

## Filocrono e número de folhas da canola em diferentes condições ambientais

Genei Antonio Dalmago<sup>(1)</sup>, Elizandro Fochesatto<sup>(2)</sup>, Samuel Kovaleski<sup>(3)</sup>, Ivonete Fátima Tazzo<sup>(4)</sup>, Laise Maria Bolis<sup>(3)</sup>, Gilberto Rocca da Cunha<sup>(1)</sup>, Astor Henrique Nied<sup>(5)</sup>, Homero Bergamaschi<sup>(5)</sup> e Anderson Santi<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS. E-mail: genei.dalmago@embrapa.br, gilberto.cunha@embrapa.br, anderson.santi@embrapa.br <sup>(2)</sup>Instituto de Desenvolvimento Educacional do Alto Uruguai, Campus II, Faculdade de Agronomia, Rua Jacob Gremmelmaier, nº 215, Centro, CEP 99900-000 Getúlio Vargas, RS. E-mail: elizandrofochesatto@hotmail.com <sup>(3)</sup>Universidade de Passo Fundo, BR 285, Km 171, Bairro São José, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS. E-mail: samtotes@hotmail.com, laisebolis46@yahoo.com.br <sup>(4)</sup>Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Sul, Rua Gonçalves Dias, 570, Bairro Menino Deus, CEP 90130-060 Porto Alegre, RS. E-mail: ivonete-tazzo@fepagro.rs.gov.br <sup>(5)</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Caixa Postal 15.100, CEP 91501-970 Porto Alegre, RS. E-mail: astornied@yahoo.com.br, homerobe@ufrgs.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi determinar o número de folhas e o filocrono de genótipos de canola, em resposta a variações térmicas associadas com datas de semeadura. Foram realizados dois experimentos, em delineamento de blocos ao acaso, com arranjo fatorial de genótipos por datas de semeadura (5x2, em 2009, e 2x3 em 2010) e quatro repetições. O número de folhas do caule principal e do primeiro ramo foi determinado três vezes por semana. O filocrono foi estimado pelo inverso do coeficiente angular entre a soma térmica e o número de folhas, para os subperíodos da roseta e do alongamento do caule. O número de folhas no caule variou de 11,5 a 16,4; nos ramos, este número foi, em média, 70% menor. O número de folhas no caule foi maior em semeaduras precoces, e o inverso ocorreu no ramo. O filocrono foi maior no subperíodo da roseta e variou entre 21,4 e 52,9 graus-dia por folha conforme o genótipo e a data de semeadura. Semeaduras tardias aumentaram o filocrono. Genótipos de ciclo precoce apresentam número de folhas e filocrono menores que genótipos de ciclo médio ou longo, e a variabilidade entre os genótipos acentua-se em semeaduras tardias.

Termos para indexação: *Brassica napus*, *Brassica juncea*, colza, emissão de folhas, fenologia, soma térmica.

## Phyllochron and number of leaves of canola in different environmental conditions

Abstract – The objective of this work was to determine the number of leaves and phyllochron of canola genotypes, in response to thermal variations associated with sowing dates. Two experiments were conducted in a randomized block design, with a factorial arrangement of genotype by sowing date (5x2, in 2009, and 2x3 in 2010), and four replicates. The number of leaves on the main stem and first branch was determined threefold a week. Phyllochron was estimated by the inverse of the slope between the thermal time and the number of leaves, at the rosette stage and at stem elongation. The number of leaves on the main stem ranged from 11.5 to 16.4; this number was on average 70% lower in the first segment. The number of leaves on the main stem was higher in early sowing, and the opposite occurred in the first segment. The phyllochron was higher in the rosette stage, and values ranged from 21.4 to 52.9 degree-days per leaf, according to genotypes and sowing dates. Late sowing dates increased the phyllochron. Early genotypes have lower number of leaves and phyllochron than medium and late genotypes, and the variability between them increase in late sowings.

Index terms: *Brassica napus*, *Brassica juncea*, rapeseed, leaf appearance, phenology, thermal time.

### Introdução

A canola (*Brassica napus* L. var. *oleifera*) é uma espécie com teores de óleo no grão em torno de 38%, o que a torna potencialmente importante para a produção de óleo comestível ou de biodiesel. Além disso, a possibilidade de ocupação de áreas ociosas durante o inverno, no Sul do Brasil, e a sua adequação a sistemas

de rotação de culturas com gramíneas, tornam o cultivo dessa oleaginosa atrativo para os agricultores (Tomm et al., 2009).

A temperatura do ar é o elemento meteorológico que mais influencia o desenvolvimento da canola (Dalmago et al., 2009), embora a espécie também responda à variação de fotoperíodo (Gomez & Miralles, 2011). Os híbridos de canola, que respondem pela maioria dos

genótipos cultivados atualmente, apresentam menor sensibilidade ao fotoperíodo e melhor desempenho com a temperatura do ar ao redor de 20°C (Robertson et al., 2004; McClinchey & Kott, 2008). A emissão de folhas ocorre de acordo com o acúmulo de graus-dia, e o acúmulo térmico entre o aparecimento de folhas sucessivas no caule de uma planta é chamado de filocrono (Wilhelm & McMaster, 1995).

