

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA - UFSM  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS – CCR  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**EXIGÊNCIA TÉRMICA E PRODUTIVIDADE DE  
CANOLA EM DIFERENTES ÉPOCAS DE  
SEMEADURA EM SANTA MARIA - RS**

**TESE DE DOUTORADO**

**Gean Lopes da Luz**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2011**

**EXIGÊNCIA TÉRMICA E PRODUTIVIDADE DE CANOLA EM  
DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA EM SANTA MARIA  
- RS**

**por**

**Gean Lopes da Luz**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Agronomia.**

**Orientador: Prof. Sandro Luis Petter Medeiros**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2011**

---

633.853 Luz, Gean Lopes da, 1983 –  
L979e Exigência térmica e produtividade de Canola em  
diferentes épocas de semeadura em Santa Maria – RS /  
Gean Lopes da Luz. – Santa Maria, 2011.  
68 f.

Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em  
Agronomia, com Área de Concentração em Produção  
Vegetal, Universidade Federal de Santa Maria, 2011.  
Orientador: Prof. Dr. Sandro Luis Petter Medeiros

1. Climatologia agrícola. 2. Crucífera.  
3. Canola - Cultivo. I. Medeiros, Sandro Luis Petter.

II.Título

CDD 633.853

---

Catálogo elaborado por Karina Ramos CRB 14/1056

---

2011

Todos os direitos autorais reservados a Gean Lopes da Luz. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço: Rua Ponoé Scheffer,447-E, Bairro Santa Maria, Chapecó, SC, 89812-148

Fone (0xx) 49 33224699; End. [geanluz@hotmail.com](mailto:geanluz@hotmail.com)

---

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Tese de Doutorado

**EXIGÊNCIA TÉRMICA E PRODUTIVIDADE DE CANOLA EM  
DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA EM SANTA MARIA - RS**

elaborada por  
**Gean Lopes da Luz**

Como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Doutor em Agronomia**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Sandro Luis Petter Medeiros, Dr. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

---

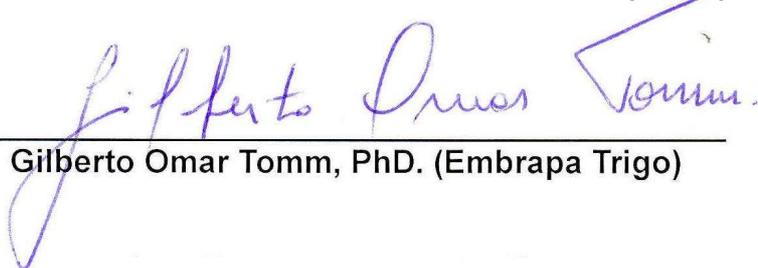
**Jerônimo Luiz Andriolo, Dr. (UFSM)**

---

**Arno Bernardo Heldwein, Dr. (UFSM)**

---

**Rosiane Berenice Nicoloso Denardin, Dra. (UFFS)**



---

**Gilberto Omar Tomm, PhD. (Embrapa Trigo)**

Santa Maria, 25 de fevereiro de 2011.

À Deus por iluminar a minha vida em todos os momentos.

## **OFEREÇO**

À minha noiva Katiane Laura Balzan, pela força, companheirismo, amor, dedicação e compreensão.

Aos meus pais Cezar Rodrigues da Luz e Maria O. Lopes da Luz e à minha irmã Vanessa Lopes da Luz, pelo apoio, carinho e incentivo.

## **DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Cezar Rodrigues da Luz e Maria O. Lopes da Luz, que sempre acreditaram em mim e muito investiram em minha educação.

À minha noiva Katiane Laura Balzan, companheira de todas as horas, força nos momentos difíceis e exemplo de dedicação.

Ao professor Dr. Sandro Luís Petter Medeiros pela orientação, ensinamentos, companheirismo e contribuição na minha formação acadêmica.

Ao professor PhD. Gilberto Omar Tomm pela co-orientação, confiança, amizade e forte incentivo para enfrentar o desafio da canola.

Ao parceiro de batalha Alan Dischkaln do Amaral, pela amizade e pelo auxílio incansável na condução dos experimentos.

Aos estagiários, bolsistas e acima de tudo amigos Adriano Bialozor, Alberto Pinheiro, Alécio Bogoni Demori e Dieisson Pivoto.

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia, pela amizade, momentos de descontração e colaboração na realização do trabalho.

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade a mim concedida.

Ao CNPq e à CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

A todos que de alguma forma auxiliaram na realização deste trabalho.

À Deus que vem iluminando meu caminho em todos os momentos.

*“Se a realidade fosse aquilo que aparenta ser,  
a Ciência seria desnecessária.”*

Albert Einstein

## RESUMO

Tese de Doutorado  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia  
Universidade Federal de Santa Maria

### **EXIGÊNCIA TÉRMICA E PRODUTIVIDADE DE CANOLA EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA EM SANTA MARIA - RS**

AUTOR: GEAN LOPES DA LUZ

ORIENTADOR: SANDRO LUÍS PETTER MEDEIROS

Santa Maria, 25 de fevereiro de 2011.

A canola é uma planta oleaginosa, da família das brassicáceas, que foi desenvolvida por melhoramento genético convencional a partir de cultivares de colza, grão que apresenta teores elevados de ácido erúico e de glucosinolatos (substâncias antinutricionais). Produz óleo de excelente qualidade para alimentação humana e para uso bioenergético, sendo a terceira oleaginosa mais produzida no mundo. A produtividade de uma cultura é definida pela interação entre a planta, o ambiente e o manejo. A época de semeadura adequada é um fator determinante para o sucesso na busca de altas produtividades, alcançadas quando se conseguem justapor o desenvolvimento da cultura com a presença de ambiente favorável à expressão potencial da produtividade da espécie. Com o objetivo de avaliar a produtividade da cultura da canola em diferentes épocas de semeadura, bem como determinar a temperatura base e a duração do ciclo de diferentes híbridos, foi realizado experimento em dois anos de cultivo, 2008 e 2009. Para tanto foram utilizados os híbridos Hyola 61 e Hyola 432 em oito épocas de semeadura no primeiro ano e Hyola 61 e Hyola 433 em nove épocas de semeadura no segundo ano. Os resultados demonstram diferenças entres os híbridos quanto à temperatura base, bem como temperaturas base diferentes para cada subperíodo, sendo o subperíodo emergência-início da floração mais sensível a variações na temperatura do ar. Para as semeaduras realizadas a partir de 26 de junho, nos dois anos de experimento, as produtividades caíram drasticamente. Em Santa Maria-RS, a maior produtividade de grãos da cultura da canola é verificada no período do ano delimitado entre 3 de abril e 12 de junho.

**Palavras-chave:** *Brassica napus* L., rendimento de grãos, variáveis climáticas.

## ABSTRACT

Doctorate's Theses  
Agronomy Post-Graduation Program  
Federal University of Santa Maria

### **THERMAL REQUIREMENTS AND PRODUCTIVITY OF CANOLA IN DIFFERENT SOWING DATES IN SANTA MARIA - RS**

AUTHOR: GEAN LOPES DA LUZ  
ADVISER: SANDRO LUÍS PETTER MEDEIROS  
Santa Maria, 25th, february, 2011.

Canola is a brassicaceae oilseed plant, which was developed by conventional breeding from rapeseed cultivars, grain that have high levels of erucic acid and glucosinolates (antinutritional substances). Produces oil of excellent quality for human consumption and for biodiesel production, and being the third most produced oilseed in the world. The productivity of a crop is defined by the interaction between plant, environment and management. The seeding time is a key factor for achieving success at pursuing high yields. It can be achieved by adjusting the period of crop to the most favorable environment for the expression of the yield potential of the species. Research on the growth and yield of canola in Brazil is scarce and incipient. Few results are available for the scientific community. Therefore, the aim of this study was to evaluate the yield of canola at different times of sowing and to determine the lower base temperature in an experiment conducted in two growing seasons, 2008 and 2009. The hybrids Hyola 61 and Hyola 432, were sown in eight sowing dates in the first year, and Hyola 61 and Hyola 433, in nine sowing dates, in the second year. The results showed different lower base temperatures for each hybrid and subperiod studied. Sowing performed from June 26 onwards on both years of experiment led to major yield reduction. In Santa Maria, the highest grain yield of the canola crop occurs between April 3 and June 12.

**Keywords:** Brassica napus L., grain yield, climatic variables.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO I..... 34

FIGURA 1 – Duração do subperíodo emergência-início da floração para os híbridos de canola Hyola 61(**a**) e Hyola 433 (**b**), do subperíodo início da floração-final da floração para os híbridos de canola Hyola 61(**c**) e Hyola 433 (**d**) e do subperíodo final da floração-maturação fisiológica para os híbridos de canola Hyola 61(**e**) e Hyola 433 (**f**), em função da temperatura média do ar. .... 49

CAPÍTULO II..... 53

FIGURA 1 – Produtividade de dois genótipos de canola, Hyola 61 (H61) e Hyola 432 (H432), em oito épocas de semeadura em 2008 (**a**) e dos genótipos Hyola 61 e Hyola 433 (H433) em nove épocas de semeadura em 2009 (**b**) (as equações de regressão foram aplicadas com as datas em dias julianos e as barras sobre os pontos representam a diferença mínima significativa entre os híbridos)..... 65

FIGURA 2 – Temperatura máxima do ar (Temp. Máx.) e temperatura mínima do ar (Temp. Min.) do período de experimento no ano de 2008 (a) e de 2009 (b)..... 66

FIGURA 3 – Ilustração do solo acima da capacidade de campo durante a execução dos experimentos com híbridos e épocas de semeadura no ano de 2008 e 2009. UFSM (2010).....	68
---	----

## LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I.....	34
TABELA 1 – Estimativa da temperatura base inferior por dois métodos (Menor variabilidade e Desenvolvimento relativo), e equações de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) pelo método do Desenvolvimento relativo, para dois híbridos de canola durante os subperíodos emergência-início da floração (Em-IF), início da floração-final da floração (IF-FF) e final da floração-maturação fisiológica (FF-MF).....	
	50
TABELA 2 – Soma térmica (ST) dos subperíodos emergência – início da floração (EM-IF), início da floração – final da floração (IF-FF) e final da floração-maturação fisiológica (FF-MF) dos híbridos de canola hyola 433 e hyola 61 baseada nas respectivas temperaturas base em nove épocas semeadura.....	
	51
CAPÍTULO II.....	53
TABELA 1 – Radiação solar incidente acumulada (Rad.) e precipitação pluvial acumulada (Precip.) durante os subperíodos vegetativo, floração, maturação e durante o ciclo total dos três genótipos nas épocas de semeadura dos anos de 2008 e 2009. Temperatura máxima do ar	

(Temp. Máx.) e temperatura mínima do ar (Temp. Min.) do período de  
experimento no ano de 2008 (a) e de 2009 (b)..... 67

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AF – Área foliar

ANP – Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

ASTM – *American Society for Testing and Materials*

DAE – Dias após a emergência

DISME – Distrito de Meteorologia

DMS – Diferença mínima significativa

EST – Estatura

FEPAGRO – Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária

GD – Grau-dia

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

IPAGRO – Instituto de Pesquisas Agronômicas

MA – Ministério da Agricultura

PG – Produtividade de grãos

Precip. – Precipitação pluvial acumulada

Rad. – Radiação solar incidente acumulada

t – Tempo

Temp. Máx. – Temperatura máxima do ar

Temp. Min. – Temperatura mínima do ar

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>07</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>08</b>
<b>1 APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>1.1 Revisão de literatura.....</b>	<b>19</b>
1.1.1 A cultura da canola.....	19
1.1.2 Importância da canola: óleo, farelo e biodiesel.....	21
1.1.3 Exigências edafo-climáticas da cultura da canola.....	24
1.1.3.1 Solo e necessidades hídricas.....	24
1.1.3.2 Temperatura do ar.....	25
1.1.4 Épocas de semeadura e produção de grãos.....	27
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>30</b>
<b>CAPÍTULO I – TEMPERATURA BASE INFERIOR E CICLO DE HÍBRIDOS DE CANOLA.....</b>	<b>34</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>34</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>35</b>
<b>1 Introdução.....</b>	<b>36</b>
<b>2 Material e métodos.....</b>	<b>38</b>
<b>3 Resultados e discussão.....</b>	<b>41</b>
<b>4 Conclusões.....</b>	<b>45</b>
<b>Referências.....</b>	<b>46</b>
<b>CAPÍTULO II – PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA CANOLA EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA.....</b>	<b>52</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>52</b>

<b>Abstract.....</b>	<b>53</b>
<b>1 Introdução.....</b>	<b>54</b>
<b>2 Material e métodos.....</b>	<b>55</b>
<b>3 Resultados e discussão.....</b>	<b>58</b>
<b>4 Conclusões.....</b>	<b>62</b>
<b>Referências.....</b>	<b>63</b>

# 1 APRESENTAÇÃO

Como atividade produtiva e econômica, a agricultura é a atividade mais influenciada pelas condições climáticas. A produtividade econômica de uma cultura é obtida mediante condições ambientais favoráveis durante todo o ciclo de desenvolvimento, sendo que para tal, as plantas crescem entre determinados limites de variação ambiental.

A produtividade de uma cultura é definida pela interação entre a planta, o ambiente e o manejo. A época de semeadura adequada é um fator chave para o sucesso na busca de altas produtividades, alcançadas quando se conseguem justapor o desenvolvimento da cultura da cultura com a presença de ambiente favorável à expressão potencial da produtividade da espécie.

