

ÍNDICE DE SENSIBILIDADE À VERNALIZAÇÃO EM TRIGOS SUL-BRASILEIROS

VERNALIZATION SENSIVITY INDEX OF WHEATS FROM SOUTHERN BRAZIL

Gilberto Rocca da Cunha¹, Pedro Luiz Scheeren^{1,2}, Leo de Jesus Antunes Del Duca¹, Mauro César Fiorini³ e Cláudia Fernanda Lemons e Silva³

RESUMO

O trigo é uma cultura que necessita de temperaturas relativamente baixas, na sua fase inicial, para que ocorra a indução floral. Esse processo é chamado de vernalização. A caracterização de sensibilidade à vernalização de 48 genótipos de trigo, criados ou introduzidos para cultivo nas condições climáticas do sul do Brasil, foi determinada a partir de experimentos de sementeiras continuadas, envolvendo 10 épocas (fim de abril a início de outubro), conduzidos em Passo Fundo, Rio Grande do Sul (28°15'S, 52°24'W e 687m de altitude), de 1994 a 1996. Com base no Índice de Sensibilidade à Vernalização (ISV), calculado a partir da diferença em dias (número) para o espigamento entre os tratamentos com e sem vernalização (0 a 2°C, 15 a 20 dias, pré-semeadura), os genótipos foram hierarquizados de forma relativa, quanto a sua exigência em vernalização. Entre os menos sensíveis à vernalização destacaram-se: PF 86233, PF 89375 e Embrapa 49, e como os mais exigentes: PF 87451, Coker 762 e IPF 37379.

Palavras-chave: bioclimatologia, temperatura, espigamento, *Triticum aestivum* L., sul do Brasil.

SUMMARY

¹ Pesquisador da Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, Caixa Postal 451, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS.

² Bolsista do CNPq.

³ Bolsista de Aperfeiçoamento em Atividade de Pesquisa do CNPq.

Flowering in wheat (*Triticum aestivum* L.) usually requires exposure to relative low temperatures during the initial stages of development. This process is denominated vernalization. The vernalization requirement for 48 wheat genotypes adapted for cultivation in southern Brazil was evaluated in a time series experiment. Seedlings were done in ten different dates, at regular intervals, from late April to early October. The trials were carried out in Passo Fundo, RS, (28°15'S, 52°24'W and 687m of altitude) during the wheat growing seasons of 1994, 1995 and 1996. The Vernalization Sensitivity Index (VSI) was measured according to the interval, in days, between heading dates for the treatments exposed and not exposed to temperatures of 0 to 2°C at 15-20 days prior to sowing. Based upon the VSI the wheat genotypes were ranked in ascending order. Among the genotypes characterized as less sensitive to vernalization were PF 86233, PF 89375, and Embrapa 49. In contrary, the genotypes PF 87451, Coker 762, and IPF 37379 were characterized as very sensitive.

Key words: bioclimatology, temperature, heading, *Triticum aestivum* L., southern Brazil.

INTRODUÇÃO

O trigo é uma cultura que necessita de temperaturas relativamente baixas, na sua fase inicial, para que ocorra a indução floral. E esse processo é chamado de vernalização. Segundo DE FINA & RAVELO (1973), a denominação vernalização deriva da palavra de origem russa jarovização, que significa relativo à primavera ou primaveril. A vernalização artificial em cereais de inverno, visando encurtar o período vegetativo, foi utilizada por Lissenko e seus seguidores na antiga URSS.

A vernalização em trigo pode ocorrer com temperaturas entre 0°C e 18°C. Todavia, as temperaturas consideradas ótimas situam-se entre 0°C e 8°C (RITCHIE, 1991, 1993).

A resposta à vernalização em plantas é geneticamente condicionada. McINTOSH (1988) descreve o gene *Vrn* como o responsável pelo controle da resposta à vernalização em trigo. As cultivares que possuem o gene *Vrn1* são insensíveis à vernalização, embora *Vrn1* nem sempre é completamente dominante.

