

## ACLIMATAÇÃO E INTENSIDADE DE GEADA EM CANOLA

GENEI A. DALMAGO<sup>1</sup>, GILBERTO R. CUNHA<sup>2</sup>, JOÃO L. F. PIRES<sup>2</sup>, GILBERTO O. TOMM<sup>2</sup>, ALDEMIR PASINATO<sup>3</sup>, IRTON LUERSEN<sup>4</sup>, GILSO FANTON<sup>4</sup>

1. Eng. Agrônomo, Pesquisador, Embrapa Trigo, Passo Fundo-RS, Fone: (0xx54) 3316 5836, [dalmago@cnpt.embrapa.br](mailto:dalmago@cnpt.embrapa.br). 2. Eng. Agrônomo, Pesquisador, Embrapa Trigo, Passo Fundo-RS, 3. Analista de Sistemas, Analista B, Embrapa Trigo, Passo Fundo-RS. 4. Aluno do curso de Agronomia da Universidade de Passo Fundo (UPF), Passo Fundo-RS.

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

**RESUMO:** Os objetivos do trabalho foram avaliar os danos provocados por diferentes intensidade de geada e o efeito da aclimatação prévia da canola sobre a resistência a geada. Para isso foram realizados dois experimentos em ambiente controlado (fitotron e casa de vegetação) utilizando cinco híbridos de canola, cultivada em vasos, e quatro intensidades de geada (experimento 1) e cinco híbridos de canola e duas condições de aclimatação. Intensidades de geada de até -3 °C não causaram danos significativos nas plantas, as quais se recuperaram rapidamente e mantiveram a produção de matéria seca. Já a geada com temperatura de -6 °C foi letal para todos os híbridos. A aclimatação proporcionou maior resistência à geada, garantindo a produção de matéria seca, devido ao menor dano nas folhas, em relação às não aclimatadas, que foram severamente afetadas pela geada com temperatura de -4 °C. Dependendo da intensidade da geada, a aclimatação é um fenômeno que confere maior tolerância às plantas de canola, garantindo a produção de matéria seca.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Brassica napus*, congelamento, aclimatação.

## ACCLIMATIZATION AND FROST INTENSITY IN CANOLA

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the extent of cold injury resulted from different frost intensity in hardened and unhardened canola plants.. Experiments were carried out under controlled environment (growth chamber and greenhouses) using five hybrids of canola. These were grown in pots under green house conditions. Acclimatized and not acclimatized hybrid plants were exposed to four freezing temperatures each treatments there freezing temperatures of up to -3 °C did not cause significant injury to the plants, which did recover well producing dry matter at normal levels. However, freezing temperatures of -6 °C was lethal for all the hybrids. At freezing temperatures of -4 °C, acclimatization provided some frost hardening which allowed the hybrids produce higher dry matter than those not acclimatized. It is concluded that depending on frost intensity acclimatization may reduce injury resulting from low temperatures in canola.