O filocrono em canola é bastante variável, com valores de 24,4 (Miralles et al., 2001) até 130,0 graus-dia por folha (Gomez & Miralles, 2011). Porém, o filocrono de 50 graus-dia por folha é o utilizado com mais frequência, normalmente como valor único para os diferentes subperíodos fenológicos da canola (Morrison & McVetty, 1991; Nanda et al., 1995). Resultados recentes mostram que o filocrono em canola varia conforme a ontogenia da cultura, e essa variação está mais associada a modificações na morfologia das folhas do que a estádios fenológicos específicos (Gomez & Miralles, 2011). Neste sentido, tanto Miralles et al. (2001) quanto Gomez & Miralles (2011) observaram filocronos mais elevados nas primeiras folhas emitidas no caule do que nas últimas. No entanto, esses resultados foram obtidos, em sua maioria, com genótipos não cultivados atualmente no Brasil (Tomm et al., 2009).

Em canola, as primeiras folhas verdadeiras surgem entre quatro e oito dias após a emergência. O número total de folhas pode chegar a 30 (Thomas, 2003) ou até 35 (Nanda et al., 1995), com 10 a 17 folhas comumente presentes no caule (Gomes & Miralles, 2011). De acordo com Miralles et al. (2001), o número final de folhas em canola pode variar de 22 a 29, conforme a data de semeadura. Segundo os autores, o número final de folhas aumenta conforme a fase vegetativa se alonga, o que indica uma relação entre o número de folhas e o desenvolvimento vegetal (Streck et al., 2006).

A caracterização do crescimento e desenvolvimento da canola é um passo importante para a melhoria da eficiência produtiva desta cultura. O conhecimento da resposta de diferentes genótipos às condições térmicas do ambiente permite posicionar cada material no momento e no local mais adequados à expressão de maior produção biológica. Além disso, a duração dos subperíodos que compõem as fases vegetativa e reprodutiva das culturas apresenta relação direta com o rendimento de grãos (Walter et al., 2009). Para os genótipos de canola atualmente cultivados

no Sul do Brasil (Tomm et al., 2009), as informações relativas ao filocrono são pouco conhecidas, apesar de sua importância para modelos de crescimento e desenvolvimento da cultura, cujas variáveis de saída podem subsidiar tomadas de decisão relacionadas a práticas de manejo da cultura e à definição de períodos de semeadura e locais mais propícios para o cultivo.

O objetivo deste trabalho foi determinar o número de folhas e o filocrono da canola, em resposta a variações térmicas associadas a datas de semeadura e a diferenças entre genótipos.

## Material e Métodos

Foram realizados dois experimentos em Passo Fundo, RS, na área experimental da Embrapa Trigo (28°15'S, 52°24'W, a 687 m de altitude), nos anos 2009 e 2010. O clima da região, conforme a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, sem estação seca definida, e o solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico húmico (Streck et al., 2008).

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com o arranjo fatorial entre datas de semeadura e genótipos, com quatro repetições e parcelas de 6 m de largura por 5 m de comprimento. Os tratamentos foram: semeadura em 20/5/2009 e 3/7/2009 dos híbridos Hyola 432 (ciclo médio/precoce), Hyola 43 (ciclo precoce), Hyola 60 (ciclo longo), Hyola 61 (ciclo médio) e da espécie *Brassica juncea* (ciclo precoce); e semeaduras em 29/4/2010, 13/5/2010 e 3/6/2010, dos híbridos Hyola 61 (ciclo médio) e Hyola 432 (ciclo médio/precoce). A caracterização do ciclo dos genótipos, com exceção de *B. juncea*, foi baseada em Tomm et al. (2009), e a determinação das datas de semeadura foi feita com base no zoneamento agroclimático (Dalmago et al., 2008).

A semeadura foi realizada manualmente, no espaçamento de 0,2 m entre linhas. Trinta dias após a emergência, foi realizado o raleio manual nas parcelas, até que se atingisse a densidade de 40 plantas por m<sup>2</sup>. Considerou-se que o período de emergência foi finalizado quando 50% das plantas se encontravam visíveis. Determinou-se, então, a data final do subperíodo da roseta e do início do florescimento das plantas, para definição dos subperíodos da roseta (RS) e do alongamento do caule principal (EC), respectivamente (Tabela 1). A fenologia foi determinada com base na escala Cetion (Iriarte &

Valeti, 2008), tendo-se utilizado o início do subperíodo C2 (entrenós visíveis, com vestígios de ramificações principais) como o final de RS, e o subperíodo de D1 (inflorescência visível) a F1 (primeiras flores abertas), como o subperíodo EC.

A adubação foi realizada de acordo com a análise de solo e a necessidade da cultura da canola. Em 2009, foram utilizados 185 kg ha<sup>-1</sup> de adubo NPK da fórmula 5-25-25, na base e, como adubação de cobertura foram utilizados 100 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio, até o florescimento. Em 2010, foram utilizados 200 kg ha<sup>-1</sup> de adubo NPK 2-18-18 na base e, para cobertura, 83 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de ureia, até o florescimento. O controle de plantas daninhas e de pragas foi feito conforme a necessidade da cultura.

Após a emergência foram marcadas quatro plantas por parcela, para a contagem do número de folhas (NF) no caule e no primeiro ramo emitido lateralmente ao caule. A contagem foi realizada três vezes por semana, tendo-se considerado apenas as folhas com comprimento igual ou superior a 1 cm no momento da leitura. A contagem cessou por ocasião da abertura da primeira flor, no caule e no ramo.

