

# TEMPERATURA DE FOLHAS DA CANOLA EM NOITES ANTERIORES À OCORRÊNCIA DE GEADA

Samuel Kovaleski<sup>1</sup>; Genei Antonio Dalmago<sup>2</sup>; Arno Bernardo Heldwein<sup>1</sup>; Jorge Alberto de Gouvêa<sup>2</sup>  
Autor para correspondência: samtotes@hotmail.com

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria, UFSM; <sup>2</sup>Embrapa Trigo

## RESUMO

O objetivo do trabalho foi caracterizar a evolução da temperatura de folhas (Tf) de canola em noites antecedendo ocorrência de geada. As avaliações foram realizadas em campo, na área experimental da Embrapa Trigo, em 2014 e em 2016. A Tf foi medida em dias diferentes no período noturno antecedendo a ocorrência de geada severa (GS), geada forte (GT), geada moderada (GM), geada fraca (GF), dia frio (DF) e noite sem geada (SG). A diferença média de Tf em relação à temperatura do ar (Tar) foi de -0,17 °C, -0,86 °C, -0,56 °C, -0,92 °C, -1,43 °C e -1,58 °C, respectivamente, para SG, DF, GF, GM, GT e GS. Em dias com temperatura mínima do ar (Tn) menor que 5 °C, a redução da Tf foi mais intensa das 17h até às 20h e correspondeu entre 55% e 65% do total da redução para atingir a temperatura mínima das folhas (Tnf). Essa relação possibilita estimar a Tnf pela equação: Tnf: -1,66 \* (Tar17h - Tar20h) + 10,03.

**PALAVRAS-CHAVE:** temperatura mínima do ar; Brassica; congelamento

## TEMPERATURE OF LEAVES OF CANOLA ON NIGHTS PRECEDING FROST OCCURRENCE

## ABSTRACT

The objective of this work was to characterize the evolution of canola temperature leaves (Tf) on nights preceding frost occurrence. The evaluations were carried out in the field, in the experimental area of Embrapa Trigo, located in Passo Fundo, RS, in 2014 and 2016. Tf was measured during the night, preceding days with severe frost (GS), strong frost (GT), moderate frost (MG), mild frost (GF), cold day (DF) and night without frost (SG). The mean difference of Tf and the air temperature (Tar) was -0.17 °C, -0.86 °C, -0.56 °C, -0.92 °C, -1.43 °C and -1.58 °C in SG, DF, GF, GM, GT, and GS, respectively. On days with air minimum temperature (Tn) lower than 5 °C, the Tf reduction was more intense from 5 pm to 8 pm and corresponded from 55% to 65% of the total reduction to reach the minimum leaf temperature (Tnf). This relation makes it possible to estimate Tnf by the equation: Tnf: -1.66 \* (Tar5pm-Tar8pm) +10.03.

**KEY-WORDS:** minimum air temperature; Brassica; freezing

## INTRODUÇÃO

A ocorrência de geadas na região sul do Brasil, frequentemente, provoca danos à cultura da canola (*Brassica napus* L. var. *oleifera*) (KOVALESKI, 2019) em diversos órgãos das plantas, especialmente nas folhas. As folhas são os principais órgãos responsáveis pela fotossíntese e, portanto, a ocorrência de geadas com danos pode influenciar negativamente a assimilação de fotoassimilados, comprometendo o crescimento e o desenvolvimento e provocando impacto direto na produtividade de grãos. Uma das formas de avaliação de

possíveis danos é a caracterização da evolução da temperatura das folhas da canola em noites que antecedem à formação de geadas. Essas informações ainda não são conhecidas para a canola e podem auxiliar na quantificação da relação entre a temperatura das folhas e outras variáveis ambientais e micrometeorológicas, no desenvolvimento de parâmetros para a estimativa da temperatura das folhas de canola em noites com geada, bem como para a previsão de danos causados por geadas à cultura por meio de modelagem. Isso se torna importante, uma vez que a ocorrência de geadas na região sul do Brasil tem elevadas irregularidade cronológica e variabilidade espacial, além de imprecisão na previsibilidade.