**KEY WORDS:** *Brassica napus* L., freezing, acclimatization.

**INTRODUÇÃO:** O cultivo da canola, além de produzir óleo para consumo humano, tem despertado interesse para a produção de biocombustíveis, devido ao alto teor de óleo no grão, que é em torno de 38%. Também se constitui em alternativa de inverno para a diversificação nos sistema de produção de trigo na Região Sul (TOMM, 2000). No Brasil se cultivava apenas canola de primavera (*Brassica napus* L. Var. oleifera), a qual se adapta melhor em locais que tenham temperatura média em torno de 20°C, considerada ótima para a espécie, embora suporte oscilações entre 12 °C e 30 °C sem afetar seu desenvolvimento (THOMAS, 2003). Abaixo do limite inferior, o crescimento é mantido numa taxa menor até, aproximadamente, 0 °C (temperatura base) (NANDA et al., 1996; VIGIL et al., 1997; THOMAS, 2003). A partir de -3 °C a -4 °C a temperatura passa a ser prejudicial causando a morte das plântulas (THOMAS, 2003). Porém, se as plantas forem submetidas a um período de aclimação, tornam-se mais tolerantes a geadas devido a modificações no padrão celular (STEFANOWSKA et al., 1999). Na região em que se cultivava canola atualmente (Sul do Brasil) é comum a ocorrência de temperatura baixas no início do crescimento das plantas, já que a semeadura é realizada de abril a julho. Também se verifica a ocorrência de geadas antes que a cultura passe por um período de temperaturas baixas não letais. Portanto, é importante quantificar os danos provocados pela geada no início do desenvolvimento das plantas, considerando se as mesmas foram ou não submetidas a um processo de aclimação. Nesse sentido, os objetivos do trabalho foram avaliar os danos provocados por diferentes intensidade de geada e avaliar o efeito da aclimação prévia sobre a tolerância a geada.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foram realizados dois experimentos na Embrapa Trigo, em Passo Fundo-RS, em ambiente controlado de casa de vegetação e fitotrons. O delineamento experimental de ambos foi um bifatorial inteiramente casualizado, com três repetições no experimento I e seis no II. No experimento I (E1): Intensidade de geada no início do crescimento, os tratamentos constaram de cinco híbridos de canola: Hyola 401, Hyola 043, Hyola 061, Hyola 420, Hyola 060 e de quatro intensidades de geada: temperatura ambiente (TA), 0 °C (T0), -3 °C (T3) e -6 °C (T6) e no experimento II (E2) foram utilizados os mesmos híbridos e dois tratamentos de aclimação: com (CA) e sem (SA) aclimação prévia à aplicação de geada de -4 °C. A semeadura foi feita em 26/07/06 em vasos de PVC (volume de 500 ml) contendo solo. Em cada vaso foram cultivadas três plantas até o estágio de três folhas quando foi simulada a geada. No dia de simulação de geada no E1 as plantas dos tratamentos T0, T3 e T6 foram transferidas para o fitotron (Fitotron de geada) e submetidas a um ciclo térmico variando de 9,5 °C a -6 °C, enquanto o tratamento TA permaneceu na casa de vegetação. No fitotron, quando a temperatura atingiu 2,5 °C as plantas foram aspergidas com água fria para incitar a formação de cristais de gelo nas superfícies expostas, simulando a formação de geada. Na temperatura de 0 °C foi retirado um grupo de plantas referente a esse tratamento e transferido para um fitotron auxiliar (fitotron de aclimação) que estava a 2,5 °C. O mesmo foi feito nas temperaturas de -3 °C e -6 °C. As plantas permaneceram no fitotron de aclimação até que a temperatura atingiu 12 °C, quando foram transferidas para a casa de vegetação. No E2 três dias antes da aplicação da geada (-4 °C) os vasos com as plantas do tratamento de aclimação foram transferidos para o fitotron de aclimação, com temperatura e umidade do ar, respectivamente, de 12,0°C a 2,5°C e 50 a 60%, durante o dia, e de 9,5 °C a 2,0 °C e 80 a 100%, respectivamente, para temperatura e umidade do ar durante a noite. No quarto dia após o início da aclimação, as plantas do tratamento CA e aquela do tratamento SA foram transferidas para o fitotron de geada. A simulação de geada foi feita aplicando um ciclo térmico variando entre 9 °C e -4 °C. A formação da geada foi incitada conforme descrito no experimento 1. Após a simulação da geada, o tratamento CA foi novamente transferido