Os dados meteorológicos diários das temperaturas máxima (Tx) e mínima (Tn) do ar durante o período de execução dos experimentos foram coletados na estação climatológica principal do 8º Distrito de Meteorologia, localizada na área experimental. A temperatura média do ar (T) foi calculada pelo método-padrão do Instituto Nacional de Meteorologia, citado por Pereira et al. (2002). Também foram compiladas, para essas variáveis, as normais decendiais do período de 1961 a 1990, para caracterizar, por meio da análise de correlação de Pearson, os períodos de realização dos experimentos, em escala decendial. Compararam-se os coeficientes de correlação (r), a 5% de probabilidade.

A soma térmica diária (°C por dia) foi calculada da emergência das plantas até o início do florescimento, com uso da temperatura média do ar como variável de entrada no modelo, conforme Streck et al. (2007). A temperatura-base considerada para a canola foi de 5°C (Nanda et al., 1995).

A estimativa do filocrono foi obtida para caule e ramo, em cada parcela experimental, nos subperíodos RS e EC da canola, por meio do inverso do coeficiente angular da equação de regressão entre número médio de folhas, das quatro plantas avaliadas, e a soma térmica acumulada (total de graus-dia) até as datas em que foram feitas as contagens de folhas (Morrison & McVetty, 1991). O coeficiente angular da equação de regressão correspondeu à taxa de emissão de folhas (TEF).

Cada equação foi submetida aos pressupostos estatísticos preconizados por Steel & Torrie (1980), para avaliação da regressão linear. O filocrono foi calculado apenas nas parcelas em que o coeficiente angular foi significativo pelo teste t a 10% de probabilidade. As regressões não significativas foram consideradas como parcelas perdidas. Os resultados de número de folhas e filocrono foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Realizou-se a transformação dos dados, quando necessária, para buscar a homogeneidade da variância e a distribuição normal dos erros.

## Resultados e Discussão

As principais variáveis térmicas do ar durante o experimento (T, Tn e Tx), em 2009, correlacionaram-se significativamente com as correspondentes normais climatológicas (r = 0,74, 0,73 e 0,55, respectivamente), o que é indicativo de característica térmica de ano normal. Em 2010, no entanto, as correlações não foram significativas, o que denota que o período experimental

**Tabela 1.** Datas de ocorrência dos subperíodos de emergência, roseta e início da floração de genótipos de canola, em distintas datas de semeadura.

Genótipo	20/5/2009			3/7/2009			29/4/2010			13/5/2010			3/6/2010		
	EM	RS	IF	EM	RS	IF	EM	RS	IF	EM	RS	IF	EM	RS	IF
Hyola 43	1/6	15/7	6/8	22/7	27/8	10/9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hyola 432	1/6	15/7	6/8	22/7	27/8	7/9	7/5	24/6	8/7	25/5	5/7	28/7	15/6	10/8	26/8
Hyola 60	1/6	16/7	14/8	22/7	27/8	10/9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hyola 61	1/6	16/7	12/8	22/7	28/8	14/9	7/5	24/6	11/7	26/5	4/7	29/7	15/6	10/8	27/8
<i>B. juncea</i>	1/6	10/7	31/7	22/7	28/8	14/9	-	-	-	-	-	-	-	-	-

EM, emergência (50% de plântulas emergidas); RS, estágio da roseta (seis folhas desenvolvidas, sem entrenós visíveis); e IF, início do florescimento (50% das plantas com uma flor aberta).

de 2010 não pode ser considerado como de condição climatológica normal.

O número de folhas no caule e no ramo variou conforme a interação entre data de semeadura e genótipo, em 2009, e de forma independente, em 2010 (Tabela 2). Na semeadura de 20/5/2009, todos os genótipos tiveram maior número de folhas no caule, em comparação à de 3/7/2009. Resultado similar foi observado em 2010, em que as plantas apresentaram maior número de folhas na semeadura precoce. Em média, o número de folhas no caule ficou dentro da faixa encontrada por Gomez & Miralles (2011).

A maior emissão de folhas no caule em semeaduras precoces pode ser atribuída ao crescimento das plantas sob condições mistas de fotoperíodo: decrescente, até o solstício de inverno (21/06), e crescente após essa data. A canola semeada em 3/7/2009 e em 3/6/2010 esteve sujeita apenas a condições de fotoperíodo crescente. Esse tipo de resposta está de acordo com Gomez & Miralles (2011), que observaram redução de duas folhas em razão do aumento em seis horas no fotoperíodo, entre a emergência e o florescimento. A redução no número de folhas com o atraso da semeadura, sob fotoperíodo longo e baixas temperatura do ar, também foi observada por Nanda et al. (1995). O aumento do fotoperíodo induz o florescimento e causa redução na TEF (Nanda et al., 1996).

A variabilidade do número de folhas no caule entre os genótipos aumentou com o atraso na semeadura, principalmente em 2009, quando foi observada interação significativa entre os fatores e diferenças entre genótipos (Tabela 2). Na semeadura de 20/5/2009, o híbrido Hyola 61 apresentou o maior número de folhas no caule, mas diferiu significativamente apenas do Hyola 43, enquanto que, na semeadura 3/7/2009, o maior número de folhas foi verificado no Hyola 60. Os genótipos Hyola 61 e Hyola 60 apresentam ciclos mais longos e demoram mais tempo para o florescimento (Tabela 1), o que favorece a emissão de um maior número de folhas. Essa resposta está de acordo com Burton et al. (2008), que constataram que espécies com florescimento precoce apresentam menor número de folhas no caule do que as com florescimento tardio.