A canola é uma planta oleaginosa, da família das brassicáceas, que foi desenvolvida por melhoramento genético convencional a partir de cultivares de colza, grão que apresentava teores elevados de ácido erúcido e de glucosinolatos (substâncias antinutricionais). Produz óleo de excelente qualidade para alimentação humana e para uso bioenergético, sendo a terceira oleaginosa mais produzida no mundo (TOMM, 2007).

No Brasil cultiva-se apenas canola de primavera, da espécie *Brassica napus* L. var. oleifera, sendo esta uma opção nos sistemas de rotação de culturas nas regiões tritícolas da região sul do Brasil. Quebra o ciclo de diversas doenças e pragas das gramíneas e leguminosas, valendo-se da mesma estrutura de máquinas e equipamentos disponíveis nas propriedades (TOMM, 2000).

As pesquisas e o cultivo da colza no Brasil iniciaram em 1974, no Rio Grande do Sul, e posteriormente difundiram-se para outros estados. Nas pesquisas atuais

desenvolvidas no Brasil, destacam-se os trabalhos de Santos et al. (2001) e Tomm et al. (2004a), os quais abordam diferenças entre épocas de semeadura na duração de ciclo e na produção de grãos de genótipos de canola conduzidos em municípios da região norte noroeste do estado do Rio Grande do Sul.

Em seus trabalhos de divulgação da tecnologia de produção da canola, Tomm (2007) ressalta que devido aos escassos investimentos em pesquisa no Brasil, ainda existem dificuldades tecnológicas para a expansão do cultivo dessa oleaginosa em nosso país, como a necessidade de identificar épocas de semeadura e o ajuste de outras tecnologias de manejo. Com o desenvolvimento da pesquisa, a recomendação do cultivo vem sendo particularizada em cada região do estado, de acordo com as características de solo, clima, relevo e altitude.

Evidencia-se a necessidade de pesquisas que esclareçam como as variáveis ambientais influenciam o crescimento e a produção da cultura da canola, assim como quais as melhores épocas de semeadura para obtenção das maiores produtividades de grãos e de óleo na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul.

A região da Depressão Central do Rio Grande do Sul não é, tradicionalmente, uma região produtora de trigo. Porém, existem áreas cultivadas com soja que poderiam ser destinadas para o cultivo da canola. Cita-se como exemplo, a área de cultivo de soja e milho no município de Santa Maria que foi cerca de 30.000 ha no ano de 2006 (BRASIL, 2008). Acrescenta-se ainda que a região da Depressão Central apresenta invernos mais amenos, o que diminui o efeito negativo da ocorrência de geadas no período de emergência, pois Tomm (2007a) cita que a ocorrência de geadas pode matar ou debilitar as plântulas.

Existem diversas pesquisas sendo realizadas em áreas que não são tradicionais na produção de canola no Brasil, avaliando a adaptação da cultura a novos ambientes, como nos estados de Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraíba (TOMM et al., 2004b; TOMM et al 2007b; TOMM et al., 2008). Assim, devido às diferenças de solo e de clima entre as regiões tradicionais de cultura da canola e a região da Depressão Central, devem-se realizar pesquisas básicas para verificar o potencial desta cultura nas condições ambientais dessa região.

Deve-se salientar que já houve pesquisas sobre a cultura da, então colza, na Depressão Central no início da década de 80, como o trabalho de Barni et al. (1984). Porém, um episódio de intoxicação de um grupo de pessoas, na Espanha, por consumo de óleo de colza reduziu drasticamente as pesquisas e a área de cultivo dessa oleaginosa no Brasil, retornando a crescer novamente ao final da década de 80, com a introdução da canola e suas novas características (CORDEIRO et al., 1999). Por um longo período não foram realizados novos experimentos na Depressão Central, e informações sobre desempenho de híbridos atuais nessa região são inexistentes.

Segundo o Zoneamento Agrícola 2009/2010 para a Canola no Rio Grande do Sul (DALMAGO, 2009), no município de Santa Maria a cultura deve ser semeada no período entre 11 de abril e 30 de junho. Porém, mais pesquisas devem ser realizadas, no sentido de sanar a carência de informações sobre melhor época para semeadura de canola, visto que o zoneamento da produtividade é um complemento às pesquisas do zoneamento agroclimático, o qual vem sendo embasado em crescente número de variáveis para tornar-se mais preciso.

## 1.1 Revisão de literatura

### 1.1.1 A cultura da canola

A canola é uma planta herbácea pertencente ao gênero *Brassica*, o qual engloba várias espécies cultivadas tanto para usos hortícolas, forrageiros como para a produção de óleos e de condimentos. Pertencem também a este gênero a mostarda, a couve, a couve-flor e o nabo. A origem da canola (*Brassica napus* L. var. oleifera) está ligada ao cultivo das sementes oleaginosas conhecidas como sementes de colza (*Brassica napus*), das quais atualmente é extraído um óleo comestível com baixo teor de gorduras saturadas (TAGOL, 2006).

A canola é uma planta anual com hábito de crescimento indeterminado. Possui sistema radicular pivotante, com ramificação lateral significativa. O caule é herbáceo, ereto, com porte variável de 0,5 a 1,7 m. As folhas inferiores da planta são pecioladas e formam a roseta. Após a elongação do caule, as folhas emitidas são lanceoladas e abraçam parcialmente a haste. As flores, agrupadas em racemos, são pequenas e amarelas, formadas por quatro pétalas dispostas em cruz, seis estames e o pistilo. A duração do período de floração varia com a cultivar, e pode determinar a manutenção da produtividade em caso de intempéries, pela substituição da florada perdida, por novas flores. Os frutos são síliquas com cerca de 6 cm de comprimento. No interior das síliquas se encontram as sementes, sendo que o comprimento das síliquas, assim como o número de grãos, varia com a cultivar. As sementes são esféricas, com cerca de 2 mm de diâmetro e, uma vez maduras, têm coloração marrom (GARCÍA, 2007).

A canola é resultante do melhoramento genético da colza, visando a obtenção de variedades que contenham menos de 2% de ácido erúxico no óleo e menos de 30  $\mu\text{mol}$  de glucosinolatos por grama de matéria seca livre de óleo (SANTOS et al., 2001).

No Brasil, o cultivo da canola iniciou-se na década de 80 (BARNI et al., 1984). Atualmente, ela se destaca como uma alternativa de diversificação, por constituir uma atraente opção de renda para o agricultor da região Sul no período de inverno. Desde então, têm-se intensificado pesquisas, buscando informações sobre essa “nova cultura”, nas condições brasileiras.

As variedades não híbridas de canola testadas no Brasil, como a PFB-2 e Global, apresentam ciclo mais longo que híbridos, como Hyola 401 (SANTOS et al. 2000). No estado do Paraná o rendimento de grãos obtido com híbridos precoces invariavelmente superou o rendimento de outras cultivares (CARRARO; BALBINO, 1993,1994). O principal benefício dos híbridos utilizados atualmente é a resistência à principal doença da cultura da canola, a canela preta (*Leptosphaeria maculans*, *Phoma lingam*). Os híbridos Hyola 60 e Hyola 43, registrados no Brasil em 2002, foram os primeiros genótipos com resistência à canela preta que chegaram ao país. Os híbridos Hyola 61, Hyola 411 e Hyola 433 distinguem-se de Hyola 43, Hyola 60 e Hyola 432 por possuírem resistência poligênica ao fungo causador da canela preta (TOMM, 2009).

Os genótipos de canola Hyola disponíveis no mercado brasileiro têm comercialização assegurada da produção por empresas interessadas no refino e comercialização de óleo comestível e de biodiesel (TOMM, 2009).

### 1.1.2 Importância da canola: óleo comestível, farelo e biodiesel.

A canola é cultivada em vários países, sendo a China o maior produtor mundial, com 12,2 milhões de toneladas, seguida do Canadá com 8,5 milhões de toneladas e dos países da União Européia, que juntos produzem 15,47 milhões de toneladas (BRUM, 2006). É o terceiro óleo mais produzido mundialmente, com 12% do total, após a soja com 24% e o dendê com 24% (GAZZONI, 2006). De um modo geral a canola contém duas vezes mais óleo que a soja e o seu farelo desengordurado possui um pouco menos de proteína (VASCONCELOS, 1998)

A produção nacional de grãos de canola é insuficiente em relação à demanda e atende apenas 30% do consumo, embora a compra de toda a canola produzida no Brasil seja garantida. Existe tendência de aumento da participação do óleo de canola no mercado de óleos vegetais que, no Brasil, é menor que 1%, enquanto em países como os EUA é superior a 20% (PERES et al., 2005).

O óleo bruto obtido pelo processo de prensagem da canola ou por extração com solventes possui de 95 a 98% de triglicerídios. Outros constituintes presentes em menor quantidade incluem fosfatídios, ácidos graxos livres, esteróis, hidrocarbonetos e álcoois, tocoferóis, pigmentos e lipocromos, compostos de enxofre e de minerais (GRIMALDI, 1994). A eliminação total do ácido erúico no óleo de canola não é desejada, pois sua presença em pequenas quantidades pode ser benéfica para o óleo extraído da semente. O ácido erúico inibe a ação da lipoxigenase, presente principalmente na soja, que oxida os ácidos graxos insaturados, provocando rances de vários legumes e sementes oleaginosas (GRIMALDI, 1994).

Deste modo, o óleo de canola tem sido indicado por médicos e nutricionistas como o óleo com a melhor composição de ácidos graxos para atender interessados em dietas mais saudáveis. O óleo de canola possui também o menor teor de gorduras saturadas, apenas 6%, contra 11% no de girassol, 15% no de soja e 14% no de oliva, e ainda apresenta o teor mais elevado (11%) de ácido alfa-linoléico (um ácido graxo Ômega-3) (TOMM, 2000).

Os ácidos graxos Ômega-3 reduzem os riscos de ataques cardíacos e infartos, e o Departamento de Saúde do Canadá recomenda que adultos consumam aproximadamente 1 grama de ácidos graxos Ômega-3 diariamente, quantidade disponível em uma colherada de óleo de canola. Pesquisadores crêem que a vitamina E (alfatocoferol), a qual atua como antioxidante inativando os radicais livres, também tem papel importante na proteção contra enfermidades coronárias. Dez mililitros (duas colheres de chá) de óleo de canola refinado contêm 1,9 mg de vitamina E, suprimindo em média 1/5 da necessidade diária de um adulto (TOMM, 2000). Essas peculiaridades demonstram o potencial e embasam previsões de grande expansão do mercado de óleo de canola no Brasil.

Os fragmentos de torta que restam após a extração do óleo sofrem um tratamento para remover o solvente remanescente, através da aplicação de vapor no farelo. O processo final e a secagem do farelo são realizados em caldeiras e o farelo emerge livre de solvente contendo um resíduo de óleo de 1,5% e umidade de 8 a 10%. Após o resfriamento, o farelo geralmente é granulado com uma consistência uniforme e é peletizado ou enviado diretamente para estocagem, pronto para a comercialização. Possui um alto teor de proteína para alimentação suína, bovina e para a avicultura. O farelo de canola constitui-se de 55 a 60% do peso da semente

livre de umidade e tem um conteúdo de proteínas de 37 a 38%, similar ao farelo de soja (COCAMAR, 1996; VASCONCELOS, 1998).

Outro subproduto da canola é o biodiesel, sendo definido tecnicamente como um éster alquílico de ácidos graxos obtido de reação de transesterificação. Tal reação química ocorre entre qualquer triglicerídeo (óleos e gorduras animais ou vegetais) e um álcool de cadeia curta, etanol ou metanol, na presença de um catalisador ácido, ou de um catalisador básico.

Após a reação de transesterificação, que converte o óleo de canola em ésteres (biodiesel), a massa reacional final é constituída de duas fases, separáveis por decantação. A fase mais pesada é composta por glicerina bruta, impregnada dos excessos utilizados do álcool, de água e de impurezas inerentes ao óleo. A fase menos densa é constituída de uma mistura de ésteres metílicos e/ou etílicos, conforme a natureza do álcool originalmente adotado, também impregnado de excessos reacionais de álcool e de impurezas do óleo (ALBUQUERQUE et al., 2006).

Albuquerque et al. (2006), realizando experimentos com adições de até 25% de biodiesel de canola ao diesel, constataram que misturas até 25% de concentração ainda encontram-se dentro dos parâmetros físico-químicos exigidos nas normas estabelecidas na Resolução 42 da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) e dentro dos parâmetros estabelecidos pelos métodos da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e ASTM (*American Society for Testing and Materials*). Além disso, o óleo de canola é o padrão usado para produção de biodiesel na Europa, sendo, portanto, qualificado como matéria prima de biodiesel para exportação.

### 1.1.3 Exigências edafo-climáticas da cultura da canola

#### 1.1.3.1 Condições de solo e necessidades hídricas

Apesar de se adaptar a vários tipos de solos com aptidão agrícola a canola se desenvolve melhor em solos de textura média (francos, franco-argilosos e parte dos franco-arenosos), média a alta fertilidade e bem drenados (IRIARTE; VALETTI, 2008). São preferíveis os solos profundos e bem drenados, sendo altamente prejudiciais aqueles onde ocorrer encharcamento (TAGOL, 2006). É importante o pH do solo situar-se entre 5,5 e 6,0 de forma a permitir a melhor disponibilidade de nutrientes essenciais (TOMM, 2007a).

A canola requer baixas quantidades de água para obter bons rendimentos de grãos. De modo geral, precipitações acima de 350 mm durante seu ciclo já são suficientes, sendo que o excesso de água no solo é prejudicial à cultura (THOMAS, 2003). A perda de rendimento pode chegar a 50%, em relação à condição de solo bem drenado (CARMODY; WALTON, 1998).