A distinção entre os chamados trigos de inverno e trigos de primavera é resultante de diferenças na sensibilidade à vernalização. De acordo com RITCHIE (1991, 1993), 50 dias de vernalização são assumidos como suficientes para completar a necessidade em baixas temperaturas

de todas as cultivares de trigo, apesar da grande diferença em sensibilidade existente entre os genótipos.

Mesmo dentro dos chamados trigos de primavera, que são menos sensíveis à vernalização do que os trigos de inverno, há diferença de comportamento entre os genótipos. Esse fato tem sido evidenciado nas classificações bioclimáticas de trigos argentinos (PASCALE, 1969), uruguaios (BURGOS & CORSI, 1971) e brasileiros (MOTA & GOEDERT, 1969; WENDT, 1982; CUNHA et al., 1997).

O conhecimento da sensibilidade à vernalização dos genótipos de trigo é fundamental para subsidiar o planejamento de cruzamentos em programas de melhoramento voltados à criação de cultivares para ambientes específicos e, até mesmo, inferir sobre a possibilidade de adaptação de uma cultivar em um determinado local.

Desse modo, o presente trabalho teve por objetivo determinar a sensibilidade à vernalização de genótipos de trigo criados ou introduzidos para as condições climáticas do sul do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo de caracterização da resposta à vernalização em trigos sul-brasileiros foi realizado na Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), em Passo Fundo, Rio Grande do Sul (28°15'S, 52°24'W e 687m de altitude), através de experimentos conduzidos em 1994, 1995 e 1996.

Para tal, foi utilizado um conjunto de três experimentos de caracterização bioclimática de genótipos de trigo, descritos em CUNHA et al. (1997).

Nos experimentos de caracterização bioclimática, utilizou-se a metodologia de sementeiras continuadas, em parcela única, visando a geração de informações para o traçado das curvas de Índice Heliotérmico de Geslin (IHG), descrita em PASCALE (1955) e empregada em estudos de bioclimatologia de trigos argentinos (PASCALE & DAMÁRIO, 1961; PASCALE, 1969), uruguaios (BURGOS & CORSI, 1971) e brasileiros (PASCALE & MOTA, 1966; MOTA & GOEDERT, 1969; WENDT, 1982).

Em cada ano, foram realizadas sementeiras em nove ou dez épocas, conforme consta na Tabela 1.

Os genótipos testados nesses experimentos, em cada ano, estão identificados na Tabela 2, com a respectiva classificação bioclimática (SP = super-precoce, P = precoce, ST = semitardio e T = tardio), aplicada por CUNHA et al. (1997).

Em cada época de semeadura, as parcelas foram dispostas, em blocos únicos, uma ao lado da outra. Para cada genótipo, as mesmas eram formadas por 3 linhas de plantas, cujas sementes foram submetidas ao tratamento de vernalização (0-2°C, durante o intervalo entre as semeaduras) e 3 linhas não vernalizadas, no experimento de 1994, sendo as linhas de 5m de comprimento e o espaçamento entre elas de 0,20m. Nos experimentos de 1995 e 1996, foram utilizadas, em cada parcela, duas linhas de plantas cujas sementes foram vernalizadas (0-2°C, durante o intervalo entre as semeaduras) e duas não vernalizadas, com dimensões de 3,0m de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,20m.

Tabela 1. Datas de semeadura do trigo nos experimentos de caracterização bio-climática. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 1994, 1995 e 1996.

Ano do experimento		
1994	1995	1996
29 abril	04 maio	08 maio
16 maio	24 maio	23 maio
03 junho	09 junho	07 junho
17 junho	23 junho	25 junho
11 julho	08 julho	12 julho
28 julho	29 julho	29 julho
17 agosto	14 agosto	13 agosto
02 setembro	30 agosto	04 setembro
19 setembro	14 setembro	19 setembro
06 outubro	02 outubro	

Os tratos culturais foram realizados de acordo com as recomendações da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo (REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 1994, 1995, 1996).

