



## INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS NO ACÚMULO DE GRAUS DIA EM CANOLA<sup>1</sup>

Elizandro Fochesatto<sup>2</sup>, Astor H. Nied<sup>3</sup>, Homero Bergamaschi<sup>4</sup>, Genei A. Dalmago<sup>5</sup>, Gilberto R. da Cunha<sup>6</sup>, , Jorge A. de Gouvêa<sup>7</sup>, Samuel Kovaleski<sup>8</sup>, Anderson Santi<sup>7</sup> Mariane Ambrósio dos Santos<sup>9</sup>

<sup>1</sup> Extraído da tese de Doutorado do primeiro autor, a partir de pesquisa conjunta entre a UFRGS e a EMBRAPA Trigo, com auxílio do CNPq.

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Mestrando em Fitotecnia da UFRGS. Porto Alegre, RS, Brasil, Bolsista FAPERGS. E-mail: elizandrofochesatto@hotmail.com

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo, Dr., Professor da UNEMAT. Tangará da Serra, MT, Brasil. E-mail:

<sup>4</sup> Eng. Agrônomo, Dr., Professor da UFRGS. Porto Alegre, RS, Brasil, Bolsista PQ1B CNPq

<sup>5</sup> Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador da EMBRAPA Trigo, Passo Fundo, RS, Brasil, Bolsista PQ2 CNPq.

<sup>6</sup> Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador da EMBRAPA Trigo, Passo Fundo, RS, Brasil, Bolsista DT1 CNPq

<sup>7</sup> Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador da EMBRAPA Trigo, Passo Fundo, RS, Brasil.

<sup>8</sup> Eng. Agrônomo, Mestrando em Engenharia Agrícola da UFSM. Santa Maria, RS, Brasil, Bolsista Capes.

<sup>9</sup> Aluna de Agronomia da IDEAU. Getúlio Vargas, RS, Brasil, Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPq.

### RESUMO

O conhecimento da influência das condições ambientais na duração do ciclo de canola é necessário, para conhecer melhor os processos biológicos envolvidos na produção das plantas. Assim, este trabalho objetivou avaliar a associação entre variáveis ambientais e o acúmulo térmico necessário para completar os subperíodos de desenvolvimento e o ciclo total da canola. Experimentos de campo foram conduzidos em 2010 e 2011, com genótipos de canola Hyola 432 e Hyola 61 semeados de abril a julho, em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. Foram avaliadas as datas de ocorrência dos principais estádios fenológicos e, a partir de dados meteorológicos, foram calculadas médias e valores acumulados de seus elementos, balanços hídricos climatológicos, horas de frio e a soma de graus-dia, por subperíodo de desenvolvimento, para cada ano e semeadura. Com esses dados foi efetuada a análise de correlação de Pearson, entre o acúmulo térmico e as variáveis ambientais de cada subperíodo e no ciclo da canola. Verificou-se que as condições ambientais extremas afetaram a duração dos subperíodos de desenvolvimento da canola. Com o aumento da temperatura mínima do ar no período vegetativo, há redução da necessidade térmica. Por outro lado, temperatura do ar acima de 27 °C no período reprodutivo com excesso hídrico aumentou a necessidade térmica. Durante o período reprodutivo, o estresse hídrico reduziu a necessidade térmica. A duração dos subperíodos e do ciclo total de desenvolvimento da canola é dependente das variações das condições do ambiente físico.

Palavras-chave: *Brassica napus*, colza, soma térmica, temperatura do ar.

### INTRODUÇÃO

A área de cultivo da canola vem aumentando nos estados do Sul do País e há grande interesse na expansão da cultura para a região tropical do Brasil (TOMM et al., 2012). Para que isso se efetive, de maneira adequada, há a necessidade de avanços significativos em pesquisas, que permitam a compreensão dos diversos processos biológicos envolvidos na produção da planta.

Para a canola, ainda são escassos estudos que avaliam a influência das condições ambientais no desenvolvimento da cultura, apesar dos avanços significativos nos últimos anos. Estes estudos são necessários para dar suporte ao desenvolvimento de novas estratégias de manejo para a canola, além, de dar suporte ao refinamento do zoneamento da cultura no Brasil.