A floração da canola é o período mais sensível ao déficit hídrico (THOMAS, 2003). Quando há deficiência hídrica durante a floração, verifica-se redução dos componentes do rendimento de grãos e do teor de óleo dos mesmos (CARMODY; WALTON, 1998; THOMAS, 2003). A condição hídrica durante o fim da floração e o início do enchimento de grãos de canola também tem reflexos na concentração de óleo no grão. Déficit hídrico durante esse período pode induzir redução no teor de óleo, variando de 0,39% a 2,16%, em relação a condição sem déficit (SINAKI et al., 2007). Si; Walton (2004) encontraram aumento de 0,7% na concentração de óleo

nos grãos para cada 10 mm de precipitação ocorrida após a antese, em ambiente seco. A redução e/ou aumento na concentração de óleo de grãos de canola, associada à variabilidade no rendimento de grãos da cultura, podem representar variações significativas (20 a 36%) no rendimento de óleo por área (SINAKI et al., 2007).

#### 1.1.3.2 Temperatura do ar

A canola é originalmente uma cultura de clima temperado a temperado frio (VALETTI, 2002). Para as cultivares que apresentam baixa ou nenhuma resposta ao fotoperíodo, como os híbridos utilizados atualmente no Brasil, a temperatura do ar é a variável que controla o desenvolvimento das plantas de canola, sendo as mesmas sensíveis tanto a temperaturas baixas quanto a temperaturas elevadas, dependendo do estágio da cultura.

A temperatura base inferior para a canola, abaixo da qual o crescimento das plantas não ocorre, é apontada como sendo de 5°C (MORRISON et al., 1989; NANDA et al., 1995). A temperatura ótima para o máximo desenvolvimento durante o ciclo da canola, é de 20°C, com temperaturas do ar oscilando entre 12 e 30°C (THOMAS, 2003). Porém, a partir de 27°C já podem ocorrer problemas de abortamento de flores. Após a emergência até o florescimento, a canola é favorecida por temperaturas do ar mais baixas, com faixa ótima para o desenvolvimento entre 13 e 22°C, e média de 17°C (THOMAS, 2003).

A canola é sensível à ocorrência de geada no estágio de plântula e durante o florescimento, sendo mais sensível, quando plântula, principalmente com umidade

elevada no solo. Segundo Thomas (2003), a temperatura do ar igual ou menor que  $-3^{\circ}\text{C}$  a  $-4^{\circ}\text{C}$ , ao nível do solo, é prejudicial às plântulas, podendo causar a morte das mesmas.

Para a condição de ambiente controlado, Dalmago et al. (2007) verificaram que geada de  $-6^{\circ}\text{C}$  foi letal para plantas de vários híbridos de canola avaliados, enquanto que intensidades de geada de até  $-3^{\circ}\text{C}$  não causaram danos significativos quanto a queima de folhas e produção de matéria seca. Nas intensidades de geada de até  $-3^{\circ}\text{C}$  as plantas apresentaram recuperação dos danos foliares 15 dias após a simulação de geada (DALMAGO et al., 2007).

A geada na floração ocasiona abortamento de flores, mas o efeito sobre o rendimento de grãos é menor se comparado a outras culturas de inverno, devido ao longo período de floração da canola, que pode variar entre 20 e 45 dias, dependendo do ciclo do material (TOMM, 2007a). Os prejuízos causados por geadas intensas são maiores se essas ocorrem no final da floração e no início de enchimento dos grãos, durante a fase leitosa. Entretanto, quando o grão está com cerca de 20% de umidade a geada praticamente não afeta mais a produção de grãos (THOMAS, 2003).

A extensão dos danos causados pela geada podem ser reduzidos, se as plantas passarem por um período de frio antes da ocorrência desse fenômeno. Esse processo, definido como aclimatação, ocasiona mudanças fisiológicas, bioquímicas e moleculares na célula vegetal, que tornam as plantas de canola mais tolerantes à geada (FOWLER et al., 1999; XIN; BROWSE, 2000).

As temperaturas elevadas também afetam o desenvolvimento da cultura, podendo diminuir a produção total de matéria seca e os componentes do rendimento de grãos (THOMAS, 2003). Na floração, temperaturas elevadas aceleram o

desenvolvimento, reduzindo o tempo entre a floração e a maturação e encurtando o tempo em que a flor é receptiva ao pólen, assim como a duração da liberação e a viabilidade do mesmo (THOMAS, 2003). O limite crítico encontrado para plantas crescendo em câmaras de crescimento foi de 27°C, a partir do qual foi observado esterilidade das flores e queda no rendimento de grãos de canola (MORRISON, 1993). Durante o enchimento de grãos a canola é mais tolerante às temperaturas elevadas (THOMAS, 2003). Entretanto, Si; Walton (2004), mostraram que pode ocorrer uma redução de 0,68% no conteúdo de óleo no grão e 289 kg ha<sup>-1</sup> no rendimento para cada 1°C de aumento na temperatura acima da ótima após a antese. Ainda, segundo Walton et al. (1999), temperaturas elevadas diminuem o teor de óleo nos grãos.

#### 1.1.4 Épocas de semeadura e produção de grãos

A época de semeadura é definida por um conjunto de fatores ambientais que, além de afetar a produtividade, afeta também a arquitetura e o desenvolvimento da planta. Semeaduras de soja em épocas inadequadas podem causar reduções drásticas na produtividade de vagens e grãos, devido a alterações na altura da planta, no número de ramificações, no diâmetro do caule e no acamamento (PEIXOTO, 1998; PEIXOTO et al., 2002).

Segundo Peixoto et al. (2002) ao optar por uma determinada época de semeadura, o produtor está escolhendo uma determinada combinação entre a fenologia da cultura e a distribuição dos elementos do clima na região de produção que poderá influenciar a produtividade.

A semeadura da canola em época apropriada é uma prática que está intimamente relacionada aos seus desempenhos vegetativo e reprodutivo. O efeito dessa relação se evidencia quando, ao realizá-la escalonadamente, durante o ano agrícola, tornam-se perceptíveis através de alterações no rendimento de grãos, do ciclo vegetativo e da maturação da primeira siliqua (DEGENHARDT; KONDRÁ, 1981).

Para aumentar o rendimento de grãos, é necessário identificar práticas de manejo, que objetivem o aproveitamento do potencial genético desses híbridos de canola gerados e disponibilizados recentemente. O uso da melhor época de semeadura é um dos mais importantes aspectos de manejo e visa a explorar melhor os recursos ambientais e os recursos genéticos disponibilizados pelos híbridos de canola (TOMM et al., 2004a). Ao optar por uma determinada época de semeadura, o produtor está escolhendo certa combinação entre a fenologia da cultura e a distribuição dos elementos do clima na região de produção, que poderá resultar em elevado ou reduzido rendimento.

Em 2005, vários produtores de canola colheram até 1980 kg ha<sup>-1</sup> e tiveram custos variáveis de 720 kg ha<sup>-1</sup>. O aperfeiçoamento de tecnologias e a familiarização de agricultores com o cultivo da canola podem contribuir decisivamente para elevar os rendimentos médios, pois os materiais genéticos empregados têm potenciais para 4500 kg ha<sup>-1</sup> (TOMM, 2007).

Os maiores rendimentos de grãos, em valores absolutos, do híbrido de canola Hyola 43 foram obtidos nas semeaduras realizadas no mês de maio, enquanto que para o genótipo Hyola 60 foram obtidos em semeaduras realizadas no mês de abril, em ensaios conduzidos em Passo Fundo – RS. Outros trabalhos revelam que a quantidade de proteína e de óleo no grão tem relação inversa, variando com as

condições ambientais. Em experimento com a cultura da soja, Albrecht (2008) encontrou maiores teores de óleo no segundo ano agrícola de seu experimento e maiores teores de proteínas no primeiro ano agrícola, atribuindo esses resultados às diferenças meteorológicas existentes entre os anos, resultados em consonância com Fontes, et al. (1974).

As pesquisas relativas à época de semeadura da canola que englobam municípios na região de depressão central do Rio Grande Sul datam do início da década de 80. Essas foram realizadas por pesquisadores do Instituto de Pesquisas Agronômicas (IPAGRO), atualmente denominada de Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO). Naquela década, destacam-se os trabalhos conduzidos pelo pesquisador Nídio Antonio Barni. Entretanto, deve-se ressaltar que os genótipos testados na década de 80 não são mais utilizados. Portanto, não existem recomendações específicas quanto a épocas de semeadura na região de depressão central para os genótipos atualmente existentes no mercado, principalmente quanto aos híbridos resistentes à canela preta.

## REFERÊNCIAS

ALBRECHT, L. P. et al. Teores de Óleo, Proteínas e Produtividade de Soja em Função da Antecipação da Semeadura na Região Oeste do Paraná. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.4, p.865-873, 2008.

ALBUQUERQUE, G. A. et al. Avaliação reológica e caracterização físico-química do biodiesel de canola e misturas. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 1., 2006, Brasília. **Anais eletrônicos...** Brasília: Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, 2006. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2006/Armazenamento/AvaliacaoReologica3.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2007.

BARNI, N.A. et al. Resposta da colza (*Brassica napus* L. var. Oleífera Metzg.) a épocas de semeadura na Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 20, n. 1 p. 75-100, jan. 1984.

BRASIL. IBGE-CIDADES@, Informações estatísticas - Santa Maria – RS. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>>. Acesso em 28 maio 2008.

BRUM, A. L. Análises de Mercado: Soja. Agrolink, Brasília, 15 set. 2006. Disponível em: <[http://www.agrolink.com.br/cotacoes/pg\\_analise.asp?cod=4370](http://www.agrolink.com.br/cotacoes/pg_analise.asp?cod=4370)>. Acesso em: 21 ago. 2007.

CARRARO, I. N.; BALBINO, L. C. **Avaliação de cultivares de canola no estado do Paraná - 1992**. Cascavel: OCEPAR, 1993. 17 p. (OCEPAR. Informe Técnico, v. 14, n. 1).

CARRARO, I. N.; BALBINO, L. C. **Avaliação de cultivares de canola - 1993**. Cascavel: OCEPAR, 1994. 24 p. (OCEPAR. Informe Técnico, v. 15, n. 1).

CARMODY, P; WALTON, G. Canola: soil and climatic requirements. In: MOORE, G. (Ed.). **Soil guide**: a handbook for understanding and managing agricultural soils. Perth: Agriculture Western Australia, 1998. (Bulletin, 4343).

COCAMAR - Cooperativa de cafeicultores e agropecuaristas de Maringá. **Canola**: Informações Gerais. Maringá: [s.n.], 1996, 45p.

CORDEIRO, L. A. M.; REIS, M. S.; ALVARENGA, E. M. **A cultura da canola**. (Cadernos Didáticos, 60). Viçosa: UFV, 1999.

DALMAGO, G. A. et al. Aclimação e intensidade de geada em canola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007, Aracajú. **Anais...** Aracajú: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 1 CD-ROM.

DALMAGO, G. A. et al. **Zoneamento agroclimático de canola para o Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 76 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento /Embrapa Trigo 10).

DEGENHARDT, D. F.; KONDRÁ, Z. P. The influence of seeding date and seeding rate on seed yield and growth characters of five genotypes of *B. napus*. **Canadian Journal of Plant Science**, Ontário, v. 61, n. 2, p. 175-183, April. 1981.

FONTES, L.G.; FILHO, J.A.; SEDIYAMA, C.S. Conteúdo de óleo e proteína bruta nos grãos de algumas linhagens e variedades de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Revista Ceres**, Viçosa, v.21, n.118, p.500-505, 1974.

FOWLER, D. B.; LIMIN, A. E.; RITCHIE, J. T. Low-temperature tolerance in cereals: model and genetic interpretation. **Crop Science**, Stanford, v. 39, n. 3 p. 626-633, May/June 1999.

GARCÍA, E. R. **Manual de producción canola**. Puebla: Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla, 2007. Disponível em: <<http://www.sdr.gob.mx/Contenido/Cadenas%20Productivas/DOCUMENTOS%20CADENAS%20AGROPECUARIAS/agricolas/CANOLA/MANUAL%20DE%20PRODUCCION%20CANOLA.htm>>. Acesso em: 11 set. 2007.

GAZZONI, D. L. **Cenários mundiais da demanda de matéria prima para biodiesel**. São Paulo: FIESP 2006. Disponível em: <[http://www.fiesp.com.br/agronegocio/pdf/biodiesel\\_decio\\_luiz\\_gazzoni.pdf](http://www.fiesp.com.br/agronegocio/pdf/biodiesel_decio_luiz_gazzoni.pdf)>. Acesso em: 21 ago. 2007.

GRIMALDI, R. **Adequação tecnológica para extração e refino do óleo de canola/colza**. 1994, 93f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

IRIARTE, I.; VALETTI, O. **Cultivo de colza**. 1 ed. Buenos Aires: INTA. 2008. 156p.

MORRISON, M. J. Heat stress during reproduction in summer rape. **Canadian Journal Plant of Science**, Ontário, v. 71, p. 303-308, 1993.

MORRISON, M. J. ; McVETTY, P. B. E. ; SHAYKEWICH, C. F. The determination and verification of a baseline temperature for the growth of westar summer rape. **Canadian Journal Plant of Science**, Ontário, v. 69, p. 455-464, 1989.

NANDA, R.; BHARGAVA, S. C.; RAWSON, H. M. Effect of sowing date on rates of leaf appearance, final leaf numbers and áreas in *Brassica campestris*, *B. Juncea*, *B. Napus* and *B. Carinata*. **Field Crops Research**, v. 42, p. 125-134, 1995.

