

INFLUÊNCIA DA ACLIMATAÇÃO E DA INTENSIDADE DE GEADA EM TRIGO

EUNICE P. DA SILVA¹, GILBERTO R. DA CUNHA², JOÃO L. F. PIRES³, GENEI A. DALMAGO³, PEDRO L. SCHEEREN³, ALDEMIR PASINATO⁴

1 Bióloga, mestranda do programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade de Passo Fundo (PPGAgro-UPF-RS), área de concentração Produção Vegetal, estagiária Embrapa Trigo, Passo Fundo-RS. 2 Eng. Agrônomo, Orientador, Pesquisador, Embrapa Trigo, Passo Fundo-RS, Fone: (0 xx 54) 3316 5800, cunha@cnpt.embrapa.br. 3 Eng. Agrônomo, Pesquisador, Embrapa Trigo, Passo Fundo-RS. 4 Analista de Sistemas, Analista B, Embrapa Trigo, Passo Fundo-RS.

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

RESUMO: O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência (danos) da aclimação e da intensidade de geada durante o ciclo da cultura de trigo. O trabalho foi realizado na Embrapa Trigo, em Passo Fundo/RS, com cultivo em vasos sob condições de telado. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. O trabalho foi dividido em dois estudos: aclimação de plantas e intensidade de geada. No primeiro, as plantas foram submetidas a temperaturas mínima de 2 e máxima de 12°C por três dias antes da aplicação de geada. A geada simulada foi realizada em uma câmara de crescimento com temperatura mínima chegando a -7 °C. No segundo estudo as plantas passaram pelo processo de aclimação de três dias antes da geada e, após, foram testadas em três temperaturas congelantes (-2 °C, -4 °C, -7 °C). Nos estádios de perfilhamento, alongamento e espigamento a queima de folhas em plantas aclimatadas foi 20% menor do que em plantas não aclimatadas. A ocorrência de geadas com intensidade de -7°C durante espigamento provoca danos irreversíveis e as perdas são totais à cultura de trigo.

PALAVRAS-CHAVE: congelamento, *Triticum aestivum* L., estádios fenológicos.

INFLUENCE OF ACCLIMATIZATION AND FREEZING TEMPERATURES ON WHEAT

ABSTRACT: The present study aimed to evaluate the influence (damages) of the acclimatization and freezing temperatures on wheat at different growth stages. The work was carried out at Embrapa Wheat, Passo Fundo /RS. The plants were grown in pots under a screen house conditions. The experimental designs was completely random with four replicates. The experiment was divided in two parts: acclimatization of plants and intensity of frost. In the first one, the plants were submitted to a temperature regime of 2 to 12 °C for three days before being exposed to freezing temperatures. The simulated frost did take place in a growth chamber with minimum temperature set to -7 °C. In the second study, plants were also acclimatized for three days and then exposed to temperatures of - 2 °C, - 4 °C and - 7 °C. In tillering, booting and heading stages leaf necrosis was 20% less in acclimatized plants when compared with the ones that were not. Exposing wheat plants to temperatures of -7 °C during heading stage resulted in irreversible damages and total crop failure.

KEY WORDS: freezing, *Triticum aestivum* L, growth stage.

INTRODUÇÃO: A cultura de trigo durante o período de desenvolvimento está sujeita a condições climáticas adversas. No Brasil, a ocorrência de geadas no inverno e na primavera pode provocar danos à cultura e afetar significativamente a produtividade. Todas as plantas, e dentre elas o trigo, capazes de sobreviver a temperaturas congelantes, possuem habilidades para resistir ao congelamento das células por um processo chamado de aclimação ao frio (STAEHELIN & NEWCOMB, 2000). Desse modo, elas podem resistir não somente a temperaturas congelantes, mas também a desidratação induzida pelo congelamento. Entre os cereais ocorre grande diferença de temperatura para iniciação da aclimação, todas elas acima de 0 °C (SĂULESCU & BRAUN, 2001). Em trigos de inverno, a tolerância máxima a geadas, em plantas completamente aclimatadas, pode chegar a -15 °C por até 6 dias, e sobreviver a -18 °C por somente 24 horas, e a -23 °C por 12 horas (GUSTA et al., 1982). A duração e a intensidade das temperaturas sub-zero são fatores determinantes da perda da tolerância à geada e conseqüentemente da morte das plantas de trigo (GUSTA et al., 1997). O presente estudo teve como objetivos avaliar a influência da aclimação e da intensidade de geada quanto à extensão dos danos provocados pela ocorrência de geadas durante o ciclo da cultura de trigo.