A temperatura do ar é o elemento meteorológico que mais influencia a fenologia e o desenvolvimento das plantas (STRECK, 2002) e, portanto, a duração do ciclo pode ser afetada por temperatura do ar inferior e/ou superior aos limites críticos da cultura, podendo provocar alterações na duração dos subperíodos de desenvolvimento da planta e no ciclo total da mesma. Já é conhecido o efeito de temperaturas negativas na canola, causando danos ao tecido foliar e provocando a morte das mesmas (DALMAGO et al., 2010). Nestas situações, as plantas danificadas necessitam passar por um período de recuperação, podendo aumentar as necessidades térmicas em um determinado período e também para completar o ciclo. É o caso, por exemplo, do estresse de curta duração por temperatura do ar durante o florescimento, em que as plantas emitem novas flores na haste principal e nas hastes secundárias, aumentando o tempo de duração do reprodutivo, (THOMAS, 2003).

A disponibilidade hídrica no solo também pode influenciar a duração do ciclo das culturas. A diminuição dos teores de água no solo reduz a expansão do sistema radicular e o crescimento da área foliar no período vegetativo, a qual poderá ser recuperada assim que ocorrer precipitação pluvial (THOMAS, 2003). Desta forma a duração do período vegetativo pode ser acelerada ou retardada. Quando o estresse hídrico ocorre no período de alongação do caule e no período reprodutivo, estes estádios serão reduzidos (FOCHESATTO, 2012). Se o estresse hídrico for combinado com altas temperaturas do ar o efeito de alteração do ciclo e dos subperíodos é potencializado. Em colza, a ocorrência de déficit hídrico pode prolongar a duração do ciclo todo, com aumento principalmente nos períodos vegetativo e de enchimento de grãos (CHAMPOLIVIER & MERRIEN, 1996; FOCHESSATTO, 2012).

Objetivo do trabalho foi avaliar a influência de variáveis ambientais no acúmulo térmico necessário para completar os subperíodos de desenvolvimento e o ciclo total da canola.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Para a realização deste trabalho foram conduzidos experimentos em áreas experimentais da EMBRAPA Trigo, em Coxilha, RS (28°11'40"S; 52°19'20"W; 713 m de altitude), em 2010 e em Passo Fundo, RS (28°13'41"S; 52°24'04"W; 681 m de altitude), no ano de 2011. Foi utilizado um delineamento experimental em blocos casualizado, com quatro repetições, com parcelas de 30 m<sup>2</sup> (5 m de comprimento e 6 m de largura). A região apresenta clima Cfa, segundo a classificação de Köppen.

Os genótipos de canola utilizados foram os híbridos Hyola 61 e Hyola 432, semeados para obter densidade de 40 plantas m<sup>-2</sup>. As datas de semeadura do experimento de 2010 foram 29 de abril, 13 de maio, 03 de junho e 08 de julho, e em 2011 foram 19 de maio, 10 de junho, 5 de julho e 26 de julho. A adubação da canola foi realizada de acordo com os resultados da análise química de solo e da necessidade da cultura e os tratos fitossanitários foram aplicados conforme indicação para a cultura (TOMM et al., 2009).

A fenologia da canola foi observada três vezes por semana, determinando as datas de ocorrência dos principais estádios, segundo critérios adaptados de Iriarte & Valetti (2008).

Os dados meteorológicos diários necessários para a realização do trabalho foram coletados

nas estações meteorológicas convencional e automática do Instituto Nacional de Meteorologia, localizadas na sede da Embrapa Trigo (28°15'43"S; 52°24'24"W; 684 m de altitude). Para caracterizar as condições hídricas do solo foi calculado o balanço hídrico diário, conforme método de Thornthwaite & Mather (1955), considerando 75 mm para a capacidade de armazenagem de água disponível. A evapotranspiração de referência ( $E_{To}$ , mm dia<sup>-1</sup>) foi calculada pelo método de Penman-Monteith (PEREIRA et al., 1997). Da estação automática foram contabilizados o número de horas com temperaturas inferiores a 7,5 (horas de frio) e superiores a 27 °C (temperatura do ar elevada).