## OBJETIVOS DO TRABALHO

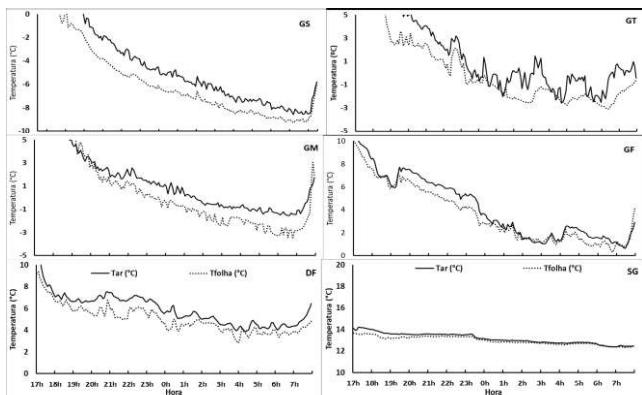
Os objetivos deste trabalho foram caracterizar e desenvolver parâmetros numéricos para a evolução da temperatura de folhas de canola em noites com diferentes intensidades de frio, antecedendo a formação de geada.

## MATERIAIS E MÉTODOS

As medições da temperatura de folhas (Tf) de canola foram realizadas em dois anos, em ensaios conduzidos em campo na área experimental da Embrapa Trigo, em Coxilha, RS (28°10'S, 52°19'W e 686 m de altitude). Em 2014, foram três datas de semeadura, e, em 2016, foram seis, visando a distribuir distintos estádios fenológicos em datas com ocorrência de geada. Nos dois anos utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições. A Tf foi medida com termopares de cobre-constantan (Tipo T), instalados internamente na nervura principal de folhas completamente expostas em plantas em estádio vegetativo, localizadas no centro de cada experimento. O número de folhas avaliadas variou de três a nove. Classificou-se a intensidade de frio em função da temperatura mínima do ar (Tn) em uma posição de referência (R), instalada a 1,5 m do solo, no centro dos experimentos, da seguinte forma: noites com Tn inferior a -5 °C (geada severa - GS); Tn entre -5 °C a -2 °C (geada forte - GT); Tn entre -2 °C a 0 °C (geada moderada - GM); Tn entre 0 °C a 2°C (geada fraca - GF); Tn entre 2 °C a 5 °C (dia frio - DF) e Tn maior que 5 °C (dias sem geada (SG). A determinação da temperatura das folhas foi realizada das 17h do dia anterior até as 8h do dia de ocorrência da Tn, em datas selecionadas, que atenderam os critérios de classificação da intensidade de frio. As datas foram: 12/06/2016 (GS - Tn: -8,6 °C), 20/06/2016 (GT - Tn: -2,6 °C), 01/05/2016 (GM - Tn: -1,6 °C), 19/06/2014 (GF - Tn: 0,6 °C), 04/06/2014 (DF - Tn: 3,9 °C) e 17/06/2016 (SG - Tn: 12,4 °C). Os dados foram analisados por meio de regressão linear simples.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tf foi menor do que a Tar no período noturno (18h-7h) durante 99%, 99%, 83%, 88%, 94% e 100% do tempo em SG, DF, GF, GM, GT e GS, respectivamente, sendo que a diferença média entre Tf e Tar aumentou com a intensidade de frio de -0,17 °C, -0,86 °C, -0,56 °C, -0,92 °C, -1,43 °C até -1,58 °C, respectivamente (Figura 1). A maior diferença de Tf e Tar, em maiores intensidades de frio, deveu-se à perda energética da superfície mais elevada (KALMA et al., 1992). A Tnf foi 0,07 °C, 1,06 °C, 0,34 °C, 1,98 °C, 0,52 °C e 0,69 °C menor do que a Tn em SG, DF, GF, GM, GT e GS, respectivamente (Figura 1). Em 2014 (DF e GF), a Tnf ocorreu antes da Tn, enquanto que, em 2016 (SG, GM, GT e GS), a Tnf ocorreu após Tn. Essa resposta indica que, em 2014, o resfriamento do ar foi provocado principalmente por perda radiativa, enquanto que, em 2016, a advecção de ar frio parece ter apresentado importância significativa no resfriamento. Em 2014, o experimento foi instalado em meia encosta no terreno, enquanto que, em 2016, foi instalado em uma depressão, favorável ao acúmulo de ar frio (SILVA; MINUZZI, 2016).