A caracterização dos genótipos de trigo em relação à sensibilidade à vernalização foi feita com base no Índice de Sensibilidade à Vernalização (ISV), calculado por:

$$ISV_{ij} = (d_{ij}/D_{kj}) \times 100 \quad (1)$$

sendo, ISV_{ij} o índice de sensibilidade à vernalização do genótipo i , na época de semeadura j ; d_{ij} a diferença, em número de dias, para o espigamento, do genótipo i , na época de semeadura j , entre os tratamentos com e sem vernalização e D_{kj} = maior diferença, em número de dias, para o espigamento, de um dos genótipos testados (k), na época de semeadura j .

A partir dos ISV_{ij} , foi calculado o ISV médio para cada genótipo, nos anos de teste. A hierarquização final dos genótipos de trigo quanto à sensibilidade à vernalização foi feita com base no ISV médio dos genótipos, ordenados de forma relativa ao maior valor de ISV médio, assumido como 100.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A hierarquização relativa, de trigos criados ou introduzidos para o sul do Brasil, quanto à sensibilidade à vernalização, encontra-se na Tabela 2. Os genótipos foram ordenados com base no Índice de Sensibilidade à Vernalização.

De modo geral, os trigos que apresentaram maior sensibilidade à vernalização, portanto com maior necessidade de temperaturas baixas na sua fase inicial para espigarem adequadamente, foram aqueles classificados por CUNHA et al. (1997) como integrantes do grupo bioclimático semitardio. Estes trigos foram obtidos em um programa especial de melhoramento genético que visava a produção de linhagens e/ou cultivares com um ciclo mais longo, destinados à exploração em duplo propósito, isto é, produção de forragem e de grãos. Entre estes, destacam-se os trigos IPF 37379, Coker 762, PF 87451 e IPF 41004 como os genótipos mais exigentes em temperaturas vernalizantes, entre os materiais testados.

O trigo Embrapa 16, pela sua importância comercial, merece comentário à parte. Essa cultivar, classificada como pertencente ao grupo bioclimático precoce, destaca-se por apresentar uma certa sensibilidade à vernalização. É essa exigência em baixas temperaturas que faz com que essa cultivar, quando semeada em locais quentes, por exemplo no norte do Paraná, no Mato Grosso do Sul e no Brasil Central apresente desuniformidade ou ausência de espigamento, tornando-se tardia. Assim, não alcançando, nessas regiões, o êxito que obteve no sul do Brasil. No entanto, o genótipo PF 86233, linhagem irmã do trigo Embrapa 16, destaca-se pela sua boa adaptação em regiões quentes. Corroborando esse comportamento, foi o genótipo menos sensível à vernalização, entre os testados (Tabela 2).

Entre os trigos menos sensíveis à vernalização, merece destaque a linhagem PF 89375 (Tabela 2). Esse genótipo, obtido pelo cruzamento entre os trigos BR 14*4//Jupateco F73*4/Amigo Sel (LINHARES et al., 1997), difere da cultivar BR 14, que apresenta uma exigência média em termos de temperaturas vernalizantes. Provavelmente, em função de herança oriunda do genitor Jupateco 73, “trigo mexicano”, criado pelo CIMMYT, que apresenta uma boa adaptação às condições tropicais do Cerrado brasileiro.

Ainda na Tabela 2, com relação aos trigos menos sensíveis à vernalização, salienta-se a cultivar Embrapa 49. Esse genótipo tem na sua origem o trigo BR 35 (também com baixa sensibilidade à vernalização, vide Tabela 2). E o BR 35, por sua vez, é derivado da antiga cultivar IAC 5 – Maringá, que foi amplamente cultivada em todas as regiões tritícolas do Brasil. Esse fato explica a ampla adaptação já demonstrada pelo trigo BR 35 e vislumbra a possibilidade de comportamento similar para o Embrapa 49. Da mesma forma, pode-se inferir igual comportamento, em termos de adaptação às diferentes regiões tritícolas brasileiras, para os trigos Embrapa 27 e Embrapa 120, que possuem um alto grau de parentesco e se comportaram de forma parecida, quanto à sensibilidade à vernalização.