A partir dos dados fenológicos foi realizado o cálculo da soma de graus-dia (ST, graus-dia) pelo método residual, considerando a temperatura base inferior ( $T_b$ ) de 5°C. Também foram acumuladas as horas com temperaturas do ar inferiores (horas de frio) e superiores (temperaturas elevadas) a 7,5 e 27,0 °C, respectivamente. Em cada ano, a soma térmica necessária para completar os subperíodos de desenvolvimento fenológico e o ciclo total da canola foi correlacionada com variáveis ambientais derivadas do balanço hídrico, as temperatura do ar máxima, mínima e média, a umidade relativa do ar, a precipitação pluvial, a radiação solar global, o número de horas de frio e de estresse térmico em cada subperíodo estudado e no ciclo total dos híbridos. As análises de correlação de Pearson foram realizadas com o pacote estatístico SAS.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acúmulo de graus-dia (GD) variou de 1.212 a 1.328 e de 1.500 a 1.650 GD, considerando todas as datas de semeadura e híbridos utilizados, com média de 1.261 e de 1.588 GD para os anos de 2010 e 2011 respectivamente. Observando os valores GD médios, em 2011 o acúmulo de GD foi 21% superior a 2010. Os resultados encontrados neste trabalho, nos anos de 2010 e 2011, são menor e semelhante aos 1.577 GD encontrados por Luz et al. (2011) para o ciclo total da canola. Isto demonstra que as condições ambientais nos anos de 2010 e 2011 foram diferentes. Em 2011, o excesso hídrico e a ocorrência de geadas prejudicaram o desenvolvimento da cultura, o que não ocorreu em 2010.

As correlações das variáveis ambientais com a soma térmica, nos diferentes subperíodos de desenvolvimento da canola, evidenciaram maior número de correlações significativas em 2010 do que em 2011 (Tabela 1). O acúmulo de GD apresentou correlação negativa com as temperaturas média e mínima do ar (TMA e TN) somente em 2010, no subperíodo de emergência a roseta (EM-FR). Isto indica que, com o aumento da TMA e TN reduziu o acúmulo de GD para completar o mesmo. Nestas circunstâncias, em temperatura do ar muito distante da ideal (20 °C) as plantas não se desenvolvem normalmente (EDWARDS & HERTEL, 2011).

O número de horas com temperatura do ar acima de 27 °C ( $Stres\_T$ ), no período que compreende o início do florescimento até as siliquis com 4 cm e início do florescimento até o final do florescimento (IF-G3 e IF-FF), em 2010 e 2011 respectivamente, aponta para um aumento da necessidade térmica quando a temperatura do ar se eleva acima dos 27 °C. (Tabela 1). Isto é causado pelo estresse térmico que a cultura sofre (THOMAS, 2003; EDWARDS & HERTEL, 2011), reduzindo e ou até inibindo os processos de crescimento e desenvolvimento da canola. No subperíodo de IF-G3 e siliquis com 4 cm até a maturação dos grãos (G3-G5) em 2010 e IF-FF em 2011, o acúmulo térmico teve associação positiva com a evapotranspiração de referência e real ( $E_{To}$ ,  $E_{TR}$ ) e com excesso hídrico (EXC). Considerando que o EXC, é causado por elevação na frequência e na quantidade de precipitação pluvial ocorrida, provoca excesso de umidade no solo, a cultura necessita maior acúmulo de GD para completar os respectivos subperíodo, em relação a períodos normais de disponibilidade hídrica. Isto pode estar associado à baixa radiação solar global ( $R_g$ ) e precipitação pluvial acima do normal, causando excesso de água no solo e afetando o desenvolvimento da canola, uma vez que a mesma apresenta sensibilidade ao excesso hídrico

(THOMAS, 2003; EDWARDS & HERTEL, 2011). Já quando comparado acúmulo de GD com ETO e ETR, verifica-se que as plantas passam por períodos de deficiência hídrica, fazendo com que ocorra aumento no acúmulo de GD para completar os subperíodos (IF-G3 e IF-FF). Porém, em 2011 além da ETO e ETR, a DEF também apresentou associação com o acúmulo térmico. Neste caso as plantas, provavelmente estiveram em condições de baixa disponibilidade de água no solo, alterando as taxas diárias de desenvolvimento da canola (HERTEL, 2012). Neste caso o período de deficiência hídrica, provavelmente, foi curto e as plantas tornaram a florescer e emitir novas hastes, aumentando as necessidades térmicas. Em 2010, o acúmulo de GD no estágio FR\_IF teve associação negativa com DEF (Tabela 1). Nesta etapa de desenvolvimento, períodos de baixa precipitação pluvial, associados à elevação da Rg, aceleram o crescimento (TESFAMARIAM, 2004) reduzindo a soma térmica. Isso está intimamente ligado com estresse durante o subperíodo de FR-IF, o qual também é considerado sensível ao stress.