PEIXOTO, C. P. **Análise de crescimento e produtividade de três cultivares de soja em três épocas de semeadura e três densidades de plantas**. 1998. 151f. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

PEIXOTO, C. P. et al. Efeitos de épocas de semeadura e densidade de plantas sobre a produtividade de cultivares de soja no Estado de São Paulo. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.77, n. 2, p.265-291, 2002.

PERES et al. Biocombustíveis uma oportunidade para o agronegócio brasileiro. **Revista de Política Agrícola**, ano XIV, n.1, p. 32-41, 2005.

SANTOS, H. P. dos; TOMM, G. O.; BAIER, A. C. **Avaliação de germoplasmas de colza (*Brassica napus* L. var. *oleifera*) padrão canola introduzidos no sul do Brasil, de 1993 a 1996, na Embrapa Trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 10 p. html. 4 tab. (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa online, 6). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_bo06.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_bo06.htm)>. Acesso em: 29 nov. 2010.

SANTOS, H. P. dos; TOMM, G. O.; BAIER, A. C. **Avaliação de germoplasmas de colza (*Brassica napus* L. var. *oleifera*) padrão canola introduzidos no sul do Brasil, de 1993 a 1996, na Embrapa Trigo**. Passo Fundo, 2001. Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_bo06.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_bo06.htm)>. Acesso em: 24 ago. 2007.

SI, P.; WALTON, G. H. Determinants of oil concentration and seed yield in canola and indian mustard in lower rainfall areas of Western Australia. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 55, p. 367-377, 2004.

SINAKI, J. M. et al. The effects of water deficit growth stages of canola (*Brassica napus* L.). **American Eurasian Journal Agricultural & Environment Science**, v. 2, n. 4, p. 417-422, 2007.

TAGOL, S. A. **A colza: Manual de cultura**. Lisboa, 2006. 26 p. Disponível em: <[http://www.sovena.pt/pt/negocios/documents/manual\\_cultura\\_colza.pdf](http://www.sovena.pt/pt/negocios/documents/manual_cultura_colza.pdf)> Acesso em: 11 set. 2007.

THOMAS, P. **Canola growers' manual**. Winnipeg: Canola Council of Canada, 2003. Disponível em: <http://www.canola-council.org/manual/canolafr.htm>. Acesso em: 12 set. 2007.

TOMM, G. O. Perspectivas de desenvolvimento da produção de canola no Brasil. **Óleos & Grãos**, v. 9, n. 57, p. 26-30, dez. 2000.

TOMM, G. O. et al. **Efeito de épocas de semeadura sobre o desempenho de genótipos de canola em Três de Maio, RS**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004a. (Circular Técnica, 17). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/ci/p\\_ci17.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/ci/p_ci17.htm)>. Acesso em: 23 mar. 2008.

TOMM, G. O. et al. **Desempenho de genótipos de canola em Goiás, em 2004**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004b. 11 p. html. (Embrapa Trigo. Comunicado técnico online, 118). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p\\_co118.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p_co118.htm)>. Acesso em: 20 jul. 2010.

TOMM, G. O. **Indicativos tecnológicos para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 68 p.

TOMM, G. O. et al. **Desempenho de genótipos de canola no Mato Grosso do Sul, 2006**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 18 p. html (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 40). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p\\_bp40.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp40.htm)>. Acesso em: 20 jul. 2010.

TOMM, G. O. et al. **Desempenho de genótipos de canola (*Brassica napus* L.) no Nordeste do estado da Paraíba, Nordeste do Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 15 p. html (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento online, 65). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p\\_bp65.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp65.htm)>. Acesso em: 20 jul. 2010.

TOMM, G. O. **Híbridos de canola Hyola empregados na América do Sul**. [S. l.]: Advanta: Pacific Seeds, [2009]. 1 folder.

VALETTI, O. E. **El cultivo de colza/canola**. Tres arroyos: Chacara Experimental Integrada Barrow, 2002. (Materiales de Divulgación, 2). Disponível em: <[http://www.inta.gov.ar/barrow/info/documentos/agricultura/colza/manual\\_colza.pdf](http://www.inta.gov.ar/barrow/info/documentos/agricultura/colza/manual_colza.pdf)>. Acesso em: 25 maio 2008.

VASCONCELOS, L. H. **Determinação das propriedades físicas da canola (*Brassica napus*), variedade Iciola 41, relacionadas à armazenagem**. 1998. 113f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

WALTON, G. et al. Phenology, physiology and agronomy. In: INTERNATIONAL RAPESEED CONGRESS, 10., 1999, Camberra. **Proceedings...** Camberra: The Regional Institute Ltd, 1999. Disponível em: <<http://www.regional.org.au/au/gcirc/canola/p-04.htm>>. Acesso em: 24 set. 2007.

XIN, Z.; BROWSE, J. Could comfort farm: the acclimation of plants to freezing temperatures. **Plant, Cell and Environment**, v. 23, p. 893-902, 2000.

## CAPÍTULO I

### TEMPERATURA BASE INFERIOR E CICLO DE HÍBRIDOS DE CANOLA

#### RESUMO

A temperatura do ar é o principal elemento meteorológico que afeta o desenvolvimento dos vegetais, embora este também dependa de vários outros fatores ambientais. Os dados de temperatura base inferior (Tb) da canola aplicados atualmente nos cálculos fenológicos da cultura são oriundos da bibliografia internacional, derivados de pesquisas com genótipos distintos dos utilizados no Brasil. O objetivo do presente trabalho foi determinar a temperatura base inferior de dois híbridos de canola durante os subperíodos emergência-início da floração (EM-IF), início da floração-final da floração (IF-FF) e final da floração-maturação fisiológica (FF-MF), bem como o acúmulo de graus-dia e de dias no subperíodo. Para tanto foi realizado um experimento com nove épocas de semeadura com os híbridos Hyola 61 e Hyola 433 em Santa Maria-RS, sendo utilizados os métodos da menor variabilidade e do desenvolvimento relativo para a determinação da Tb. Observou-se uma relação linear negativa entre temperatura do ar e duração do ciclo em dias. Os valores de Tb dos genótipos de canola variaram de -0,6 a 9,1°C para o método do desenvolvimento relativo e de -1 a 11°C pelo método da menor variabilidade. A necessidade média de soma térmica para o subperíodo EM-IF, IF-FF e FF-MF foram, respectivamente, 1030, 287 e 327 para o híbrido Hyola 61 e 929, 293 e 293 para o híbrido Hyola 433. As durações médias do subperíodo emergência-florescimento observadas foram de 65, 60 e 63 dias respectivamente para os híbridos Hyola 61, 432 e 433.

**Palavras-chave:** *Brassica napus* L., temperatura do ar, graus-dia.

## BASELINE TEMPERATURE AND CYCLE OF CANOLA HIBRIDS

### ABSTRACT

The air temperature is the main climatic element that affects the development of plants, although this also depends on several other environmental factors. The lower base temperature ( $T_b$ ) currently applied in the canola crop phenological calculations are taken from international literature, derived from results with genotypes distinct from those used in Brazil. The aim of this study was to determine  $T_b$  of two canola hybrids during the subperiods emergency-beginning of flowering (EM-IF), early-flowering-late flowering (FI-FF) and late-flowering physiological maturity (FF-MF), and the accumulation of degree-days (GDD), and number of days in each subperiod. The experiment was carried out with nine seeding times with the hybrids Hyola 61 and Hyola 433 in Santa Maria, being utilized two methods to estimate: least deviation and relative development. There was a negative linear relationship between air temperature and cycle length in days. The  $T_b$  values of canola genotypes ranged from -0.6 to 9.1 °C for relative development method, and -1 to 11 °C for the least deviation method. The average requirement of thermal time for the subperiods EM-IF, IF-FF and FF-MF were respectively 1030, 287 and 327 GDD for hybrid Hyola 61 and 929, 293 and 293 GDD for hybrid Hyola 433. The mean durations of the phase emergence-flowering periods were 65, 60 and 63 days respectively for hybrids Hyola 61, 432 and 433.

**Keywords:** Brassica napus L., air temperature, degree-days.

## 1 INTRODUÇÃO

A área cultivada com a cultura da canola (*Brassica napus* L. var. oleífera) no Brasil vem se expandindo em taxas elevadas nos últimos anos (TOMM et al., 2010). Em acompanhamento ao crescimento da produção também é crescente o investimento das empresas da área agrícola e o interesse dos pesquisadores, aumentando o número de pesquisas realizadas com a cultura. Tudo isso vem construir uma cadeia produtiva forte, a qual está se consolidando em nosso País. Dessa forma, novos híbridos estão sendo estudados de forma a gerar dados de adaptação e respostas ao ambiente. Assim se destacam os híbridos Hyola 61, Hyola 433 e Hyola 432, os quais vêm revelando bons rendimentos e apresentam resistência genética à principal doença da cultura da canola, a canela preta (*Leptosphaeria maculans*, *Phoma lingam*) (TOMM et al., 2010).

Entretanto, em virtude, principalmente, de seu cultivo com objetivo industrial ser recente no país, ainda são poucas as informações sobre as exigências bioclimáticas dos genótipos de canola utilizados no Brasil. Dentre estas exigências está a temperatura base inferior de crescimento e a soma térmica para os diferentes subperíodos de desenvolvimento. A determinação destes dois parâmetros é importante como referência na escolha de cultivares a serem utilizadas, na definição de épocas e locais de semeadura e na simulação do desenvolvimento e na estimativa de duração do ciclo das plantas.

Considerando que as plantas não reconhecem o tempo medido por meio de descritores determinados pelo homem (horas, dias, meses) e sim um calendário biológico governado pela temperatura do ambiente, geralmente utiliza-se como

descriptor de tempo das variáveis morfogênicas o conceito de tempo térmico, com unidade graus celsius por dia ( $^{\circ}\text{C dia}^{-1}$ ) ou graus-dia (GD).

Apesar de o desenvolvimento depender de vários fatores ambientais, a temperatura do ar é o principal elemento meteorológico que afeta o desenvolvimento dos vegetais (STRECK, 2002; GRAMIG; STOLTENBERG, 2007). Na clássica equação de cálculo da soma térmica, são acumulados os valores de temperatura média diária do ar acima de uma temperatura base inferior, considerada a temperatura abaixo da qual não ocorre desenvolvimento ou este é tão lento que, para fins de simulação do desenvolvimento vegetal, pode ser considerado desprezível (LOZADA; ANGELOCCI, 1999).

A temperatura base inferior de crescimento pode ser determinada por meio de diferentes métodos, sendo mais utilizados o da menor variabilidade e a razão de desenvolvimento (MÜLLER et al., 2009). Para a utilização destes métodos são necessárias observações fenológicas de uma série de épocas de semeaduras ou, de mesma época, mas de locais com distintas disponibilidades térmicas.

Para explicar o crescimento e o desenvolvimento vegetal são utilizadas variáveis morfogênicas, tais como filocrono, taxas de alongamento foliar e de surgimento de folhas, e tempo de vida das folhas, as quais dependem da temperatura base inferior das culturas. Contudo, os dados de temperatura base inferior da canola aplicados atualmente nos cálculos fenológicos são retirados da bibliografia internacional, derivados de pesquisas antigas ou com genótipos distintos dos utilizados no Brasil.

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi determinar a temperatura base inferior de dois híbridos de canola durante os subperíodos emergência-início da floração, início da floração-final da floração e final da floração-maturação fisiológica,

avaliar a duração dos subperíodos de acordo com da temperatura do ar, bem como determinar a quantidade de graus-dia e de dias necessários para cada híbrido completar os subperíodos.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, situada na Depressão Central do Rio Grande do Sul, com, com coordenadas de 29°43'S, 53°43'W e altitude de 95 m. O solo é classificado como um Argissolo Vermelho distrófico arênico. O clima da região é o Cfa (subtropical úmido com verões quentes e sem estação seca definida), conforme classificação de Köppen (MORENO, 1961).

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, com tratamentos distribuídos em esquema fatorial, com dois genótipos, Hyola 61 e Hyola 433, em nove épocas de semeadura, 03/04, 17/04, 01/05, 15/05, 29/05, 12/06, 26/06 10/07 e 24/07/2009.

A adubação e a correção do pH do solo foram baseadas nos resultados de análise química do solo e nas recomendações para a cultura da canola conforme o Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 2004).

A semeadura dos dois híbridos foi realizada manualmente de forma a obter-se 40 plantas m<sup>-2</sup> em parcelas constituídas de 6 fileiras de plantas com espaçamento de 0,17 m entre si e 5 m de comprimento, perfazendo área de 5,1 m<sup>2</sup>.

Os dados da temperatura do ar foram obtidos junto à Estação Climatológica Principal da UFSM, pertencente ao 8º DISME/INMET/MA, localizada a 100m da área experimental.

As observações fenológicas foram realizadas de acordo com TOMM et al. (2007):

- data de emergência: data em que 50% das plântulas da parcela emergiram;
- início da floração: data em que 50% das plantas apresentavam pelo menos uma flor.
- fim da floração: data em que não restarem mais flores, exceto em plantas atípicas;
- data de maturidade: data em que 50% das sementes mudaram para cor escura nas síliquas localizadas sobre o meio do racemo principal das plantas.

A temperatura base inferior para cada genótipo nos subperíodos emergência-início da floração (EM-IF), início da floração-final da floração (IF-FF) e final da floração-maturação fisiológica (FF-MF) foi estimada pelos métodos da menor variabilidade ou desvio padrão conforme Arnold (1959) e por meio do desenvolvimento relativo segundo Brunini et al. (1976) e Gbur et al. (1979).