Em 2009, os genótipos Hyola 432 e o Hyola 60 foram os mais estáveis na emissão de folhas, uma vez que apresentaram maior número de folhas no caule nas duas semeaduras (Tabela 2). Esse resultado indica melhor adaptação desses genótipos a diferentes condições ambientais e menor influência do ambiente sobre eles, especialmente em anos normais, como o de 2009. Esse resultado é interessante porque determinadas respostas da canola são altamente influenciadas pelas condições ambientais do ano de cultivo (Krüger et al., 2011b). No caso de *B. juncea*, especialmente na semeadura

**Tabela 2.** Número de folhas e filocrono (graus-dia por folha) no caule e no ramo de genótipos de canola, de acordo com a data de semeadura, em 2009 e 2010<sup>(1)</sup>.

Genótipo	Caule (2009)		Média	Ramo (2009)		Média	Caule (2010)			Média	Ramo (2010)			Média
	20/5	3/7		20/5	3/7		29/4	13/5	3/6		29/4	13/5	3/6	
Número de folhas														
Hyola 43	15,3bA	12,9bcB	14,1	2,2bB	3,9aA	3,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Hyola 432	16,4abA	14,1abB	15,2	2,0bA	3,5aA	2,8	14,3	11,6	12,0	12,6a	5,1	5,0	4,7	4,9a
Hyola 60	16,7abA	14,8aB	15,8	2,4bA	3,3aA	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-
Hyola 61	17,4aA	13,3bcB	15,3	3,0abA	3,6aA	3,3	14,3	11,9	11,0	12,4a	5,2	4,8	4,6	4,9a
<i>B. juncea</i>	16,5abA	12,6cB	14,6	5,9aA	4,6aA	5,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	16,4	13,5	-	3,1	3,8	-	14,3A	11,8B	11,5B	-	5,1A	4,9A	4,7A	-
CV (%)	4,1			15,1			8,7				13,7			
Filocrono														
Hyola 43	22,8aB	52,9aA	37,8	295,0aA	231,6aA	263,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Hyola 432	21,5aB	43,7bcA	32,6	289,0abA	106,4aA	197,7	29,7	44,4	38,5	37,5a	48,08	60,2	137,2	81,8
Hyola 60	26,0aB	44,9bA	35,4	163,6abA	206,2aA	184,9	-	-	-	-	-	-	-	-
Hyola 61	23,3aB	52,3aA	37,8	162,9abA	155,5aA	159,2	29,4	42,5	39,5	37,1a	47,6	43,4	115,9	69,0
<i>B. juncea</i>	21,4aB	38,3cA	29,9	30,0bA	70,4aA	50,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	23,0	46,4	-	154,0	188,1	-	29,6B	43,4A	39,0A	-	47,8B	51,8B	126,5A	-
CV (%)	3,6			20,8			5,5				17,9			

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.



de 3/7/2009, o menor número de folhas no caule era esperado. Essa espécie foi pouco melhorada em comparação a *B. napus* (Oram et al., 2005). Por isso, *B. juncea* ainda apresenta grande sensibilidade ao fotoperíodo, é rapidamente induzida ao florescimento e emite menos folhas que os genótipos Hyola (Burton et al., 2008).

Em média, o número de folhas no ramo foi 77% menor do que no caule, em 2009, e 61%, em 2010 (Tabela 2). Somente em 2009 os efeitos principais e a interação entre os fatores foram significativos quanto a esse caráter. Neste ano, o genótipo Hyola 43 apresentou maior número de folhas no ramo, com a semeadura tardia. Com a semeadura em 20/5/2009, *B. juncea* e o genótipo Hyola 61 é que apresentaram maior número de folhas no ramo. Na semeadura em 3/7/2009, o fotoperíodo foi sempre crescente, o que teria induzido o florescimento e diminuído a emissão de folhas no caule (Burton et al., 2008). O efeito do fotoperíodo em *B. juncea* foi maior do que nos demais genótipos, o que está de acordo com a sua maior sensibilidade a esta variável ambiental (Burton et al., 2008).

A canola é reconhecida como espécie com grande capacidade de ocupar espaços no seu entorno e de emitir mais ou menos ramos laterais, de acordo com o espaçamento e a densidade de semeadura (Krüger et al., 2011a, 2011b). Por esta razão, é provável que a competição intraespecífica por fotoassimilados, na planta, não tenha sido fator determinante da relação entre o número de folhas no caule e no ramo. Portanto, a influência do microambiente sobre esse caráter teria sido predominante, conforme apontado por Krüger et al. (2011a, 2011b).

O filocrono a apresentou resposta semelhante ao número de folhas no caule, com interação significativa em 2009, e efeito simples da data de semeadura, tanto no caule quanto no ramo, em 2010 (Tabela 2). Diferenças de filocrono no caule ocorreram apenas na semeadura de 3/7/2009, em que os genótipos Hyola 43 e Hyola 61 apresentaram maiores valores. Os menores valores foram observados em *B. juncea*, que não diferiu de Hyola 432. A semeadura em 3/7/2009 está fora da indicação do zoneamento agroclimático. Nessa data, o crescimento das plantas ocorreu exclusivamente sob fotoperíodo crescente e a temperaturas do ar mais elevadas, antecipando a indução do florescimento, o que reduziu a taxa de emissão de folhas, com consequente aumento do filocrono, e teria sido

responsável pela diferença observada entre os genótipos para este caráter (Tabela 1), o que também foi observado por Burton et al. (2008). Essa explicação é reforçada pelos resultados do experimento de 2010, em que as semeaduras foram concentradas no período indicado pelo zoneamento agroclimático. Nesse ano, não houve interação entre os fatores e nem diferenças significativas entre genótipos, quanto ao filocrono.