**Tabela 1.** Correlações de Pearson entre a soma térmica nos subperíodos de desenvolvimento de canola e variáveis do ambiente físico, para quatro datas de semeadura em Passo Fundo-RS, nos anos de 2010 e 2011.

	TMA	TX	TN	AT	FRIO	STRESS_T	U2	Rg	ETo	ETR	DEF	EXC
-----Ano de 2010-----												
SE-EM	0,31	0,10	0,52	-0,64	-0,32	,	-0,06	-0,53	0,40	0,45	-0,13	0,33
<i>P</i>	0,45	0,81	0,19	0,09	0,44	,	0,89	0,18	0,32	0,26	0,75	0,42
EM-FR	-0,89	-0,59	-0,87	0,03	0,79	-0,13	0,22	-0,29	0,40	0,56	0,03	0,68
<i>P</i>	0,00	0,12	0,01	0,95	0,02	0,76	0,60	0,48	0,33	0,15	0,95	0,06
FR-IF	-0,13	-0,06	-0,18	0,18	0,40	0,13	-0,60	-0,84	0,34	0,51	-0,75	0,36
<i>P</i>	0,76	0,88	0,67	0,67	0,33	0,76	0,12	0,01	0,41	0,20	0,03	0,38
IF-G3	0,26	0,25	0,22	-0,01	0,36	0,79	-0,30	-0,06	0,95	0,83	0,59	0,77
<i>P</i>	0,53	0,55	0,60	0,99	0,39	0,02	0,46	0,90	0,00	0,01	0,13	0,02
G3-G5	0,40	0,36	0,47	0,31	-0,43	0,30	-0,37	0,20	0,91	0,92	0,61	0,61
<i>P</i>	0,32	0,38	0,24	0,45	0,29	0,47	0,37	0,63	0,00	0,00	0,11	0,11
SE-G5	-0,24	-0,21	-0,33	-0,15	0,49	-0,35	0,54	-0,21	0,05	0,31	-0,29	0,52
<i>P</i>	0,56	0,62	0,43	0,72	0,22	0,39	0,17	0,61	0,91	0,46	0,48	0,18
-----Ano 2010-----												
SE-EM	-0,67	-0,67	-0,67	0,56	0,46	0,03	0,13	-0,78	0,56	0,57	-0,60	0,81
<i>P</i>	0,07	0,07	0,07	0,15	0,25	0,94	0,75	0,02	0,15	0,14	0,12	0,02
EM-FR	0,47	0,37	0,66	-0,26	-0,10	0,65	0,82	0,17	0,64	0,71	0,05	0,53
<i>P</i>	0,24	0,37	0,08	0,54	0,81	0,08	0,01	0,68	0,09	0,05	0,90	0,18
FR-IF	0,06	0,04	0,27	-0,15	0,04	-0,22	0,77	-0,24	0,49	0,65	-0,02	0,35
<i>P</i>	0,88	0,92	0,51	0,71	0,92	0,61	0,02	0,57	0,21	0,08	0,97	0,40
IF-FF	0,45	0,46	0,41	0,53	-0,56	0,76	-0,17	0,48	0,93	0,94	0,83	-0,48
<i>P</i>	0,27	0,25	0,31	0,18	0,15	0,03	0,69	0,23	0,00	0,00	0,01	0,23
FF-G5	-0,50	-0,57	-0,46	-0,62	0,20	-0,25	-0,10	-0,34	0,54	0,68	-0,31	0,36
<i>P</i>	0,21	0,14	0,25	0,10	0,63	0,55	0,81	0,40	0,16	0,06	0,45	0,38
SE-G5	0,42	0,41	0,43	0,38	-0,35	0,45	0,38	0,43	0,70	0,77	0,46	-0,06
<i>P</i>	0,30	0,31	0,28	0,35	0,40	0,26	0,36	0,29	0,05	0,03	0,25	0,90