A estimativa dos graus-dia (GD) foi obtida pela aplicação das seguintes equações propostas por Villa Nova et al. (1999):

$$GD = [(T_{max} + T_{min})/2] - T_b \quad (\text{se } T_b \leq T_{min}), \quad (1)$$

$$GD = (T_{max} - T_b)^2 / [2 (T_{max} - T_{min})] \quad (\text{se } T_b > T_{min}), \quad (2)$$

em que, GD= graus-dia; T<sub>max</sub> e T<sub>min</sub> são as temperaturas máxima e mínima do ar, respectivamente; e T<sub>b</sub> é a temperatura base inferior do subperíodo.

A soma térmica acumulada (STa) de cada genótipo foi obtida pelo somatório dos graus-dia acumulados durante o ciclo:

$$STa = \sum GD \quad (3)$$

No método da menor variabilidade usa-se a premissa de que numa dada série pré-determinada que corresponder ao menor valor do desvio-padrão em dias é considerado a temperatura base inferior ( $T_b$ ) do vegetal em estudo. A expressão utilizada é a seguinte:

$$S_d = (S_{dd}) / (T - T_b), \quad (4)$$

em que,  $S_d$  = desvio-padrão em dias para série de experimentos;  $S_{dd}$  = desvio-padrão em graus-dia para toda a série de plantio para cada valor de temperatura base inferior;  $T$  = temperatura média para toda série de épocas de semeadura sobre o qual  $S_{dd}$  é baseada (período experimental);  $T_b$  = temperatura base inferior. Foram aplicados valores de  $T_b$  de -3 a 15°C, com intervalos de 1°C.

O método do desenvolvimento relativo (DR) consiste em calcular DR por:

$$DR = a + b \cdot T_{med}, \quad (5)$$

em que,  $T_{med}$  é a temperatura média (°C);  $a$  e  $b$  são os coeficientes linear e angular da regressão linear simples.

DR é calculado por:

$$DR = 100 / n, \quad (6)$$

em que,  $DR$  = desenvolvimento relativo à temperatura média do ar; 100 = valor arbitrário de ponderação;  $n$  = dias do ciclo da cultura.

Quando  $DR$  for igual à zero,  $T_{med}$  será igual a  $T_b$ ; sendo obtida por:

$$T_b = -a / b. \quad (7)$$

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A influência da temperatura do ar sobre a duração dos subperíodos da cultura canola, em dias, pode ser verificado na FIGURA 1. O híbrido Hyola 61 apresentou duração do subperíodo emergência-início da floração (EM-IF) variando de 52 a 78 dias para médias de temperaturas do ar de 17,7 a 12,8°C e para Hyola 433, essa variação foi de 49 a 76 dias com valores médios temperaturas de 17,8 e 12,9°C, respectivamente. A duração do subperíodo início da floração-final da floração (IF-FF) para o híbrido Hyola 61 variou de 34 a 80 dias, com temperaturas médias entre 18,1 e 13°C e para o híbrido Hyola 433 a variação foi de esse subperíodo foi de 34 a 81 dias com valores de temperaturas de 17,8 e 12,9°C. No subperíodo final da floração-maturação fisiológica (FF-MF) para o híbrido Hyola 61, observou-se variação na duração de 16 a 31 dias, com temperaturas entre 25,4 e 18,0°C e para o híbrido Hyola 433 essa duração variou de 16 a 30 dias, para valores de temperaturas de 26,0 e 18,0°C (Figura 1).

A cultura da canola evidencia sensibilidade à temperatura do ar quanto à duração dos subperíodos (Figura 1) A presença de uma relação linear negativa entre temperatura do ar e a duração indica que a diminuição da temperatura do ar determina um aumento das durações do ciclo e subperíodos. Além disso, a análise de regressão indica que o subperíodo IF-FF foi mais sensível a temperatura do ar que o subperíodo EM-IF, sendo o subperíodo FF-MF, o menos sensível. Esses resultados corroboram com a afirmação de Kerber et al., (2009), de que a canola cultivada no Brasil apresenta baixa sensibilidade ao fotoperíodo e maior resposta à temperatura do ar (soma térmica).

A interferência da temperatura do ar sobre as durações dos subperíodo também foram constatadas em outras culturas. Vieira et al. (1990), trabalhando com a cultura do feijão, afirmam que a temperatura média do ar afeta o comprimento dos sub-períodos de desenvolvimento das plantas, porém, destaca que o superíodo mais influenciado é o da EM-IF. Esse fato também foi observado por Mundstock (1983) que ressalta ser a ação da temperatura do ar nos cereais de inverno mais efetiva, principalmente na duração do período compreendido entre a emergência e o florescimento. Esse mesmo comportamento é destacado na cultura do milho, na qual se aplica a diferença de soma térmica do subperíodo EM-IF para diferenciação dos híbridos por precocidade (FANCELLI; DOURADO NETO, 2004).

Porém, para a cultura da canola esse comportamento verificado em outras culturas não se repete, pois o subperíodo mais sensível a foi IF-FF (Figuras 1e e 1d). Mas, corroborando com os resultados encontrados neste trabalho, Tomm et al. (2010) obtiveram duração do subperíodo EM-IF variando entre 50 e 68 dias e para o subperíodo IF-FF a duração dobrou em resposta à época de semeadura, variando de 22 a 44 dias, para a canola cultivada em sete épocas de semeadura em Maringá, PR. Possivelmente, o fator responsável pela variação das durações dos subperíodos pelos autores tenha sido a temperatura do ar, como constado na FIGURA 1.

A maioria dos trabalhos na cultura da canola cita valor único de  $T_b$  para todo o ciclo da cultura. Segundo Thomas (2003), existe divergência nos resultados de pesquisa quanto à  $T_b$  da canola, sendo que a maioria dos trabalhos indica valores entre 0 e 5°C. Guerreiro et al. (2008) compilando dados de experimentos com colza realizados no início dos anos 80, encontraram como  $T_b$  o valor de 3,5°C. Morrison et al. (1989) determinaram a  $T_b$  da canola como sendo 5°C, sendo este valor utilizado por LAWSON et al. (2006).

Os valores de  $T_b$  dos genótipos de canola ficaram entre  $-1$  e  $11^\circ\text{C}$  para o método da menor variabilidade e entre  $-0,6$  e  $9,1^\circ\text{C}$  pelo método do desenvolvimento relativo, variando de acordo com o híbrido e o subperíodo estudados (Tabela 1). Assim, para cada subperíodo considerado deve ser utilizado um valor adequado de  $T_b$ .

Para o subperíodo EM-IF da cultura da canola, Hodgson (1978) encontrou a  $T_b$  de  $0,4^\circ\text{C}$ , valor próximo aos  $-0,8$  e  $0,3^\circ\text{C}$  determinados neste trabalho para os híbridos Hyola 61 e Hyola 433 (Tabela 1), respectivamente. A importância da determinação da  $T_b$  ao longo do ciclo foi citada por Streck (2002) e Streck et al. (2005) afirmam que a temperatura base dos vegetais depende do genótipo e do subperíodo de desenvolvimento analisados.

Os métodos de determinação pouco variaram entre si, sendo a maior variação encontrada no subperíodo IF-FF para o híbrido Hyola 433, com  $2,2^\circ\text{C}$  (Tabela 1). Dessa forma, para execução dos estudos de ciclo da cultura, calculou-se a média dos dois métodos de obtenção da temperatura base, baseado na metodologia adotada por Fagundes et al. (2010) que obteve uma diferença máxima de  $3,3^\circ\text{C}$  entre os métodos de análise, na determinação da  $T_b$  de *Aspilia montevidensis*.

Diversos trabalhos realizados demonstraram semelhança nos resultados de  $T_b$  apresentados pelos métodos do desenvolvimento relativo e da menor variabilidade. Determinando a  $T_b$  para três cultivares de triticale, Pedro Júnior, et al. (2004) obtiveram diferença máxima de  $0,5^\circ\text{C}$  entre os métodos do desenvolvimento relativo e da menor variabilidade. Resultado semelhante foi observado por Cargnelutti Filho et al. (2005), estimando a  $T_b$  inferior de 19 genótipos de feijão, com diferenças entre os dois métodos variando entre  $0,2$  a  $1,8^\circ\text{C}$ .

Observou-se que, independentemente do híbrido analisado, a  $T_b$  é menor no subperíodo Em-IF, com ficando próxima a  $0^{\circ}\text{C}$ . No subperíodo seguinte, a temperatura base se eleva para próximo a  $10^{\circ}\text{C}$ , reduzindo esse valor em 2 a  $3^{\circ}\text{C}$  no subperíodo FF-MF (Tabela 1). A variação da  $T_b$  de acordo com o subperíodo fenológico estudado pode ser observada em diversas espécies vegetais (FAGUNDES et al., 2010; GONÇALVES et al., 2008; WUTKE et al., 2000; BRUNINI et al., 1976).

Para completar seu ciclo os híbridos de canola Hyola 433 e Hyola 61 necessitaram de 1515 e 1644 GD, respectivamente (Tabela 2). A soma térmica do subperíodo Em-IF dos híbridos de canola ficou entre 822 e 1147 GD, para o subperíodo IF-FF ficou entre 247 e 312 GD, e no o subperíodo FF-MF ficou entre 231 e 418 (Tabela 2). Esses resultados corroboram a afirmação de DALMAGO et al. (2010) de que existe grande heterogeneidade de respostas da cultura da canola ao ambiente em que se encontra, resultado tanto do manejo agrícola, como por exemplo, de diferentes profundidades de semeadura, quanto de adaptações a variáveis ambientais, como à disponibilidade hídrica e à geada, com processo de aclimatação.

Os valores de  $T_b$  e soma térmica são úteis para fins de zoneamento e planejamento agrícola, como por exemplo, na delimitação de área aptas quanto a exigência térmica, determinação de épocas semeadura mais adequadas e previsão das datas de ocorrência dos diferentes subperíodos e da duração do ciclo da cultura. Kruger et al. (2009) afirmam que uso da soma térmica pode ser uma ferramenta para previsão de data do início do florescimento nesta cultura. Isso ressalta a importância da determinação da soma térmica exigida em cada cada subperíodo da

cultura da canola, os quais são citados na TABELA 2 para os genótipos Hyola 61 e Hyola 433

#### **4 CONCLUSÕES**

Existe uma relação linear negativa entre a temperatura do ar e a duração dos subperíodos (em dias) para os híbridos de canola Hyola 61 e Hyola 433.

O efeito da temperatura do ar no aumento da duração dos subperíodos é mais marcante na floração (IF-FF) da cultura da canola.

Os valores de temperatura base inferior estimados para os subperíodos Em-IF, IF-FF e FF-Mat foram, -0,8, 10 e 7,2°C para o híbrido Hyola 61 e 0,3, 9,9 e 7,9°C para o híbrido Hyola 433, respectivamente.

As somas térmicas médias necessárias para os subperíodos Em-IF, IF-FF e FF-MF são de 1030, 287 e 327GD para o híbrido Hyola 61 e de 929, 293 e 293GD para o híbrido Hyola 433, respectivamente.

## REFERÊNCIAS

- ARNOLD, C.Y. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v.74, p.430-445, 1959.
- BRUNINI, O. et al. Temperatura-base para alface cultivar "White Boston", em um sistema de unidades térmicas. **Bragantia**, Campinas, v.35, n.19, p.213-219, 1976.
- COMISSÃO de química e fertilidade do solo. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 10. ed., 2004. 400 p.
- CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Determinação da temperatura base e graus-dia para cultivares de feijão. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8., 2005, Goiânia. **Anais...** Santo Antônio de Goiás, Goiânia : Embrapa Arroz e Feijão, 2005. V.2. p.1136-1139.
- DALMAGO, G.A., et al. Aclimação ao frio e dano por geada em canola. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.45, n.9, p.933-943, set. 2010.
- FAGUNDES, J.D., et al. Temperatura-base e soma térmica de subperíodos do desenvolvimento de *Aspilia montevidensis*. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 2, p. 449-507, 2010.
- FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2004. 360 p.
- GBUR, E.E., et al. Use of segmented regression in determination of the base-temperature in heat accumulation models. **Agronomy Journal**, Madison, v.71, p.949-953, 1979.
- GONÇALVES, C., et al. Fenologia e estimativa da duração do ciclo da zínia 'Profusion Cherry' cultivada em vasos em ambiente protegido. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 527-532, 2008 .
- GRAMIG, G.G.; STOLTENBERG, D.E. Leaf appearance base temperature and phyllochron for common grass and broad leaf weed species. **Weed Technology**, n.21, p.249-254, 2007.
- GUERREIRO, J. C., et al. Temperatura base e graus-dia para a colza – síntese de resultados. In: MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA TRIGO, 4., 2008, Passo Fundo. **Resumos...** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. Sessão de Fitossanidade, Fitotecnia & Solos, resumo 17. (Embrapa Trigo. Documentos online, 94). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do94.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do94.htm)>. Acesso em: 22 nov. 2010.
- HODGSON, A. S. Rapeseed adaptation in northern New South Wales. II. Predicting plant development of *Brassica campestris* L' and *Brassica napus* L. and its influence

for planting time' designed to avoid water deficit and frost. **Australian Journal of Agriculture Research**, v. 29, p. 711-726, 1978.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Normais climatológicas (1961-1990)**. Brasília: INMET, 1992. 84p.

KERBER, T. L. et al. **Soma térmica de subperíodos de desenvolvimento da canola**. In: MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA TRIGO, 5., 2009, Passo Fundo. Resumos... Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 1 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos online, 115). Disponível em: [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do115\\_18.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do115_18.htm). Acesso em 12/01/2011.