**Figura 1.** Evolução da temperatura do ar (Tar) e das folhas (Tfolha) de plantas de canola cultivadas em campo, em noite antecedendo a formação de geada severa (GS), forte (GT), moderada (GM), fraca (GF), dia frio (DF) e sem geada (SG), definida de acordo com limites de temperatura mínima do ar (Tn). Passo Fundo, RS, 2019.

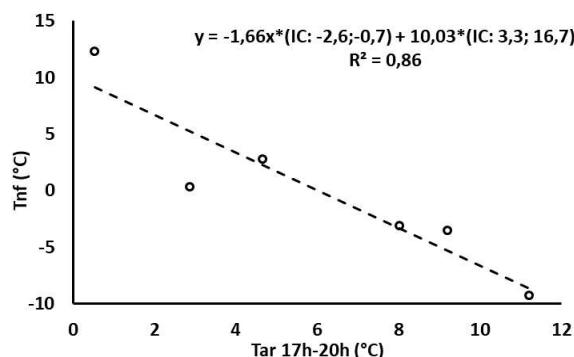
Em dias com Tn menor que 5 °C, a redução da Tf das 17h até as 20h correspondeu entre 55% a 65% da redução total da Tf até atingir a Tn, exceto em GF, quando o aumento da velocidade média do vento de 0,4 m s<sup>-1</sup> para 1,4 m s<sup>-1</sup> das 19h até 19h45 (dados não mostrados) provocou aumento de 1,3 °C na Tf. No período das 17h até 20h, o coeficiente *b* das regressões indicou que a taxa de redução da Tf em GM foi maior do que em GS e GT (que não diferiram), enquanto que, em GF e DF, a redução da Tf foi semelhante, porém em taxa inferior à GS, GT e GM e superior à SG (Tabela 1). No período das 17h até a ocorrência da Tnf, a taxa de redução de Tf em GS e GM foram similares e maiores do que em GT e GF. Em DF, a taxa de redução de Tf foi maior do que em SG e menor do que em GS, GM, GT e GF (Tabela 1). A maior disponibilidade energética em GM, definiu o maior potencial de perda energética em GM, comparada às demais condições. Segundo a Lei de Stefan-Boltzmann, a energia irradiada por uma superfície é diretamente proporcional à sua temperatura, o que, em associação à atmosfera límpida, sem vento e com baixa umidade no ar, favoreceu o resfriamento radiativo e explicou a maior redução da Tf em GM do que em GT e GS, quando a Tnf foi menor do que em GM.

**Tabela 1.** Coeficiente linear (a), coeficiente angular (b), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e intervalo de confiança dos coeficientes da regressão em função do tempo e temperatura das folhas em noite antecedendo a formação de geada severa (GS), forte (GT), moderada (GM), fraca (GF), dia frio (DF) e sem geada (SG). Passo Fundo, RS, 2019.