Tabela 2. Índice de sensibilidade à Vernalização em trigo (ISV) e classificação bioclimática (Grupos Bioclimáticos - GB): super-precoce (SP), precoce (P), semi-tardio (ST) e tardio (T), conforme CUNHA et al., 1997). Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 1994, 1995 e 1996.

Genótipos	ISV-1994	ISV-1995	ISV-1996	ISV-Médio	GB
PF 86233	2,3	4,2		3,3	SP
PF 89375		6,6		6,6	SP
Embrapa 49	7,0	6,8		6,9	SP
CEP 21	2,9	20,0		11,5	P
RS 8	12,4	14,3		13,4	P
PF 940041			14,1	14,1	ST
BR 32	8,0	20,3		14,2	SP
Embrapa 120			14,2	14,2	SP
PF 92462			14,6	14,6	SP
BR 35	2,6	9,3	31,9	14,6	SP
PF 9122		15,1		15,1	SP
Embrapa 27	10,0	20,8		15,4	SP
RS 1	10,3	22,3		16,3	P
IAS 50	8,5	14,9	26,0	16,5	T
Embrapa 15	16,6	16,6		16,6	SP
PF 92231			16,7	16,7	P
Embrapa 40	8,5	25,8		17,2	SP
Embrapa 24	19,2	20,4		19,8	SP
PF 92140			20,2	20,2	SP
BR 23	21,9	23,8		22,9	SP
Toropi	32,4	14,5	23,8	23,6	T
CEP 24	21,2	26,3		23,8	SP/P
PF 92570			24,7	24,7	P
PF 9293			27,8	27,8	P
IAS 20	23,3	28,7	41,8	31,3	SP/P
Minuano 82	29,4	39,0		34,2	P
CEP 11	38,9	29,6		34,3	SP/P
Embrapa 119		33,7	36,2	35,0	P
PF 9099	38,2	45,9	25,0	36,4	P
BR 14	28,1	48,2		38,2	P
IAS 51	54,3	11,8	49,3	38,5	SP
BR 37	48,2	30,9		39,6	P
IPF 37162	49,6	33,2		41,4	ST
Embrapa 52	46,4	38,1		42,3	P
CEP 14	31,4	61,8		46,6	P
IAS 54	46,9	47,9	47,0	47,3	P
BR 15	46,6	48,3		47,5	P
BR 34	44,0	51,8		47,9	P
PF 86247	42,3	56,3		49,3	ST
BR 43	32,6	66,9		49,8	P
IPF 55204			51,3	51,3	ST
PF 88566	53,5	53,1		53,3	P
Embrapa 16	52,6	39,5	77,6	56,6	P
BR 38	52,6	64,6		58,6	P
IPF 41004			68,3	68,3	ST
PF 87451	87,8	100,0	83,0	90,3	ST
Coker 762	100,0	92,2		96,1	ST
IPF 37379			100,0	100,0	ST

Os trigos Toropi e IAS 50 não demonstraram alta sensibilidade à vernalização (Tabela 2). Esse fato ratificou informações anteriores sobre esses genótipos, que atribuíam os seus ciclos relativamente longos à resposta ao fotoperíodo e não por exigências em vernalização (MOTA & GOEDERT, 1969). É possível que a linhagem PF 940041 também apresente resposta ao fotoperíodo, haja vista que diferiu em relação à sensibilidade à vernalização, comparativamente aos trigos criados pelo mesmo programa de melhoramento (trigos de duplo propósito).

Na Tabela 3 encontram-se a maior diferença, em número de dias, para o espigamento, entre os tratamentos com e sem vernalização, nos três anos de experimentação. Podendo ser vista, na Tabela 4, a disponibilidade de ambiente em termos de temperaturas vernalizantes, representadas pelas temperaturas médias das mínimas, registradas nos três anos do experimento. Destaca-se que os genótipos que apresentaram as maiores diferenças foram os mais sensíveis à vernalização. As diferenças máximas variaram desde 2 dias até os casos em que o tratamento sem vernalização não chegou a espigar, dependendo da época de semeadura, por falta de frio. Este foi o caso detectado nos trigos Embrapa 16, IPF 41004, PF 87451, Coker 762 e IPF 37379. A limitação ao espigamento de alguns trigos por falta de frio no sul do Brasil já foi observada por WESTPHALEN & GANDOLFI (1983) e CUNHA et al. (1994).