# Subperíodos e períodos de desenvolvimento da canola: SE-EM – semeadura à emergência; EM-FR – emergência ao final do estágio de roseta; FR-IF - final do estágio de roseta ao início de florescimento; IF-G3 – início do florescimento a síliquis com 4 cm; IF-FF – início ao final do florescimento; G3-G5 – síliquis com 4 cm à maturação; FF-G5 – final do florescimento à maturação; SE-G5 – semeadura a maturação (ciclo total); # variáveis meteorológicas e do ambiente: TMA, Tx e Tn – temperaturas média, máxima e mínima diária do ar (°C), respectivamente; AT – amplitude térmica diária (Tx – Tn); FRIO – horas de frio (Temp. < 7,5) acumuladas; STRESS\_T – horas de temperaturas do ar superior a 27°C; URA – Umidade relativa do ar média diária; U<sub>2</sub> – velocidade do vento a 2,0 m; Rg – Radiação solar global; ETo – evapotranspiração de referência (Penman-Monteith) acumulada; ETR – evapotranspiração real; DEF – déficit hídrico; EXC – excesso hídrico. # P – probabilidade de significância da correlação.

## CONCLUSÕES

A soma térmica requerida em cada subperíodo de desenvolvimento da canola está associada com as variações de temperatura do ar, radiação solar e precipitação pluvial. Temperaturas do ar extremas, deficiência e excesso hídrico alteram o requerimento térmico da canola, podendo ser maior ou menor, dependendo do subperíodo de desenvolvimento da cultura, da intensidade e do tempo de duração dos mesmos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHAMPOLIVIER, L.; MERRIEN, A. Effects of water stress applied at different growth stages to *Brassica napus* L. var. oleifera on yield, yield components and seed quality. **Eur. J Agron.** v.5, p. 153-160, 1996

DALMAGO, G. A.; CUNHA, G. R.; SANTI, A.; PIRES, J. L.F.; MÜLLER, A.L.; BOLIS, L. M. . Aclimação ao frio e dano por geada em canola **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.9, p 933-943, 2010.

EDWARDS, J.; HERTEL, K. **Canola growth and development**. 2011 Disponível em: <http://www.dpi.nsw.gov.au/aboutus/resources/bookshop/canola-growth-and-development>>. Acesso em: 14 julho. 2014.

FOCHESATTO, E. **Fenologia da colza em diversos ambientes no Rio Grande do Sul**. 2012. 54f. Relatório de estágio (graduação), Curso de Graduação em Agronomia, Instituto de Desenvolvimento Educacional do Alto Uruguai-IDEAU, 2012.

HERTEL, K .A. Canola growth and development in central western NSW. Australia agronomi conference. 2012. Disponível em: [http://www.regional.org.au/au/asa/2012/crop-production/8176\\_hertelka.htm](http://www.regional.org.au/au/asa/2012/crop-production/8176_hertelka.htm). Acesso: 14 julho 2014.

IRIARTE, L. B.; VALETTI, O. E. **Cultivo de colza**. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária – INTA, 2008. 156p.

LUZ, G. L. **Exigências térmicas e produtividade de canola em diferentes épocas de semeadura em Santa Maria- RS. 2011**. Dissertação (doutorado em agronomia) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.

STRECK, N.A. A generalized nonlinear air temperature response function for node appearance rate in muskmelon (*Cucumis melo* L.). **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.10, n.1, p.105-111, 2002.

TESFAMARIAM, E. H. **Modelling the soil water balance of canola *Brassica napus* L (*Hyola 60*)**. Pretoria: University of Pretoria; 2004. 120 p. (Dissertation of Masters) – Faculty of Natural and Agricultural Sciences – University of Pretoria.

THOMAS, P. **The growers' manual. Winnipeg: Canola Council of Canada**, 2003. Disponível em: [http://www.canolacouncil.org/canola\\_growers\\_manual.aspx](http://www.canolacouncil.org/canola_growers_manual.aspx) . Acesso em: 13 julho 2014.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. **Publications in Climatology**, Centerton, v.3, n.10, 104p., 1955.

TOMM, G. O. WIETHÖLTER, S.; DALMAGO, G. A.; SANTOS, H. P. **Tecnologia para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 88p.

(Embrapa Trigo. Documentos, 92).

TOMM, G. O.; SMIDERLE, O.; RAPOSO, R. W. C. Which is the lowest latitude for canola production? In: **INTERNATIONAL CROP SCIENCE CONGRESS**, 6., 2012, Bento Gonçalves. [Proceedings...]. [S. l.: International Crop Science Society, 2012]. 1 pen drive. Oral presentation, Resumo 3198.