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho foi desenvolvido na Embrapa Trigo, localizada em Passo Fundo/RS (28° 15' S, 52° 24' W e 687 m de altitude), nos anos de 2004 e 2005 no período de semeadura indicado para a cultura (REUNIÃO..., 2004). Os experimentos foram conduzidos em vasos do tipo PVC (volume de solo de 7,8 kg) sob telado (tela clarite de polietileno). O solo utilizado é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico, textura argilosa. Os cultivares de trigo utilizados foram BR18-Terena e BRS 194, cujas sementes foram pré-germinadas. Em cada unidade experimental (452,16 cm²) foram cultivadas quinze sementes pré-germinadas, permanecendo nove plantas por vaso após o desbaste no experimento de 2004 e sete naquele de 2005. Os tratamentos culturais de adubação e controle fitossanitário foram realizados conforme indicações para a cultura (REUNIÃO..., 2004). A simulação de geada foi realizada em fitotron, (Controlled Environment Inc., modelo PGW 36, série 71812) com capacidade de intensidade máxima de luz de 100 k lux, amplitude de temperatura de -10 °C a 50 °C e com precisão de ± 0,5 °C. Quando a temperatura do fitotron chegava a 0°C as plantas foram aspergidas com água fria (0 °C). O processo de umidificação das plantas tinha por finalidade incitar a formação de cristais de gelo nas superfícies expostas das plantas, simulando, assim, a formação de geada. Foram realizados dois estudos para atender os objetivos desse trabalho. **Estudo I - Aplicação de geada com aclimação de plantas:** Em 2004 foram simuladas geadas nos estádios de alongamento e espigamento do trigo e em 2005 nos estádios de afilhamento, alongamento e espigamento. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado e o arranjo de tratamentos foi em fatorial com quatro repetições. Como tratamentos foram empregados dois cultivares (BR18-Terena e BRS194), geada (com e sem aplicação) e dois regimes térmicos (aclimatado e não aclimatado). No tratamento aclimatado as plantas foram colocadas no fitotron três dias antes da aplicação da geada, submetidas a um ciclo diário com temperatura mínima de 2 °C e máxima de 12 °C. A aplicação da geada foi realizada no quarto dia com temperatura mínima de -7 °C. No tratamento não aclimatado as plantas foram colocadas no fitotron somente no dia em que receberam a geada. No dia da aplicação de geada os vasos de plantas sem aplicação de geada ficaram em outro fitotron com temperatura de aclimação. Após a geada, tanto as plantas aclimatadas, quanto as não aclimatadas permaneceram no fitotron por mais três dias com temperatura de aclimação antes de retornarem ao telado. **Estudo II - Intensidade de aplicação de geada:** Esse experimento foi conduzido apenas no ano de 2004. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado e o arranjo de tratamentos

