al. Modeling and Forecasting Brazilian Crop Yields Using Meteorological Data. In: **Agroclimate Information for Development**, edited by DAVID F. CUSACK, Boulder, Colorado : Westview Press, 1983, 397 p.
- PAULSEN, G.M. Effect of photoperiod and temperature on cold hardening in winter wheat. **Crop Science**, Madison, v. 8, p. 9-32, 1968.
- PENDLETON, J.W. e WEIBEL, R.O. Shading studies on winter wheat. **Agronomy Journal**, Wisconsin. v. 57, p. 292-293, 1965.
- ROBERTSON, G.W. World weather watch and wheat. **WMO Bulletin**, Geneva, v. 23, n. 3, p. 149-154, 1974.
- SCHEEREN, P.L. Danos de geada em trigo: avaliação preliminar de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 17, n. 6, p. 813-818, 1982.
- SILVA, A.R. da. **Trigo no sul de Mato Grosso**. Sete Lagoas : Ministério da Agricultura / Instituto de Pesquisa Agropecuária do Oeste, 1971, 24 p.
- SMITH, L.P. Potato blight forecasting by 90 per cent humidity criteria. **Plant Pathology**, London, v. 5, n. 3, p. 83-87, 1956.