KRÜGER, C. A. M.B; SILVA, J. A. G. da; MEDEIROS, S. L. P., VALENTINI, A. P. F.; ZAMBONATO, F.; WAGNER, J. F. MARTINS, J. A. K.; GAVIRAGHI, F.; BATISTI, G. Soma térmica e seus efeitos nos caracteres adaptativos e de produção na cultura da canola. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPEL, 18., ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 11., MOSTRA CIENTÍFICA DA UFPEL, 1., 2009, Pelotas. Anais eletrônicos... Pelotas: UFPEL, 2009. p. 1506-1510. 1 CD-ROM  
LAWSON, A. N., et al. Emergence timing of volunteer canola in spring wheat fields in Manitoba. **Weed Science**, v. 54, p. 873–882, 2006.

LOZADA, B.I.; ANGELOCCI, L.R. Determinação da temperatura-base e de graus-dia para estimativa da duração do subperíodo da semeadura à floração de um híbrido de milho. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, RS, v.7, n. 1, p.31-36, 1999.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, Diretoria de Terras e Colonização, Seção de Geografia, 1961. 43p.

MORRISON, M. J., et al. The determination and verification of a baseline temperature for the growth of Westar summer rape. **Canadian Journal of Plant Science**. v. 69, p. 455–464, 1989.

MÜLLER, L. et al. Temperatura base inferior e estacionalidade de produção de genótipos diplóides e tetraplóides de azevém **Ciência Rural**. v. 39, p. 1343-1348, 2009.

MUNDSTOCK, C. M. **Cultivo dos cereais de estação fria**. Editora NBS: Porto Alegre (RS), 1983. 265p.

PEDRO JR., M.J., et al. Temperatura-base, grau-dia e duração do ciclo para cultivares de triticale. **Bragantia**, v.63, n.3, p.447-453, 2004.

THOMAS, P. **Canola growers' manual**. Winnipeg: Canola Council of Canada, 2003. Disponível em: <http://www.canola-council.org/manual/canolafr.htm>. Acesso em: 12 nov. 2010.

TOMM, G. O. **Indicativos tecnológicos para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 68 p.

TOMM, G. O., et al. **Efeito de épocas de semeadura sobre o desempenho de genótipos de canola de ciclo precoce e médio, em Maringá, Paraná.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2010. 13 p. html. (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento online, 75). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p\\_bp75.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp75.htm)>. Acesso em: 12 nov. 2010.

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

STRECK, N.A., et al Estimativa do plastocrono em meloeiro (*Cucumis melo* L.) cultivado em estufa plástica em diferentes épocas do ano. **Ciência Rural**, v.35, p.1275-1280, 2005.

VIEIRA, H.J., et al. Disponibilidade hídrica do solo e eficiência do feijoeiro em utilizar água e radiação solar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 10, p. 1249-1445. 1990.

VILLA NOVA, N.A. et al. Modelo para a previsão da produtividade do capim elefante em função de temperatura do ar, fotoperíodo e frequência de desfolha. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.7, n.1, p.75-79, 1999.

WUTKE, E. B. et al. Estimativa de temperatura-base e graus-dia para feijoeiro nas diferentes fases fenológicas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 8, p. 55-61, 2000.

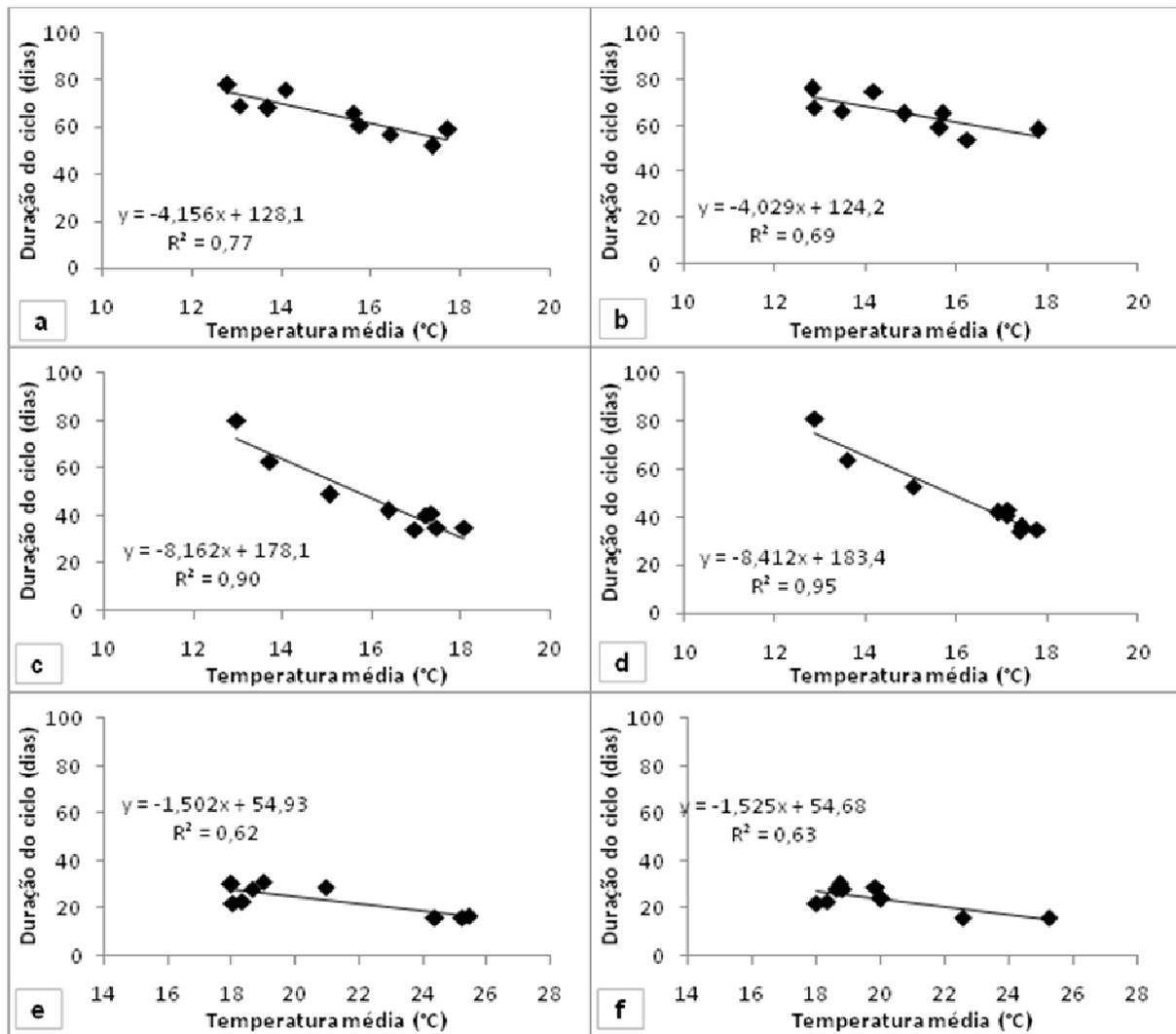


Figura 1 – Duração do subperíodo emergência-início da floração para os híbridos de canola Hyola 61(a) e Hyola 433 (b), do subperíodo início da floração-final da floração para os híbridos de canola Hyola 61(c) e Hyola 433 (d) e do subperíodo final da floração-maturação fisiológica para os híbridos de canola Hyola 61(e) e Hyola 433 (f), em função da temperatura média do ar. Santa Maria 2011.

Tabela 1 – Estimativa da temperatura base inferior por dois métodos (Menor variabilidade e Desenvolvimento relativo), e equações de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) pelo método do Desenvolvimento relativo, para dois híbridos de canola durante os subperíodos emergência-início da floração (Em-IF), início da floração-final da floração (IF-FF) e final da floração-maturação fisiológica (FF-MF). Santa Maria, 2011.

Subperíodo	Genótipos	Temperatura Base (°C)		Equação	Média
		Menor variabilidade	Desenvolvimento relativo		
Em-IF	Hyola 61	-1	-0,6	$Y=0,098X+0,062^*$ $R^2=0,70$	-0,8
Em-IF	Hyola 433	0	0,6	$Y=0,114X+0,067^*$ $R^2=0,72$	0,3
IF-FF	Hyola 61	11	9,1	$Y=0,326X-2,961^*$ $R^2=0,92$	10
IF-FF	Hyola 433	11	8,8	$Y=0,300X-2,64^*$ $R^2=0,93$	9,9
FF-MF	Hyola 61	7	7,4	$Y=0,335X-2,472^*$ $R^2=0,73$	7,2
FF-MF	Hyola 433	8	7,8	$Y=0,357X-2,773^*$ $R^2=0,74$	7,9

\*( $P<0,05$ )

Tabela 2 – Soma térmica (ST) dos subperíodos emergência – início da floração (EM-IF), início da floração – final da floração (IF-FF) e final da floração-maturação fisiológica (FF-MF) dos híbridos de canola hyola 433 e hyola 61 baseada nas respectivas temperaturas base em nove épocas semeadura. Santa Maria, 2011.

Data de semeadura	Hyola 433			Hyola 61		
	ST EM- IF (GD)	ST IF-FF (GD)	ST FF-MF (GD)	ST EM-IF (GD)	ST IF-FF (GD)	ST FF- MF (GD)
03/04/09	1033	307	248	1111	311	272
17/04/09	1016	288	231	1099	288	254
01/05/09	1055	310	309	1147	289	340
15/05/09	965	302	314	1074	312	337
29/05/09	867	282	333	971	271	383
12/06/09	883	262	355	1000	247	418
26/06/09	860	287	248	964	278	296
10/07/09	822	318	293	940	298	310
24/07/09	855	278	306	963	293	332
Média	929	293	293	1030	287	327
CV%	9,6	6,1	14,4	7,6	7,0	15,8

## CAPÍTULO II

### PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA CANOLA EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA

#### RESUMO

A produtividade de uma cultura é definida pela interação entre a planta, o ambiente e o manejo. Dessa forma, a época de semeadura é um fator determinante para o sucesso na busca de altas produtividades. Com o objetivo de determinar a melhor época de semeadura da canola em Santa Maria-RS, foram realizados dois anos de experimento, com semeaduras de abril a agosto de 2008 e 2009. No ano de 2008 foram semeados os híbridos Hyola 61, Hyola 432 em oito épocas e em 2009 foram semeados os híbridos Hyola 61 e Hyola 433 em nove épocas. Nos dois anos o genótipo Hyola 61 apresentou produtividade superior aos outros genótipos. O genótipo Hyola 432 não respondeu significativamente às épocas de semeadura, sendo que, os outros genótipos apresentaram resposta quadrática. Para as semeaduras realizadas a partir de 26 de junho, nos dois anos de experimento, as produtividades caíram drasticamente. Em Santa Maria-RS, a maior produtividade de grãos da cultura da canola é verificada no período do ano delimitado entre 3 de abril e 12 de junho. A produtividade dos genótipos nas diferentes épocas foi limitada principalmente pela temperatura do ar e pela precipitação pluvial.

**Palavras-chave:** *Brassica napus* L., rendimento de grãos, temperatura do ar, precipitação.

## CANOLA CROP YIELDS IN DIFFERENT SOWING DATES

### ABSTRACT

Crop productivity is a result of the interaction among plant, environment, and management. Thus, sowing time is a key factor for success to achieve high yields. Aiming to determine the best time for seeding canola in Santa Maria, experiments were carried out during two years, from April to August of 2008 and 2009. In 2008 the hybrids Hyola 61, Hyola 432 were sown in eight dates, and in 2009, the hybrids Hyola 61 and Hyola 433 were sown at nine dates. In the two years of experiments, the genotype Hyola 61 showed higher productivity than the other genotypes. The genotype Hyola 432 did not respond significantly to sowing dates, while the other genotypes showed a quadratic response. Sowing performed from June 26 onwards on both years of experiment led to major yield reduction. In Santa Maria, the highest grain yield of the canola crop occurs between April 3 and June 12. The yield of the genotypes was limited mainly by air temperature and rainfall.

**Keywords:** *Brassica napus* L., grain yield, air temperature, rainfall.

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura da canola (*Brassica napus* L. var. oleifera) vem se expandindo em regiões de cultivo agrícola como uma forma de diversificação de culturas nos sistemas de produção de grãos, contribuindo para a redução dos riscos associados à utilização de uma única cultura ano após ano no período de inverno. Alavancada pelo estímulo adicional do Programa Nacional de Produção de Biodiesel, a canola se apresenta como uma atraente opção de renda para o agricultor.

No Brasil, apesar da área cultivada ser ainda pequena, o fomento à produção necessita ser acompanhado pelo incentivo à pesquisa, de forma a possibilitar o desenvolvimento e o aperfeiçoamento das técnicas de produção, um dos principais problemas da cultura e fator limitante para o aumento da área. Tomm (2007) comenta que devido aos escassos investimentos em pesquisa no Brasil, ainda existem dificuldades tecnológicas para a expansão do cultivo dessa oleaginosa no país, como a necessidade de identificar épocas de semeadura e o ajuste de outras tecnologias de manejo. Com o desenvolvimento da pesquisa, a recomendação do cultivo vem sendo particularizada em cada região do Rio Grande do Sul, de acordo com as características de solo, clima, relevo e altitude, sendo este trabalho parte dessa particularização.

Nenhuma prática cultural isolada é mais importante para a cultura da soja do que a época de semeadura (Peixoto et al., 2000). Essa prática é a variável que produz maior impacto sobre a produção da soja, afetando, também, de modo acentuado, a arquitetura e o desenvolvimento da planta (NAKAGAWA et al., 1983).