Tabela 3. Maior diferença observada (em número de dias) para o espigamento em trigo, entre os tratamentos com e sem vernalização. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 1994, 1995 e 1996.

Genótipos	1994	1995	1996
PF 86233	2	2	
PF 89375		3	
Embrapa 49	3	3	
CEP 21	3	6	
RS 8	5	5	
PF 940041			6
BR 32	4	5	
Embrapa 120			3
PF 92462			2
BR 35	2	3	3
PF 9122		3	
Embrapa 27	5	7	
RS 1	4	7	
IAS 50	2	6	4
Embrapa 15	3	7	
PF 92231			2
Embrapa 40	2	4	
Embrapa 24	4	3	
PF 92140			6
BR 23	5	3	
Toropi	5	5	6
CEP 24	6	10	
PF 92570			4
PF 9293			4
IAS 20	5	3	7
Minuano 82	6	8	
CEP 11	15	3	
Embrapa 119		5	5
PF 9099	8	8	4
BR 14	8	6	
IAS 51	13	4	6
BR 37	7	5	
IPF 37162	9	5	
Embrapa 52	8	ne(*)	
CEP 14	5	9	
IAS 54	6	11	5
BR 15	7	6	
BR 34	8	8	
PF 86247	8	ne(*)	
BR 43	5	9	
IPF 55204			10
PF 88566	10	11	10
Embrapa 16	12	ne(*)	
BR 38	9	9	
IPF 41004			ne(*)
PF 87451	16	ne(*)	11
Coker 762	ne(*)	ne(*)	
IPF 37379			ne(*)

(*) ne= tratamento sem vernalização não espigou, nas últimas épocas de semeadura (datas, vide Tabela 1).

Tabela 4. Temperatura média das mínimas registradas em Passo Fundo, RS, 1994/96.

	Mês											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1994												
1º Decêndio	15,8	17,8	14,5	12,5	15,6	9,8	7,5	7,7	7,0	14,6	14,5	17,0
2º Decêndio	16,7	17,5	17,6	11,2	12,5	11,8	10,4	8,7	13,2	15,9	15,1	19,3
3º Decêndio	17,9	18,5	13,5	16,2	12,2	4,7	11,4	13,0	14,4	14,3	13,9	19,2
Mensal	16,8	17,9	15,2	13,4	13,4	8,8	9,8	9,8	11,9	14,9	14,5	18,5
1995												
1º Decêndio	20,0	15,4	16,4	14,6	11,1	10,5	10,3	8,3	12,1	13,7	17,5	16,5
2º Decêndio	18,3	16,5	14,3	11,5	10,9	11,5	12,0	8,7	8,8	9,5	14,7	17,2
3º Decêndio	17,4	18,6	16,1	9,9	7,4	7,2	12,1	15,3	12,1	11,8	14,8	17,6
Mensal	18,6	16,8	15,6	12,0	9,8	9,7	11,5	10,8	11,0	11,7	15,7	17,1
1996												
1º Decêndio	17,4	17,4	16,3	17,7	12,5	5,2	7,1	11,0	5,8	13,3	16,4	17,5
2º Decêndio	18,6	15,7	16,8	12,4	10,1	10,8	6,8	9,6	10,5	13,7	17,1	16,7
3º Decêndio	18,5	19,1	16,1	13,7	9,6	5,3	5,1	12,2	13,5	13,6	13,7	18,8
Mensal	18,2	17,4	16,4	14,6	10,7	7,1	6,3	10,9	9,9	13,5	15,7	17,7