Em geral, o atraso na semeadura aumentou o filocrono do caule, nos dois experimentos (Tabela 2). Em 2009 o filocrono aumentou 100%, da semeadura de 20/5/2009 para a de 3/7/2009. Em 2010, o aumento foi de 39%, da primeira para as outras semeaduras. A redução na diferença relativa dos valores de filocrono, entre os dois experimentos, provavelmente, ocorreu em razão da última semeadura de 2010 ter sido realizada um mês antes da última semeadura de 2009. Em 2010, os valores foram próximos aos reportados por outros autores (Miralles et al., 2001; Gomez & Miralles, 2011).

A redução da TEF pela canola, com o atraso da semeadura, indica que a emissão de folhas não depende exclusivamente do acúmulo de graus-dia. Outros fatores podem afetar diretamente o crescimento das plantas e inibir parcialmente o efeito da temperatura do ar. É conhecida a influência, por exemplo, do fotoperíodo (Gomez & Miralles, 2011) e da adubação nitrogenada (Colnenne et al., 2002) no filocrono.

A necessidade térmica para emissão de folhas no ramo foi aproximadamente 450% superior à do caule (Tabela 2). O filocrono do ramo apresentou diferença entre genótipos apenas na semeadura de 20/5/2009, contrariamente ao do caule, que apresentou diferença entre genótipos na semeadura de 3/7/2009. Na semeadura de 20/5/2009, o menor filocrono ocorreu em *B. juncea*, que, no entanto, diferiu significativamente apenas do genótipo Hyola 43, que foi mais de oito vezes superior. Em razão do elevado coeficiente de variação, os demais genótipos não apresentaram diferenças de filocrono no ramo e também não diferiram do Hyola 43 e de *B. juncea*. Em 2010, não foram observadas diferenças de filocrono entre genótipos, provavelmente, em decorrência do elevado coeficiente de variação, da utilização de dois genótipos geneticamente semelhantes e das semeaduras concentradas no período indicado pelo zoneamento agroclimático.

A emissão de ramos em canola é fortemente influenciada pelo ambiente (Krüger et al., 2011a)

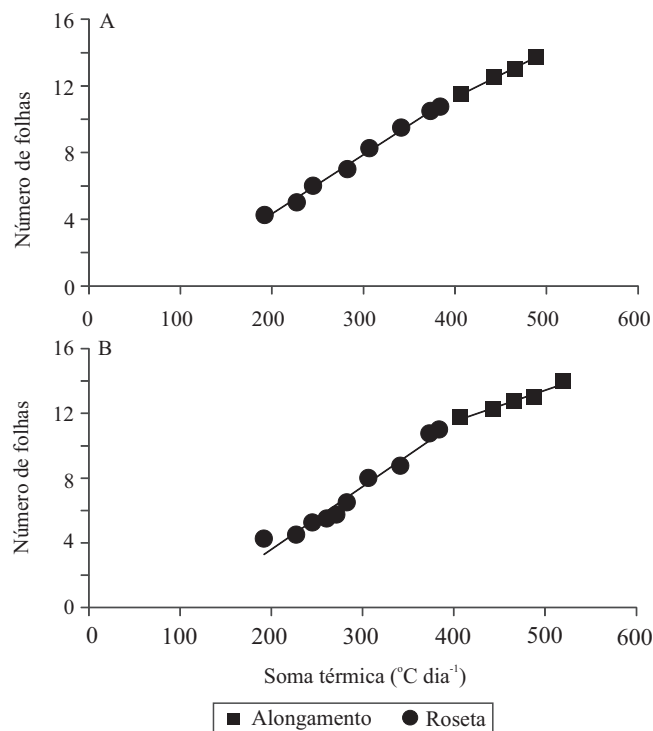
e consiste numa estratégia fisiológica para maior captação de luz. No entanto, o crescimento de ramos e de folhas estabelece uma competição intraespecífica com o caule, em que a planta sincroniza a produção de grãos e o crescimento vegetativo, pois ambos ocorrem ao mesmo tempo. Isso explica a menor emissão de folhas, bem como a maior variabilidade do filocrono no ramo, em comparação ao caule (Tabela 2).

Entre as datas de semeadura, a diferença do filocrono no ramo foi significativa apenas em 2010 (Tabela 2). No entanto, de forma similar à observada para o filocrono do caule, a semeadura tardia também aumentou o filocrono do ramo. É provável que a emissão de ramos, com o aumento do fotoperíodo, tenha sido responsável pelo aumento no filocrono, uma vez que ela influencia significativamente o crescimento e desenvolvimento da canola, conforme Burton et al. (2008) e Gomez & Miralles, (2011).

A emissão de folhas, durante o período vegetativo, ocorre em dois subperíodos distintos da canola (Iriarte & Valeti, 2008): o primeiro, que vai da emissão da primeira folha, após a emergência, até o final do subperíodo da RS; e o segundo, que corresponde ao período entre a emissão da caule principal e o florescimento das plantas, chamado de EC. Foi observada diferença na TEF entre os subperíodos, nos dois híbridos de canola semeados em 29/4/2010 (Figura 1). Além disso, pode ter havido resposta diferenciada de filocrono entre genótipos, nos subperíodos de RS e EC. Assim, testou-se a hipótese de haver diferença no filocrono entre esses dois subperíodos da canola.