foi em fatorial com quatro repetições. Os tratamentos foram dois cultivares (BR18-Terena e BRS 194) e quatro intensidades de aplicação de geada: sem geada, leve, moderada e forte, representando as temperaturas de 2 °C, -2 °C, -4 °C e -7 °C, respectivamente. As geadas foram simuladas em dois estádios de desenvolvimento do trigo: alongamento e espigamento. Quando as plantas referentes ao estágio alongamento encontravam-se no mesmo, foram transferidas para o fitotron para passarem pelo processo de aclimação, de acordo com o Estudo I. Quando a temperatura do fitotron, no dia da aplicação de geada, chegou a -2 °C, os vasos de plantas para essa intensidade foram imediatamente transferidas para outro fitotron com temperatura de 0 °C. O mesmo procedimento foi realizado para a intensidade -4 °C. Já os vasos de plantas com aplicação de geada na intensidade -7 °C permaneceram no fitotron inicial. As plantas não submetidas à geada (sem geada) foram colocadas em outro fitotron com temperatura de aclimação. Após a geada as plantas ficaram por mais três dias no fitotron com temperatura de aclimação antes de retornarem para o telado. Igual procedimento foi utilizado para o estágio fenológico espigamento. **Levantamento e análise de dados:** Para avaliar os três estádios característicos de desenvolvimento (afilhamento, alongamento e espigamento) da cultura de trigo foi utilizada a escala de Feekes, 1940, modificada por Large em 1954 (SCHEEREN, 1986). Essa avaliação foi realizada visualmente, caracterizando o estágio quando mais de 50% das plantas encontravam-se no estágio avaliado. Para avaliação da matéria seca total da parte aérea, as plantas em maturação fisiológica foram cortadas próximas ao solo e colocadas em estufa a 65 °C até massa constante. Após, foi realizada a trilha das espigas e os grãos foram novamente colocados em estufa a 65 °C até massa constante. Além da matéria seca total da parte aérea e matéria seca de grãos, no experimento conduzido em 2005 foi avaliada também a percentagem de queima de folha aos 7 e 14 dias após a aplicação da geada. A nota de queima foi determinada pela observação visual de três pessoas, as quais concederam uma nota para as plantas de cada vaso, adotando os seguintes critérios: 1 = 0-20%, 2 = 20-40%, 3 = 40-60%, 4 = 60-80% e 5 = 80-100%. A nota de queima de folhas foi obtida pela média das duas notas mais próximas atribuídas pelos avaliadores. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a comparação de médias dos tratamentos foi efetuada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Nos dois anos de experimentação, para o período de junho a outubro, a temperatura média, a umidade relativa e a radiação solar permaneceram próximas as condições de normalidade climatológica para a região. **Estudo I: Aplicação de geada com aclimação de plantas:** A porcentagem de área foliar queimada foi menor nas plantas aclimatadas submetidas à aplicação de geada, em cerca de 20%, em relação àquelas não aclimatadas e nos três estádios avaliados. Porém, por ocasião do espigamento o dano provocado pela geada às folhas foi mais severo nas não aclimatadas. Foi observado que a percentagem de queima de folha foi 20% maior aos sete dias do que aos 14 dias após a aplicação da geada no estágio de afilhamento. Na análise da matéria seca total houve interação significativa para regime térmico, cultivar e geada no ensaio realizado em 2004. No alongamento, a produção de matéria seca total, em plantas aclimatadas, foi 10% superior as não aclimatadas e por ocasião do espigamento a diferença foi superior a 27% para o regime térmico aclimatado. Entretanto, no experimento realizado em 2005, a análise de variância evidenciou efeito simples significativo de regime térmico, cultivar e geada nos três estádios avaliados para matéria seca total. O processo de aclimação não foi eficiente para a produção da matéria seca de grãos quando as plantas de trigo, submetidas à geada, encontravam-se no espigamento. Nesta condição, as perdas foram de 100%. Segundo SCHEEREN (1982), o estágio da planta mais sensível ao dano de geada é aquele que vai do

espigamento até o início da formação de grãos. Este subperíodo, em que existe uma grande quantidade de líquidos nos tecidos da flor, coincide com a polinização e posterior abertura das flores para extrusão das anteras, favorecendo um rápido resfriamento da câmara floral. **Estudo II - Intensidade de aplicação de geada:** Na média das cultivares, a produção matéria seca total da parte área reduziu 17% quando a intensidade de geada passou de +2 °C para a -7 °C, no estágio de alongamento (Tabela 1). Já no estágio fenológico espigamento a redução foi de 29% (Tabela 1).

Tabela 1. Matéria seca total da parte área (g m^{-2}) nos estádios alongamento e espigamento de trigo em diferentes intensidades de geada. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS-2004

Intensidade °C	Matéria seca total (g m^{-2}) ⁽¹⁾		
	BRS 194	BR 18-Terena	Média
-----Alongamento-----			
+2	612,1 Aa	642,4 Aa	627,3
-2	610,2 Aa	643,0 Aa	626,6
-4	526,7 Aa	460,3 Ab	493,5
-7	607,9 Aa	435,4 Bb	521,7
-----Espigamento-----			
+2	612,1	642,6	627,4 a
-2	615,7	607,9	611,8 a
-4	580,4	591,1	585,7 a
-7	447,3	452,8	450,1 b
Média	563,9 A	573,6 A	