A produtividade de uma cultura é definida pela interação entre a planta, o ambiente e o manejo. Dessa forma, a época de semeadura é um fator determinante

para o sucesso na busca de altas produtividades, alcançadas quando se conseguem justapor o desenvolvimento das fases fenológicas da cultura com a presença de ambiente climático favorável à expressão da produtividade da cultivar em uso. De maneira geral, existem épocas adequadas de semeadura para as cultivares nas quais a produção é potencialmente maior (OLIVEIRA, 2003).

O potencial de rendimento de grãos de canola no hemisfério sul tende a decrescer a partir do início do período recomendado. Por exemplo, no noroeste do Rio Grande do Sul os rendimentos tendem a decrescer com o atraso na semeadura após meados de abril (TOMM et al., 2004). Segundo o Zoneamento Agroclimático para a Canola no Rio Grande do Sul, o período indicado para a semeadura da canola no município de Santa Maria é de 11 de abril a 30 de junho (DALMAGO et al., 2009).

Dessa forma, este trabalho teve por objetivo determinar a melhor época de semeadura da canola em Santa Maria-RS, bem como observar o efeito do ambiente sobre a produtividade de grãos da cultura.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, situada na Depressão Central do Rio Grande do Sul, com coordenadas de 29°43'S e 53°43'W, altitude de 95 m e solo classificado como um Argissolo Vermelho distrófico arênico. O clima da região é o Cfa (subtropical úmido com verões quentes e sem estação seca definida), conforme classificação de Köppen (MORENO, 1961).

Foram realizados dois anos de experimento utilizando os híbridos Hyola 432 e Hyola 61 no primeiro ano e os híbridos Hyola 61 e Hyola 433 no segundo ano. A troca do genótipo Hyola 432 pelo Hyola 433 ocorreu pela verificação da evolução do genótipo no sentido de estabilidade de rendimento e principalmente pela inclusão da resistência poligênica à principal doença da canola, a canela preta (*Leptosphaeria maculans*, *Phoma lingam*) (TOMM, 2009a). Com essa substituição buscou-se obter dados mais úteis à comunidade científica e ao produtor rural, bem como, a manutenção por um período maior da aplicabilidade dos resultados obtidos.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, com tratamentos distribuídos em esquema fatorial com parcelas subdivididas, com dois genótipos nas subparcelas (Hyola 61 e Hyola 432) em oito épocas de semeadura nas parcelas no primeiro ano (17/04, 01/05, 15/05, 29/05, 12/06, 10/07, 24/07 e 07/08/2008) e dois genótipos nas subparcelas (Hyola 61 e Hyola 433) em nove épocas de semeadura nas parcelas no segundo ano (03/04, 17/04, 01/05, 15/05, 29/05, 12/06, 26/06 10/07 e 24/07/2009).

A preparação do solo consistiu de uma aração e duas gradagens com posterior confecção de canteiros de semeadura caracterizando as parcelas.

Para realização da adubação e correção do solo foi feita análise química e as quantidades aplicadas foram determinadas através das recomendações para a cultura da canola conforme o Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 2004). A adubação de base foi realizada com fertilizante NPK aplicado manualmente cerca de 2 cm abaixo da linha de semeadura e a adubação de cobertura foi realizada com uréia e sulfato de amônio quando as plantas apresentavam quatro folhas definitivas.

A semeadura dos dois híbridos foi realizada manualmente com população superior a necessária, para que, após o desbaste, realizado quando as plantas apresentavam 3 folhas definitivas, permanecessem 40 plantas  $m^{-2}$ . As parcelas foram constituídas de duas subparcelas formadas por seis fileiras de plantas com espaçamento de 0,17 m entre si e 5 m de comprimento, perfazendo área de 5,1  $m^2$  cada subparcela. As subparcelas estavam espaçadas em 0,5 m, totalizando 12,7  $m^2$  por parcela. Após a semeadura as parcelas foram irrigadas até a emergência de 50% das plantas.

A determinação da produtividade de grãos foi obtida pela colheita de quatro metros das quatro linhas centrais de cada subparcela (2,72  $m^2$ ) e convertidos em  $kg\ ha^{-1}$ .

Os dados foram submetidos à análise de variância com posterior teste de médias pelo modelo de Tukey com 5% de probabilidade de erro para o fator genótipos e análises de regressão para as épocas de semeadura, sendo esta realizada pelo método geral no ano de 2008, quando as épocas não apresentaram equidistância e pelo método dos polinômios ortogonais no ano de 2009, com as épocas equidistantes. Para estas análises foi utilizado o programa computacional SOC – NTIA (EMBRAPA, 1997).

As variáveis meteorológicas foram obtidas junto à Estação Climatológica Principal da UFSM, pertencente ao 8º DISME/INMET/MA, localizada a aproximadamente 100m da área experimental.

As observações fenológicas foram realizadas de acordo com as propostas por Tomm et al. (2007), que são:

- data de emergência: data em que 50% das plântulas da parcela emergiram;
- início da floração: data em que 50% das plantas tiverem pelo menos uma flor;

- fim da floração: data em que não restarem mais flores, exceto em plantas atípicas;
- data de maturidade: data em que 50% das sementes mudaram para cor escura nas síliquas localizadas sobre o meio do racemo principal das plantas.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ano de 2008 a análise da variância da produtividade frente aos fatores genótipos e épocas de semeadura revelou interação significativa ( $P < 0,05$ ). Os genótipos apresentaram diferença significativa entre si quanto à produtividade em todas as épocas de semeadura, excetuando-se a época semeada em 10/07 ( $DMS = 293 \text{ kg ha}^{-1}$ ), tendo o genótipo Hyola 61 destacado maiores produtividades (Figura 1a). Nesse ano o genótipo Hyola 432 não apresentou diferença significativa de produtividade ( $P > 0,05$ ) entre as épocas de semeadura, com média de  $639 \text{ kg ha}^{-1}$ . Porém, o genótipo Hyola 61 apresentou resposta quadrática entre a produtividade de grãos e as épocas de semeadura (Figura 1a).

No ano de 2009 também houve interação significativa entre genótipos e épocas de semeadura ( $P < 0,05$ ). Os genótipos não apresentaram diferença significativa de produtividade entre si apenas nas épocas semeadas em 15/05, 10/07 e 24/07 ( $DMS = 243 \text{ kg ha}^{-1}$ ), sendo o genótipo Hyola 433 superado pelo Hyola 61 em todas as outras seis épocas. Os dois genótipos apresentaram resposta quadrática quanto à produtividade, com valores menores nas últimas épocas de semeadura (Figura 1b).

Os resultados do ano de 2008 (Figura 1a) evidenciam, para o genótipo Hyola 61, incrementos de rendimento para as semeaduras realizadas até 29/05, a partir

daí decrescendo sua produtividade. As semeaduras de 29/05 e 12/06 destacaram-se das demais, com produtividades médias de 1853 e 1582 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, superando em até 24% a produtividade média dos estados do Rio Grande do Sul e Paraná, que é de 1500 kg ha<sup>-1</sup> (TOMM et al., 2009b).

Quando semeado em 17/04/2008 a produtividade do híbrido Hyola 61 ficou abaixo dos 1100 kg ha<sup>-1</sup>, distanciando-se da semeadura em 01/05, que aproximou-se dos 1400 kg ha<sup>-1</sup>. Credita-se esse resultado principalmente ao grande volume de precipitação ocorrido no início do período de floração da segunda época, quando, do dia 23/06 ao dia 25/06 choveu 83 mm, e também ao maior volume de precipitação ocorrido em todo o período de floração dessa época quando comparado às cinco primeiras épocas (Tabela 1), as quais apresentaram melhores produtividades.

Para o ano de 2009 (Figura 1b), a produtividade do híbrido Hyola 61 apresentou tendência crescente até o dia 01/05, e decrescendo após essa data. No ano de 2008, a tendência de crescimento permaneceu até por volta do dia 29/05 (Figura 1a). Observou-se também que em 2009 as produtividades foram menores, possivelmente devido ao maior volume de precipitação ocorrido nos períodos de floração em 2009, quando comparado a 2008 (Tabela 1). Assim, evidenciaram-se as épocas semeadas em 03/04, 01/05 e 12/06 com os maiores rendimentos, alcançando 1331, 1423 e 1417 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 1b).

Na semeadura de 15/05/2009 o genótipo Hyola 61 apresentou um acentuado declínio na produtividade, ficando abaixo dos 800 kg ha<sup>-1</sup>. Esse resultado contrapõe-se ao resultado da mesma data de semeadura em 2008, a qual superou os 1400 kg ha<sup>-1</sup>. Essa diferença pode ser justificada pelo volume excessivo de chuva ocorrido no período de floração dessa época no ano de 2009, atingido o nível de 448,4mm (Tabela 1) em apenas 41 dias. Longos períodos chuvosos, como os ocorridos na

floração da referida época de semeadura, prejudicam o acesso das abelhas e outros insetos polinizadores, bem como a manutenção das flores abertas, dessa forma, prejudicando a polinização da cultura. Segundo ROSA; BLOCHTEIN (2008), a polinização por abelhas pode incrementar a produção em mais de 60%, quando comparada a tratamentos com restrição ao acesso de insetos.

A temperatura do ar elevada no período de floração foi outro fator que pode ter influenciado a queda de rendimento da época semeada em 15/05 no ano de 2009, reduzindo também a produtividade da época semeada em 29/05/2009 quando comparada ao ano de 2008. Essas duas épocas tiveram, durante o período de floração, a ocorrência de 11 dias acima dos 27°C, e entre os dias 08/08 e 04/09 (Figura 2). Segundo MORRISON, (1993), valores de temperaturas do ar acima de 27°C promovem a esterilidade das flores e, portanto, a redução da produtividade de grãos em canola.

Em virtude dos elevados valores de temperatura do ar (Tabela 1), a época semeada em 17/04 apresentou uma queda de produtividade quando comparada às semeaduras de 03/04 e 01/05. Essa redução se deve às chuvas ocorridas nos dias em que deveria haver colheita, sendo esse atraso responsável pela maior deiscência das síliquas que haviam passado do ponto de colheita.

No ano de 2008, o genótipo Hyola 432 não apresentou diferença significativa ( $P>0,05$ ) para a produtividade entre as épocas de cultivo, expressando média de 639 kg ha<sup>-1</sup>. De outro modo, no ano de 2009, o genótipo Hyola 433 apresentou significância ( $P<0,05$ ), porém com baixas produtividades, com valores inferiores a 800Kg/ha. Apenas as épocas semeadas em 03/04 e 15/05 alcançaram produtividades próximas a 1000 kg ha<sup>-1</sup>, com 958 e 889 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, sendo essas as maiores produtividades desse genótipo.

Os baixos valores de produtividade apresentados pelos genótipos Hyola 432 e Hyola 433 se devem, possivelmente, à maior sensibilidade desses híbridos à umidade elevada do solo. Na área em que o experimento foi conduzido o solo apresentava má drenagem, e, apesar do esforço de construção de canais para aumentar a drenagem superficial, o solo permanecia com elevada quantidade de água por vários dias após as chuvas (Figura 3). Geneticamente os genótipos utilizados neste estudo apresentam potencial semelhante, sendo que, em trabalho realizado por Tomm et al. (2010) em Maringá – PR, avaliando épocas de semeadura de canola, não verificou diferença de produtividade entre os genótipos Hyola 61 e Hyola 433. Em trabalho realizado com situações de alagamento, Perboni (2011) destaca que os híbridos Hyola 43, 401 e 432 são mais sensíveis ao excesso de água no solo do que o Hyola 420.

No Brasil, levando-se em conta o período de 2000 a 2008, a produtividade média situou-se em torno de  $1170 \text{ kg ha}^{-1}$  (Tomm et al. 2009b). Dessa forma, pode-se delimitar um período de semeadura onde as produtividades situaram-se acima da média produtiva do País. Esse período, para o genótipo Hyola 61, no delimitou-se, no ano de 2008, entre 01/05 e 12/06, e, em 2009, entre 03/04 e 12/06. Essa faixa de semeadura aproximou-se do Zoneamento Agroclimático para a Cultura da Canola, a qual indica, para o município de Santa Maria, o período de semeadura entre 11/04 e 30/06.

Em Três de Maio – RS, Tomm et al. (2004) encontraram produtividade decrescente nas semeaduras realizadas a partir de 14/04 para os genótipos Hyola 43 e Hyola 60. Do mesmo modo, Tomm et al. (2010) apresentaram resultados semelhantes em Maringá – PR, com produtividade decrescente a partir de 23/03 para os genótipos Hyola 433 e Hyola 61.

Destaca-se que, para as semeaduras realizadas a partir de 26/06, nos dois anos de experimento as produtividades diminuíram drasticamente. Este resultado deveu-se possivelmente às altas temperaturas do ar (Figura 2) ocorridas no período de floração destas épocas, a partir do início do mês de setembro, passando vários dias acima valor limite 27°C, citado por Morrison (1993) como causador da esterilidade das flores de canola.

#### **4 CONCLUSÕES**

As variáveis meteorológicas que mais afetam a produtividade da canola em Santa Maria-RS são a elevada temperatura do ar e a excessiva precipitação pluvial.

Os híbridos de canola Hyola 433 e Hyola 432 são mais sensíveis ao excesso de umidade do solo do que o híbrido Hyola 61.

Em Santa Maria – RS, quando semeado entre 03 de abril e 12 de julho o híbrido Hyola 61 tende a ser mais produtivo do que os híbridos Hyola 432 e Hyola 433.