Quando se avaliou o número de folhas no caule, nos subperíodos de RS e EC, verificou-se interação entre os fatores apenas no experimento de 2009 (Tabela 3), resultado similar aos observados para número de

folhas e filocrono no caule, independentemente, do subperíodo (Tabela 2). No subperíodo RS, *B. juncea* apresentou maior número de folhas no caule, na semeadura de 3/7/2009. No experimento de 2010, o genótipo Hyola 432 apresentou menor número de folhas no caule que o Hyola 61. No subperíodo EC, os genótipos diferiram quanto ao número de folhas no caule, nas semeaduras de 20/5/2009 e 3/7/2009. Nessas datas, os genótipos Hyola 43 e *B. juncea*, de ciclo



**Figura 1.** Relação entre número de folhas e soma térmica, nos subperíodos da roseta e alongamento do caule, dos híbridos de canola Hyola 61 (A) e Hyola 432 (B), semeados em 29/4/2010.

**Tabela 3.** Número de folhas nos subperíodos da roseta (RS) e alongamento do caule (EC) de genótipos de canola, de acordo com a data de semeadura, em 2009 e 2010<sup>(1)</sup>.

Genótipo	Roseta (2009)			Alongamento (2009)			Roseta (2010)			Alongamento (2010)			Média	
	20/5	3/7	Média	20/5	3/7	Média	29/4	13/5	3/6	29/4	13/5	3/6		
Hyola 43	11,3aA	7,3bB	9,3	4,0bA	5,6aA	4,8	-	-	-	-	-	-	-	
Hyola 432	11,4aA	7,1bB	9,3	4,9abA	6,9aA	5,9	10,3	7,0	7,9	8,4b	4,0	4,6	4,1	3,5a
Hyola 60	9,3aA	6,4bB	7,9	7,4aA	8,4aA	7,9	-	-	-	-	-	-	-	-
Hyola 61	10,3aA	7,1bB	8,7	7,1aA	6,2aA	6,6	10,4	7,2	9,1	8,9a	3,8	4,7	1,9	4,3a
<i>B. juncea</i>	11,5aA	10,9aA	11,2	5,0abA	1,8bB	3,4	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	10,8	7,8	-	5,7	5,8	-	10,3A	7,1C	8,5B	-	3,9AB	4,7A	3,0B	-
CV (%)	4,1			10,5			6,2			27,7				

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

precoce, apresentaram o menor número de folhas, e os genótipos Hyola 60 e Hyola 61, o maior, na semeadura de 20/5/2009 (Tabela 3).

*Brassica juncea* foi o único genótipo que não apresentou diferença quanto ao número de folhas no caule em função da data de semeadura, no subperíodo RS. Nos demais, o número de folhas foi maior na semeadura de 20/5/2009, em comparação à de 3/7/2009 (Tabela 3). A redução do número de folhas na RS com o atraso das semeaduras também foi verificada em 2010, porém, o menor valor ocorreu na semeadura de 13/5/2010. No subperíodo EC, apesar da maior variabilidade, apenas a *B. juncea* apresentou redução no número de folhas com o atraso na semeadura (26%). Em 2010, a semeadura de 13/5/2010 foi a que possibilitou, na média, maior número de folhas na EC, ao contrário do observado para RS, o que indica uma compensação nesse caráter na semeadura de 13/5/2010.

Quanto ao filocrono, nos subperíodos de RS e EC, houve interação apenas entre subperíodos e genótipos, em 2009 (Tabela 4), e interação tripla entre subperíodos, genótipos e semeaduras em 2010 (Tabela 5). No caso de 2009, desconsiderou-se *B. juncea*, pois não foi possível estimar o filocrono na EC, em razão do baixo número de folhas emitidas. Neste ano, o filocrono foi cerca de 40% menor na EC, em comparação a RS, exceto no Hyola 43, que não apresentou diferença significativa entre os subperíodos (Tabela 3). Isso indica que a TEF foi menor durante a formação da roseta do que no alongamento do caule, porém, a resposta dependeu também do genótipo. Esses resultados estão de acordo com os observados por Miralles et al. (2001) e Gomez & Miralles (2011), em que a TEF foi menor para as primeiras folhas emitidas, em comparação com folhas emitidas tardiamente, em consequência da mudança da morfologia das folhas, que passaram de folhas sésseis a semipeçoladas, ou vice-versa, conforme o

**Tabela 4.** Filocrono (graus-dia por folha) nos subperíodos da roseta e alongamento do caule, de genótipos de canola, em 2009<sup>(1)</sup>.

Subperíodo	Hyola 43	Hyola 432	Hyola 60	Hyola 61	<i>B. juncea</i>	Média
Roseta	42,5aAB	51,5aA	56,1aA	50,0aA	30,1B	46,0
Alongamento	39,2aAA	30,2bA	27,3bA	34,6bA	-	32,8
Média	40,9	40,9	41,7	42,3	30,1	-
CV (%)			11,0			

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

genótipo. No entanto, o filocrono encontrado por esses autores variou de 60 a 130°C por dia por folha, para as primeiras folhas emitidas, e de 30 a 62°C por dia por folha, para as tardias, valores mais elevados que os encontrados no presente trabalho.

Não houve diferença de filocrono entre genótipos dentro de cada subperíodos de desenvolvimento avaliado no experimento de 2009, quando o material genético teve base genética semelhante, como ocorreu com genótipos Hyola (Tabela 4).