para o fitotron de aclimação por mais três dias, em condições idênticas àquelas antes da simulação da geada, enquanto o tratamento SA foi transferido para a casa de vegetação. As variáveis medidas em ambos os experimentos foram: queima de folha aos sete e 15 dias após a aplicação da geada (Q7 e Q15, respectivamente) e matéria seca da parte aérea das plantas restantes aos 30 dias após as simulações de geada. As avaliações de Q7 e Q15 foram feitas através da atribuição de notas de queima de folhas por três pessoas, sendo descartada a nota mais discrepante e feito a média das duas mais próximas. Os critérios foram os seguintes: sem queima de folhas, nota 0, com 20% de queima, nota 1, 40%, nota 2, 60%, nota 3, 80%, nota 4 e 100% de queima de folhas, nota 5. No caso da matéria seca, todas as plantas foram colhidas aos 30 dias após a simulação da geada e a biomassa foi colocada numa estufa de circulação forçada para secagem à temperatura de 65 °C, até massa constante, que foi determinada em balança de precisão. Os resultados de produção matéria seca foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a comparação de médias foi feita pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na avaliação qualitativa dos danos provocados pela geada (experimento 1), observou-se queima de folhas aos sete dias a partir da simulação de geada com temperatura de -3 °C, em todos os híbridos (Tabela 1). A maior porcentagem de queima ocorreu no Hyola 061 que foi de 40% da área foliar e a menor foi de 13% no Hyola 420. Na intensidade de geada de -6 °C na maioria dos híbridos ocorreu queima total das folhas ou mais de 80% da área foliar, indicando que temperaturas próximas a esse valor ao nível do solo são fatais para a canola no estágio inicial de crescimento, com 3 folhas emitidas. Também, verificou-se que somente os híbridos Hyola 401 e 043 recuperaram a área foliar danificada pela geada de -3 °C no 15º dia após a simulação, mesmo não terem apresentado os menores danos aos sete dias. Isso mostra que, dependendo da cultivar, a canola tem capacidade de recuperação da área foliar e manter o processo de produção se a geada não for muito intensa, como aquela simulada com temperatura de -6 °C, em que não foi verificada recuperação da área foliar aos 15 dias após a simulação da mesma em todos os híbridos (Tabela 1).

**Tabela 1.** Queima de folhas aos sete e quinze dias após a aplicação dos tratamentos de intensidade de geada em fitotron, em diferentes híbridos de canola. Passo Fundo, RS – 2006.

Intensidade de Geada	Híbridos de canola				
	Hyola 401	Hyola 043	Hyola 061	Hyola 420	Hyola 060
.....Queima de folhas aos 7 dias (%).....					
Ambiente	0	0	0	0	0
0 °C	0	0	0	0	0
-3 °C	30	27	40	13	20
-6 °C	100	87	87	100	100
.....Queima de folhas aos 15 dias (%).....					
Ambiente	0	0	0	0	0
0 °C	0	0	0	0	0
-3 °C	0	0	40	13	20
-6 °C	100	87	87	100	100

As intensidades de geada correspondem aos seguintes tratamentos: Ambiente (TA), 0 °C (T0), -3 °C (T3) e -6 °C (T6).

Com relação a produção de matéria seca, não houve interação significativa entre híbridos e intensidade de geada. As diferenças entre híbridos não foram significativas (Tabela 2), mas em média, ocorreu uma redução significativa na produção de matéria seca na intensidade de geada

de -6 °C, em relação aos demais tratamentos (Tabela 3). Isso está de acordo com as maiores porcentagens de queima de folhas verificado no mesmo tratamento de intensidade de geada (-6 °C), tanto a sete quanto a 15 dias. Entre os demais tratamentos a diferença não foi significativa, indicando que temperaturas até -3 °C não são letais às plantas e que os danos provocados são recuperados com o passar do tempo.

**Tabela 2.** Produção média de matéria seca de híbridos de canola submetidos a simulações de geada. Passo Fundo, RS – 2006.

Variável	Híbridos de canola				
	Hyola 401	Hyola 043	Hyola 061	Hyola 420	Hyola 060
Matéria seca (g)	0,96 a	1,12 a	1,02 a	1,15 a	1,00 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

**Tabela 3.** Produção de matéria seca de canola em função de diferentes intensidades de geada. Passo Fundo, RS – 2006.

Variável	Intensidade de geada			
	Ambiente	0 °C	-3 °C	-6 °C
Matéria seca (g)	1,35 a	1,47 a	1,27 a	0,11 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

No experimento 2, verificou-se que a queima de folha foi mais intensa nas plantas de canola que não passaram pelo processo de aclimação prévia, atingindo mais de 80% de queima de folha, com a maioria dos híbridos alcançando valores próximos a 100%. Isso mostra que o processo de aclimação, ou seja, que um período de frio antes de uma geada de até -4 °C, torna a canola mais resistente ao frio pela modificação no padrão celular (STEFANOWSKA et al., 1999), reduzindo danos. O efeito da aclimação é ressaltado pela avaliação de queima de folhas aos 15 dias após a simulação da geada, em que as plantas não aclimatadas não apresentaram recuperação da área foliar.