Período	b	a	$R^2$	Intervalo de confiança			
				Inferior	Superior	Inferior	Superior
				b	b	a	a
GS							
17h-Tnf	-0,81*	0,13 <sup>ns</sup>	0,83	-0,86	-0,75	-0,31	0,58
17h-Tf20	-2,76*	4,32*	0,88	-3,12	-2,40	3,70	4,94
20h-Tnf	-0,50*	-4,28*	0,96	-0,52	-0,48	-4,39	-4,17
GT							
17h-Tnf	-0,61*	4,01*	0,77	-0,66	-0,56	3,61	4,40
17h-Tf20	-1,96*	6,79*	0,62	-2,50	-1,43	5,86	7,72

20h-Tnf	-0,41*	0,94*	0,74	-0,45	-0,37	0,68	1,20
GM							
17h-Tnf	-0,92*	7,35*	0,77	-0,99	-0,84	6,73	7,96
17h-Tf20	-3,77*	13,35*	0,92	-4,16	-3,38	12,66	14,03
20h-Tnf	-0,50*	1,85*	0,94	-0,52	-0,48	1,72	1,98
GF							
17h-Tnf	-0,59*	7,85*	0,92	-0,62	-0,57	7,64	8,07
17h-Tf20	-1,03*	8,87*	0,70	-1,26	-0,80	8,47	9,28
20h-Tnf	-0,51*	5,53*	0,88	-0,55	-0,48	5,32	5,74
DF							
17h-Tnf	-0,32*	7,20*	0,76	-0,35	-0,29	7,00	7,41
17h-Tf20	-1,06*	8,32*	0,83	-1,22	0,90	8,04	8,61
20h-Tnf	-0,27*	6,01*	0,63	-0,31	-0,23	5,82	6,21
SG							
17h-Tnf	-0,08*	13,58*	0,89	-0,08	-0,07	13,54	13,62
17h-Tf20	-0,17*	13,63*	0,70	-0,21	-0,13	13,56	13,70
20h-Tnf	-0,09*	13,43*	0,90	-0,10	-0,09	13,40	13,47

No período das 20h até a ocorrência da Tnf, a redução da Tf não diferiu entre GS, GM e GF, mas foi maior do que em GT. Em DF, a taxa de redução de Tf foi maior do que em SG e menor do que nas demais condições (Tabela 1). Essa resposta indica que, em noites com geada, a Tnf possui baixa relação com a redução da Tf após 20h. No entanto, a regressão entre a redução da Tar das 17h até 20h com a Tnf apresentou coeficiente  $b$  e  $a$  significativos (Figura 2), demonstrando que a Tnf possui alta relação com a redução da Tar entre as 17h e às 20h da noite anterior à geada. Isso demonstra ser possível estimar a Tnf de plantas de canola com a redução da Tar nas primeiras horas da noite, o que está diretamente relacionado com a disponibilidade e perda de energia da superfície neste período.



**Figura 2.** Relação entre a redução da temperatura do ar das 17h às 20h (Tar17h-Tar20h) e temperatura mínima das folhas (Tf) de plantas de canola cultivadas a campo, em noite antecedendo a formação de geada severa, forte, moderada, fraca, dia frio e sem geada. Passo Fundo, RS, 2019.

## CONCLUSÃO / CONCLUSION

A temperatura das folhas é menor do que a temperatura do ar em noites com ocorrência de geada radiativa. A temperatura mínima de folhas da canola tem alta relação com a redução da temperatura do ar no período das 17h até às 20h do dia anterior à geada, sendo possível estimá-la com a equação:  $T_{nf} = -1,66 * (Tar17h - Tar20h) + 10,03$ .

## APOIO / ACKNOWLEDGMENT

Os autores agradecem à Capes, ao CNPq, à Embrapa Trigo e à Universidade Federal de Santa Maria, pelo apoio recebido para a condução do trabalho.

## REFERÊNCIAS / REFERENCES

KALMA, Jetse D. et al. **Advances in bioclimatology 2. The Bioclimatology of Frost.** Berlin: Springer, 1992. 158 p.

KOVALESKI, Samuel. **Caracterização, quantificação e modelagem de danos provocados pela geada no período reprodutivo da canola.** 2019. 208 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2019.

SILVA, Alessandro da.; MINUZZI, Rosandro Boligon. Modelagem estatística para previsão de geada de radiação. **Ciência e Natura**, Santa Maria, ano 38, n. 3, p.1453-1460, set./dez. 2016.