⁽¹⁾ Médias seguidas das mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

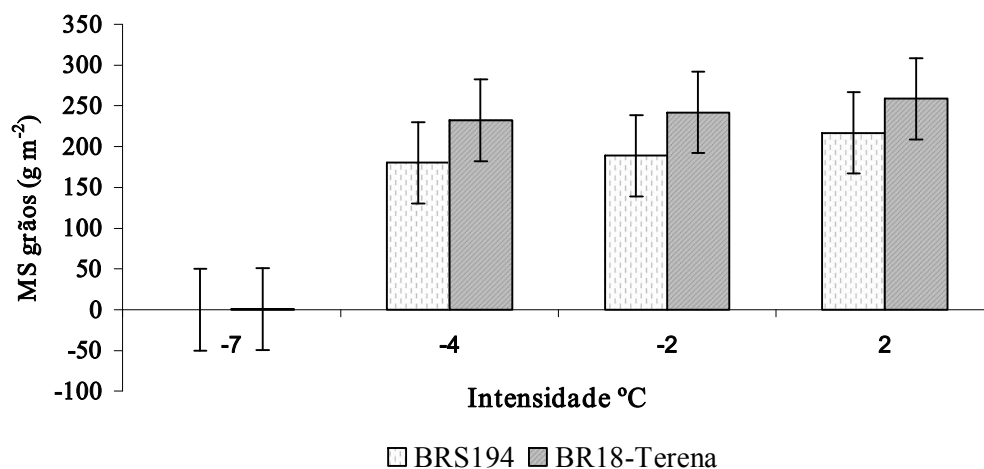


Figura 1. Efeito de diferentes intensidades de geada na produção de matéria seca (MS) de grãos (g m^{-2}) no estágio de espigamento sobre as cultivares BRS 194 e BR18-Terena. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS-2004.

Na análise da matéria seca de grãos houve interação significativa entre intensidade de geada e cultivar no estágio de alongamento. O rendimento de grãos entre as intensidades +2 °C e -2 °C apresentou diferença de 2%. Todavia, para as intensidades -4 °C e -7 °C as diferenças foram maiores em relação à intensidade +2 °C, alcançando 27% e 36%, respectivamente. No espigamento (Figura 1) a intensidade de -7 °C provocou esterilidade das espiguetas, não ocorrendo formação de grãos. O rendimento de grãos para as intensidades -2°C e -4 °C decresceu 10% e 35%, respectivamente. Segundo, SCHEEREN et al., (2000), a ocorrência de geadas com intensidade de -2 °C (no abrigo meteorológico), durante o espigamento e florescimento do trigo, os danos provocados a cultura são irreversíveis e as perdas são totais.

CONCLUSÕES: 1 A aclimação das plantas de trigo antes da geada diminui a dimensão dos danos, principalmente, nos estádios que antecedem o espigamento. 2 A intensidade de geada é fator determinante para a avaliar os danos provocados a cultura de trigo e, conseqüentemente, determinar perdas de produtividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

GUSTA, L.V.; BURKE, M.J.; TYLER, N.J. Factors influencing hardening and survival in winter wheat. In: LI, P.H.; SAKAI, A. (Eds.). **Plant cold hardiness and freezing stress**. New York: Academic Press, 1982. v. 2, p. 23-40.

GUSTA, L.V.; WILLEN, R.; FU, P.; ROBERTOTSON, A.J.; WU, G.H. Genetic and enviromental control of winter survival of winter cereals. **Acta Agronomica Hungarica**, Budapest, v. 45, n.3, p. 231-240. 1997.

REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO. **Indicações técnicas da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo: trigo e triticale**. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2004. 152p.

SĂULESCU, N.N.; BRAUN, H.-J. Cold tolerance. In: REYNOLDS, M.P.; ORTIZ-MONASTERIO, J.I.; MCNAB, A. (Ed.). **Application of physiology in wheat breeding**. Mexico: CIMMYT, 2001. p. 111-123.

SCHEEREN, P.L. Danos de geada em trigo: avaliação preliminar de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.6, p.853-858, 1982.

SCHEEREN, P. **Informações sobre o trigo (Triticum spp.)**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1986. (Documentos, 2). 34p.

SCHEEREN, P; CUNHA, G.R.; QUADROS, F.J.S.; MARTINS, L.F. **Efeito do frio em trigo**. 2000. Disponível em:<http://w.w.w.embrapa.br/biblio/p_co57.htm>. Acesso em: 14 abr. 2004.

STAEHELIN, L.A.; NEWCOMB, E.H. Membrane structure and membranous organelles. In: BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W.; JONES, R.L. (ed). **Biochemistry & molecular biology of plants**. Maryland: American Society of Plant Physiologists, 2000. p 2-50.