**Tabela 4.** Queima de folhas aos sete e quinze dias após simulação de geada em fitotron, em diferentes híbridos de canola, com e sem a condição de aclimação prévia. Passo Fundo, RS – 2006.

Aclimação	Híbridos de canola				
	Hyola 401	Hyola 043	Hyola 061	Hyola 420	Hyola 060
.....Queima de folhas aos 7 dias (%).....					
Com	10	43	20	0	0
Sem	83	100	98	98	88
.....Queima de folhas aos 15 dias (%).....					
Com	0	0	0	0	0
Sem	67	100	98	98	92

Também no experimento 2, a tendência verificada na queima de folhas se manteve na produção de matéria seca 30 dias após a simulação da geada. A interação não foi significativa entre os tratamentos, como também não foi significativa a diferença entre híbridos (Tabela 5), mostrando que os mesmos respondem de forma semelhante, tanto quanto a condição de aclimação prévia das plantas, quanto a resistência a geada de -4 °C. Com relação a produção de matéria seca sob condição de aclimação (Tabela 6), observou-se diferenças significativa entre as plantas aclimatadas e não aclimatadas, com redução de cerca de 91% na produção de

matéria seca pelas plantas não aclimatadas, em relação às aquelas aclimatadas. A aclimação por temperaturas não deletérias antes da ocorrência de uma geada promove modificações anatômicas e/ou fisiológicas que proporcionam às plantas de canola condições de suportarem, até uma determinada temperatura, os efeitos danosos de uma geada.

**Tabela 5.** Produção média de matéria seca de plantas, aclimatadas e não aclimatadas, de híbridos de canola submetidos a simulação de geada com temperatura de -4 °C Passo Fundo, RS – 2006.

Variável	Híbridos de canola				
	Hyola 401	Hyola 043	Hyola 061	Hyola 420	Hyola 060
Matéria seca (g)	0,72 a	0,50 a	0,60 a	0,55 a	0,65 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

**Tabela 6.** Produção de matéria seca de plantas de canola aclimatadas e não aclimatadas e submetidas a geada com temperatura de - 4°C. Passo Fundo, RS – 2006.

Variável	Aclimação	
	Com	Sem
Matéria seca (g)	1,13 a	0,10 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

**CONCLUSÕES:** Plantas submetidas a um processo de aclimação prévio antes da ocorrência de geada de baixa intensidade resistem melhor aos efeitos do frio. Geadas intensas são letais para a canola no estágio de 3 folhas.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

NANDA, R.; BHARGAVA, S. C.; TOMAR, D. P. S.; RAWSON, H. M. Phenological development of *Brassica Campestris*, *B. Juncea*, *B. Napus* and *B. Carinata* grown in controlled environments and from 14 sowing dates in the field. **Fields Crops Research**, v. 46, p. 93-103, 1996.

STEFANOWSKA, M.; KURAS, M.; KUBACKA-ZEBALSKA, M.; KACPERSKA, A. Low temperature affects pattern of leaf growth and structure of cell walls in winter oilseed rape (*Brassica napus* L., var. *oleifera* L.). **Annals of Botany**, v. 84, p. 313-319, 1999.

THOMAS, P. Effects of temperature, frost and hail on canola growth. **Canola growers manual**. 2003. Disponível em: <<http://www.directfocus.com/canolamanual>>. Acesso em: 14 maio 2007.

TOMM, G. O. **Situação atual e perspectivas da canola no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 2 p.html. 4 ilustr. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 58). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_co58.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co58.htm)>.

VIGIL, M. F.; ANDERSON, R. L.; BEARD, W. E. Base temperature and growing-degree-hour requirements for the emergence of canola. **Crop Science**, v. 37, p. 844-849, 1997.