Em 2010, o filocrono variou de acordo com as épocas de semeadura, nos diferentes subperíodos avaliados (Tabela 5). Em 13/5/2010, os genótipos tiveram filocrono mais elevado no subperíodo da RS, 320% superior ao observado na EC, o que está de acordo com os resultados apresentados por Gomez & Miralles (2011). Porém, na semeadura de 3/6/2010, apenas o Hyola 61 apresentou diferença significativa de filocrono entre os diferentes subperíodos, com resposta inversa à observada nas demais semeaduras, ou seja, o filocrono foi maior no subperíodo EC (Tabela 5). Com base na solidez dos resultados apresentados por Gomez & Miralles (2011) – que, conforme mencionado, observaram resposta inversa – e no fato de que os principais elementos meteorológicos no ano de 2010 não seguiram a condição normal, é provável que os resultados da semeadura de 3/6/2010 tenham sido influenciados pela variabilidade meteorológica atípica.

No subperíodo da RS, o filocrono foi mais elevado na semeadura de 13/5/2010, nos dois genótipos. Já no subperíodo EC, a resposta foi contrária, ou seja, os menores filocronos ocorreram nessa data (Tabela 5). Essa resposta não era esperada, uma vez que há relatos de aumento do filocrono com o atraso da semeadura

**Tabela 5.** Filocrono (graus-dia por folha) nos subperíodos da roseta e alongamento do caule, de acordo com a data de semeadura de genótipos de canola, em 2010<sup>(1)</sup>.

Semeadura	Hyola 432		Média	Hyola 61		Média
	Roseta	Alongamento		Roseta	Alongamento	
29/4/10	27,9bA(A)	31,8aA(A)	29,8	27,3bA(A)	31,6bA(A)	29,4
13/5/10	59,0aA(A)	14,3bB(A)	36,6	53,6aA(A)	23,5bB(A)	38,6
3/6/10	43,2abA(A)	38,7aA(B)	40,9	36,4abB(A)	68,1aA(A)	52,2
Média	43,4	28,3	-	39,1	41,1	
CV (%)			10,6			

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas na linha comparam o subperíodo de desenvolvimento dentro dos genótipos, e letras maiúsculas entre parênteses e na linha comparam o mesmo subperíodo entre genótipos.

(Miralles et al., 2001). Com a semeadura em 13/5/2010, ocorreu redução no subperíodo emergência-formação de roseta em cerca de 8 e 16 dias, comparativamente às semeaduras de 29/4/2010 e 3/6/2010, respectivamente, e uma ampliação de 7 a 9 dias para o subperíodo formação de roseta-início do florescimento. A mudança observada na fenologia é um indicativo de influência de outros fatores ambientais no desenvolvimento da canola, como: regime de temperatura diurno/noturno (Cutforth et al., 1992), baixa temperatura do ar (Bartholomew & Williams, 2006) e diferenças na aclimação (Dalmago et al., 2010).

### Conclusões

1. O número de folhas no caule de plantas de canola é maior em semeaduras precoces, em comparação às tardias, e o inverso ocorre no ramo.

2. Genótipos de ciclo precoce apresentam número de folhas e filocrono menores que genótipos de ciclo médio ou longo.

3. O filocrono do caule e do ramo de plantas de canola aumenta em semeaduras tardias.

4. No subperíodo da roseta, o filocrono da canola é maior do que no subperíodo de alongamento do caule.

5. A variabilidade entre genótipos de canola quanto ao número de folhas e filocrono do caule aumenta em semeaduras tardias.

### Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão das bolsas.