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- De FINA, A.L., RAVELO, A.C. **Climatologia e fenologia agrícolas**. Buenos Aires : EUDEBA, 1973. 281 p.
- BURGOS, J.J., CORSI, W.C. **Areas agroclimaticas para el trigo y características bioclimaticas de sus cultivares en el Uruguay**. Colonia : Cen-tro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger, 1971. 32 p. (CIAAB, Boletim Tecnico, 12).
- CUNHA, G.R., RODRIGUES, O., SCHEEREN, P.L. Caracterização bioclimática de genótipos de trigo. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 17., 1994, Passo Fundo, RS. **Resumos...** Passo Fundo : EMBRAPA-CNPT, 1994. 237p. p. 126.
- CUNHA, G.R., SCHEEREN, P.L., RODRIGUES, O. et al. Bioclimatologia em trigos sul-brasileiros. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 2, p. 195-198, 1997.
- LINHARES, A.G., SOUSA, C.N.A. de, ZANATTA, A.C.A. **Catalog of wheat germplasm**. Passo Fundo : EMBRAPA-CNPT, 1997. 80 p. (EMBRAPA-CNPT, Documentos, 31).
- McINTOSH, R.A. Catalogue of gene symbols for wheat. In: INTERNATIONAL WHEAT GENETICS SYMPOSIUM, 7., 1988, Cambridge. **Proceedings...** Cambridge : Institute of Plant Science Research, 1988. v. 2, 1423 p. p. 1259-1261.
- MOTA, F.S., GOEDERT, C.O. Características bioclimáticas dos trigos sul-brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 4, p. 79-87, 1969.
- PASCALE, A.J. Metodos para determinar las características bioclimaticas de una variedad de trigo. **Meteoros**, Buenos Aires, v. 5, n. 1/2, p. 5-18, 1955.

- PASCALE, A.J. Requerimientos bioclimáticos de trigos argentinos. **Revista de la Facultad de Agronomía y Veterinaria - Universidad de Buenos Aires**, Buenos Aires, v. 17, n. 2, p. 7-17, 1969.
- PASCALE, A.J., DAMARIO, E.A. Agroclimatología del cultivo de trigo en la República Argentina. **Revista de La Facultad de Agronomía y Veterinaria - Universidad de Buenos Aires**, Buenos Aires, v. 15, n. 1, p. 1-119, 1961.
- PASCALE, A.J., MOTA, F.S. Aspectos bioclimáticos da cultura do trigo no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 1, p. 123-140, 1966.
- REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 26., 1994, Chapecó. **Recomendações...** Chapecó : EPAGRI, 1994. 54 p.
- REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 27., 1995, Porto Alegre. **Recomendações...** Porto Alegre : UFRGS, 1995. 66 p.
- REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 28., 1996, Passo Fundo. **Recomendações...** Passo Fundo: Embrapa - CNPT, 1996. 76 p.
- RITCHIE, J.T. Wheat phasic development. In: AMERICAN SOCIETY OF AGRONOMY. Crop Science Society of America. Soil/Science Society of America (Madison, USA). **Modeling Plant and Soil Systems**. Madison, 1991. p. 31-54. (ASA-CSSA-SSSA. Agronomy Monograph, 31).
- RITCHIE, J.T. Genetic specific data for crop modeling. In: PENNING DE VRIES, F.W.T. et al. ed. **Systems approaches for agricultural development**. Netherlands : Kluwer, 1993. p 77-93.
- WENDT, W. Respostas de genótipos de trigo ao fotoperíodo e temperatura média sob condições naturais. In: **Resultados de pesquisa apresentados na XII Reunião Nacional de Pesquisa de Trigo**. EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo : Passo Fundo, RS, 1982. p. 267-279. Trabalho apresentado na XII Reunião Nacional de Pesquisa de Trigo, 1982, Cascavel, PR.
- WESTPHALEN, S.L., GANDOLFI, V.H. Efeitos da vernalização sobre caracteres agronômicos e fenológicos em genótipos de trigo nacionais e estrangeiros. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 19, n. 1, p. 9-22, 1983.