### Referências

- BARTHOLOMEW, P.W.; WILLIAMS, R.D. Effects of exposure to below-freezing temperatures, soil moisture content and nitrogen application on phyllochron in cool-season grasses. **Grass and Forage Science**, v.61, p.146-153, 2006. DOI: 10.1111/j.1365-2494.2006.00518.x.
- BURTON, W.A.; FLOOD, R.F.; NORTON, R.M.; FIELD, B.; POTTS, D.A.; ROBERTSON, M.J.; SALISBURY, P.A. Identification of variability in phenological responses in canola-quality *Brassica juncea* for utilisation in Australian breeding programs. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.59, p.874-881, 2008. DOI: 10.1071/AR07415.
- COLNENNE, C.; MEYNARD, J.M.; ROCHE, R.; REAU, R. Effects of nitrogen deficiencies on autumnal growth of oilseed rape. **European Journal of Agronomy**, v.17, p.11-28, 2002. DOI: 10.1016/S1161-0301(01)00140-X.
- CUTFORTH, H.W.; JAME, Y.W.; JEFFERSON, P.G. Effect of temperature, vernalization and water stress on phyllochron and final main-stem leaf number of HY320 and Neepawa spring wheats. **Canadian Journal of Plant Science**, v.72, p.1141-1151, 1992. DOI: 10.4141/cjps92-139.
- DALMAGO, G.A.; CUNHA, G.R. da; SANTI, A.; PIRES, J.L.F.; MÜLLER, A.L.; BOLIS, L.M. Aclimação ao frio e dano por geada em canola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.933-943, 2010. DOI: 10.1590/S0100-204X2010000900001.
- DALMAGO, G.A.; CUNHA, G.R. da; TOMM, G.O.; PIRES, J.L.F.; SANTI, A.; PASINATO, A.; FANTON, G.; LUERSEN, I.; MÜLLER, F.L.D.; MÜLLER, A.L. Zoneamento agroclimático para o cultivo de canola no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.16, p.295-305, 2008.
- DALMAGO, G.A.; CUNHA, G.R. da; TOMM, G.O.; SANTI, A.; PIRES, J.L.F. Canola. In: MONTEIRO, J.E.B.A. (Org.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: INMET, 2009. p.131-150.
- GOMEZ, N.V.; MIRALLES, D.J. Factors that modify early and late reproductive phases in oilseed rape (*Brassica napus* L.): its impact on seed yield and oil content. **Industrial Crops and Products**, v.34, p.1277-1285, 2011. DOI: 10.1016/j.indcrop.2010.07.013.
- IRIARTE, L.B.; VALETI, O.E. **Cultivo da colza**. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2008. 156p.
- KRÜGER, C.A.M.B.; SILVA, J.A.G. da; MEDEIROS, S.L.P.; DALMAGO, G.A.; GAVIRAGHI, J. Herdabilidade e correlação fenotípica de caracteres relacionados à produtividade de grãos e à morfologia da canola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1625-1632, 2011a. DOI: 10.1590/S0100-204X2011001200007.
- KRÜGER, C.A.M.B.; SILVA, J.A.G. da; MEDEIROS, S.L.P.; DALMAGO, G.A.; SARTORI, C.O.; SCHIAVO, J. Arranjo de plantas na expressão dos componentes da produtividade de grãos de canola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1448-1453, 2011b. DOI: 10.1590/S0100-204X2011001100005.
- MCCLINCHEY, S.L.; KOTT, L.S. Production of mutants with high cold tolerance in spring canola (*Brassica napus*). **Euphytica**, v.162, p.51-67, 2008. DOI: 10.1007/s10681-007-9554-8.
- MIRALLES, D.J.; FERRO, B.C.; SLAFER, G.A. Developmental responses to sowing date in wheat, barley and rapeseed. **Field Crops Research**, v.71, p.211-223, 2001. DOI: 10.1016/S0378-4290(01)00161-7.
- MORRISON, M.J.; MCVETTY, B.E. Leaf appearance rate of summer rape. **Canadian Journal of Plant Science**, v.71, p.405-412, 1991. DOI: 10.4141/cjps91-056.
- NANDA, R.; BHARGAVA, S.C.; RAWSON, H.M. Effect of sowing date on rates of leaf appearance, final leaf numbers and areas in *Brassica campestris*, *B. juncea*, *B. napus* and *B. carinata*. **Field Crops Research**, v.42, p.125-134, 1995. DOI: 10.1016/0378-4290(95)00026-M.
- 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. **Field Crops Research**, v.46, p.93-103, 1996. DOI: 10.1016/0378-4290(95)00090-9.
- ORAM, R.N.; KIRK, J.T.O.; VENESS, P.E.; HURLSTONE, C.J.; EDLINGTON, J.P.; HALSALL, D.M. Breeding Indian mustard [*Brassica juncea* (L.) Czern.] for cold-pressed, edible oil production: a review. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.56, p.581-596, 2005. DOI: 10.1071/AR04295.
- PEREIRA, A.R.; ANGELOCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia**: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.
- ROBERTSON, M.J.; HOLLAND, J.F.; BAMBACH, R. Response of canola and Indian mustard to sowing date in the grain belt of North-Eastern Australia. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.44, p.43-52, 2004. DOI: 10.1071/EA02214.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**: a biometrical approach. 2<sup>nd</sup> ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 631p.
- STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C. do; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed. Porto Alegre: Emater, 2008. 222p.
- STRECK, N.A.; BOSCO, L.C.; MICHELON, S.; WALTER, L.C.; MARCOLIN, E. Duração do ciclo de desenvolvimento de arroz em função da emissão de folhas no colmo principal. **Ciência Rural**, v.36, p.1086-1093, 2006. DOI: 10.1590/S0103-84782006000400007.
- STRECK, N.A.; MICHELON, S.; ROSA, H.T.; WALTER, L.C.; BOSCO, L.C.; PAULA, G.M. de; CAMERA, C.; SAMBORANHA, F.K.; MARCOLIN, E.; LOPES, S.J. Filocrono de genótipos de arroz irrigado em função de época de semeadura. **Ciência Rural**, v.37, p.323-329, 2007. DOI: 10.1590/S0103-84782007000200005.
- THOMAS, P. **The growers' manual**. Winnipeg: Canola Council of Canada, 2003. Available at: <[http://www.canolacouncil.org/canola\\_growers\\_manual.aspx](http://www.canolacouncil.org/canola_growers_manual.aspx)>. Accessed on: 14 May 2007.
- TOMM, G.O.; WIETHÖLTER, S.; DALMAGO, G.A.; SANTOS, H.P. dos. **Tecnologia para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 41p. (Embrapa Trigo. Documentos online, 113). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do113.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do113.htm)>. Acesso em: 12 dez. 2012.
- WALTER, L.C.; STRECK, N.A.; ROSA, H.T.; ALBERTO, C.M.; OLIVEIRA, F.B. de. Desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de cultivares de trigo e sua associação com a emissão de folhas. **Ciência Rural**, v.39, p.2320-2326, 2009. DOI: 10.1590/S0103-84782009005000169.
- WILHELM, W.W.; MCMASTER, G.S. Importance of the phyllochron in studying the development and growth in grasses. **Crop Science**, v.35, p.1-3, 1995. DOI: 10.2135/cropsci1995.0011183X003500010001x.

---

Recebido em 18 de fevereiro de 2013 e aprovado em 3 de maio de 2013