## REFERÊNCIAS

- COMISSÃO de química e fertilidade do solo. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 10. ed., 2004. 400 p.
- DALMAGO, G. A. et al. **Zoneamento agroclimático para a canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 76 p.
- EMBRAPA. **Ambiente de software NTIA**, versão 4.2.2: manual do usuário - ferramental estatístico. Campinas, Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para a Agricultura, 1997. 258p.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, Diretoria de Terras e Colonização, Secção de Geografia, 1961. 43p.
- MORRISON, M. J. Heat stress during reproduction in summer rape. **Canadian Journal Plant of Science**, Ontário, v. 71, p. 303-308, 1993.
- NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C.A.; MACHADO, J.R. Épocas de semeadura da soja: I., efeitos na produção de grãos e nos componentes da produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.11, p.1187-1198, 1983.
- OLIVEIRA, E. de. **Comportamento de genótipos de soja quanto a doenças de final de ciclo e qualidade de sementes em diferentes ambientes no Estado de Goiás**. 2003. 177f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2003.
- PEIXOTO, C.P. et al. Sowing date and plant density of soybean: I., yield components and grain yield. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.1, p.153-162, 2000.
- PERBONI, A. T. **Estresses abióticos em híbridos de canola: efeito do alagamento e de baixas temperaturas**. Pelotas, 2011.-53f. - Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal). Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2011.
- ROSA, Annelise de Souza ; BLOCHTEIN, Betina . Efeito polinizador de Apis mellifera na produtividade de sementes de Brassica napus L., em Três de Maio, RS. In: IX Salão de Iniciação Científica e III Mostra de Pós-Graduação da PUCRS, 2008, Porto Alegre. **Anais do IX Salão de Iniciação Científica e III Mostra de Pós-Graduação da PUCRS**. Porto Alegre, 2008.
- TOMM, G. O. et al. **Efeito de épocas de semeadura sobre o desempenho de genótipos de canola em Três de Maio, RS**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. 11 p. html. (Embrapa Trigo. Circular técnica online, 17). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/ci/p\\_ci17.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/ci/p_ci17.htm)>. Acesso em: 27 nov. 2010.

TOMM, G. O. **Indicativos tecnológicos para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 32 p. (Embrapa Trigo. Sistema de produção online, 3). Disponível em:

<[http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/p\\_sp03\\_2007.pdf](http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/p_sp03_2007.pdf)>. Acesso em: 20 nov. 2010.

TOMM, G. O. **Híbridos de canola Hyola empregados na América do Sul**. [S. l.]: Advanta: Pacific Seeds, 2009a. 1 folder.

TOMM, G. O. et al. **Panorama atual e indicações para aumento de eficiência da produção de canola no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009b. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009b. 27 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 118). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do118.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do118.htm)>. Acesso em: 27 nov. 2010.

TOMM, G. O. et al. **Efeito de épocas de semeadura sobre o desempenho de genótipos de canola de ciclo precoce e médio, em Maringá, Paraná**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2010. 13 p. html. (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento online, 75). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p\\_bp75.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp75.htm)>. Acesso em : 10 jan. 2011.

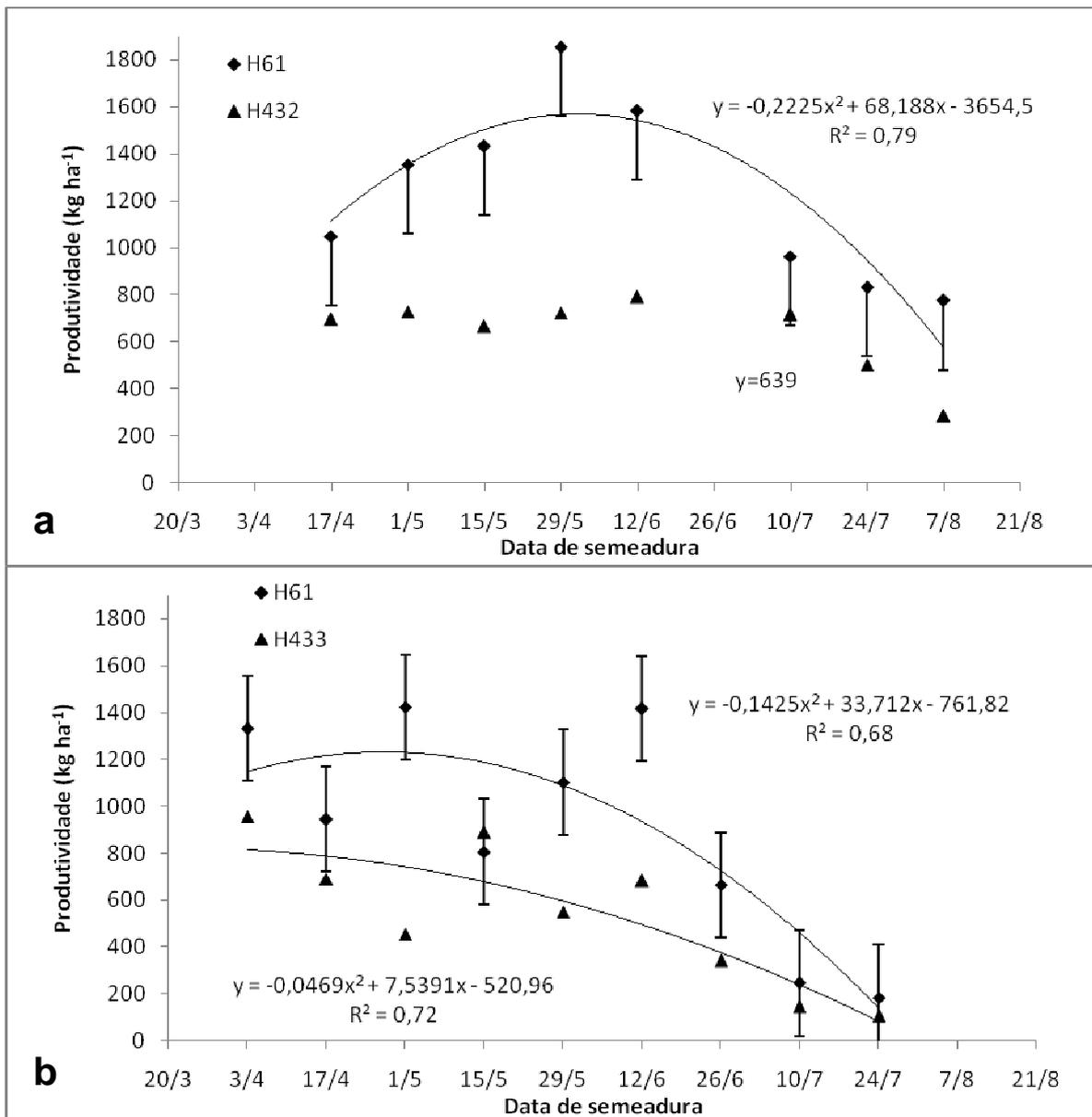


Figura 1 – Produtividade de dois genótipos de canola, Hyola 61 (H61) e Hyola 432 (H432), em oito épocas de semeadura em 2008 (a) e dos genótipos Hyola 61 e Hyola 433 (H433) em nove épocas de semeadura em 2009 (b) (as equações de regressão foram aplicadas com as datas em dias julianos e as barras sobre os pontos representam a diferença mínima significativa entre os híbridos). Santa Maria 2011.

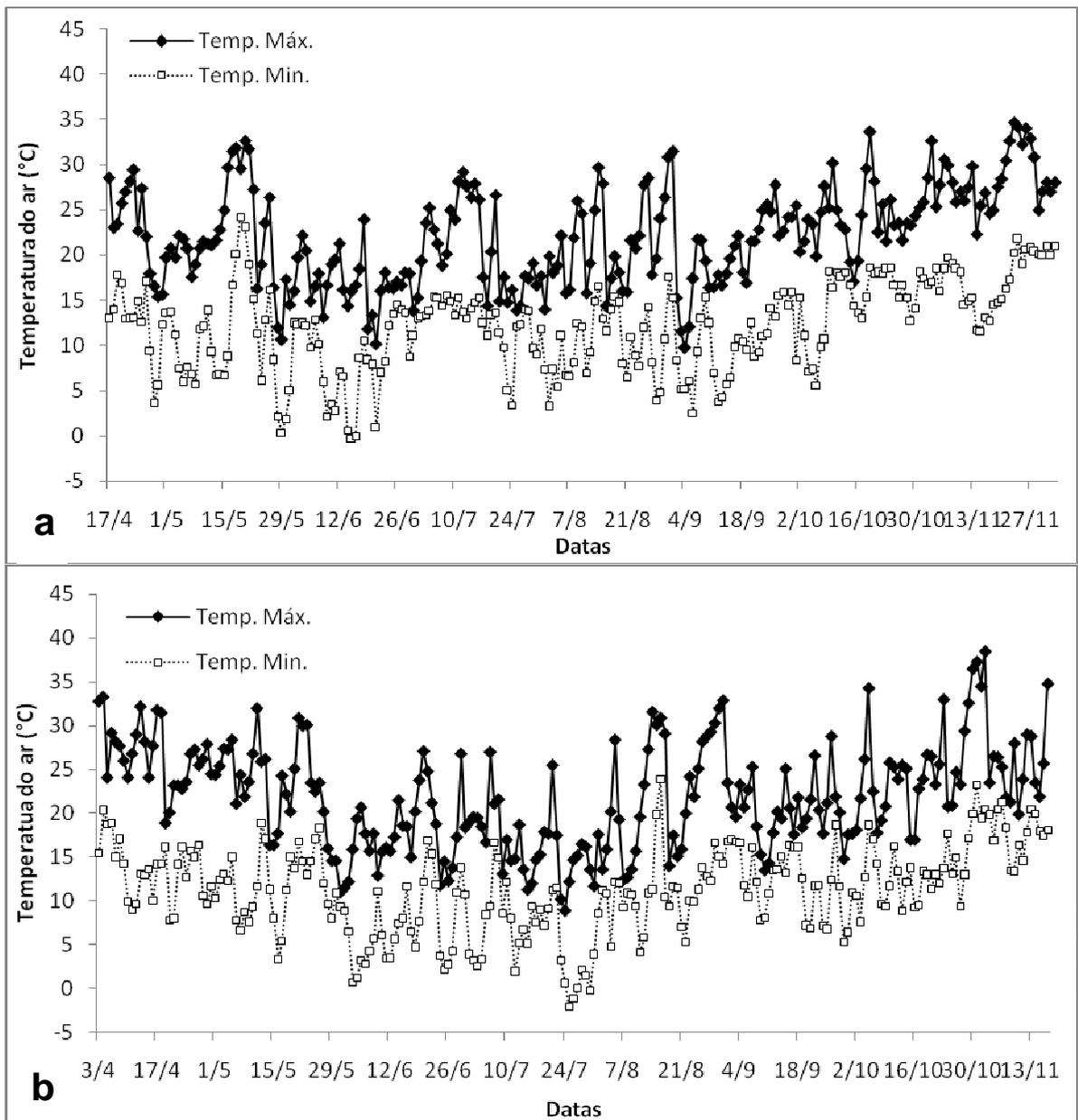


Figura 2 – Temperatura máxima do ar (Temp. Máx.) e temperatura mínima do ar (Temp. Min.) do período de experimento no ano de 2008 (a) e de 2009 (b). Santa Maria 2011.

Tabela 1 – Radiação solar incidente acumulada (Rad.) e precipitação pluvial acumulada (Precip.) durante os subperíodos vegetativo, floração, maturação e durante o ciclo total dos três genótipos nas épocas de semeadura dos anos de 2008 e 2009. Santa Maria 2011.

Ano	Vegetativo		Floração		Maturação		Total	
	Rad. (MJ m <sup>-2</sup> )	Precip. (mm)						
<b>2008</b>								
<b>Hyola 61</b>								
Época 1	701,2	377,8	516,5	261,6	214,2	121,2	1431,9	760,6
Época 2	631,9	318,0	402,3	223,4	331,0	132,6	1365,3	674,0
Época 3	623,5	457,8	761,7	220,4	221,0	2,6	1606,2	680,8
Época 4	594,4	378,0	510,0	178,0	389,0	8,4	1493,4	564,4
Época 5	419,3	351,4	731,2	142,6	225,0	159,6	1375,5	653,6
Época 6	705,3	317,8	541,1	239,2	330,2	57,4	1576,6	614,4
Época 7	295,5	226,6	591,4	259,4	266,0	37	1152,9	523,0
Época 8	835,3	184,4	637,6	290,2	192,2	1,6	1665,2	476,2
<b>Hyola 432</b>								
Época 1	701,2	377,8	730,7	383,0	35,7	0,0	1477,7	760,8
Época 2	562,5	317,8	720,3	356,0	119,0	0,2	1401,7	674,0
Época 3	529,5	354,6	923,0	324,2	180,2	109,6	1632,7	788,4
Época 4	452,8	329,8	887,8	232,4	180,2	109,6	1520,8	671,8
Época 5	457,7	309,6	852,2	184,4	168,0	159,6	1477,9	653,6
Época 6	646,4	317,8	680,9	257,4	274,6	39,2	1601,9	614,4
Época 7	708,5	226,6	765,1	296,4	86,0	0,0	1559,6	523,0
Época 8	835,3	184,4	941,7	291,8	124,0	6,2	1901,0	482,4
<b>2009</b>								
<b>Hyola 61</b>								
Época 1	723,9	121,4	780,7	360,2	282,0	246	1786,6	727,6
Época 2	685,4	170,4	659,7	294,2	268,8	308,4	1613,9	773
Época 3	700,1	278,8	566,2	392	255,4	200,2	1521,7	871
Época 4	733,2	260	456,6	448,4	245,9	147,4	1435,6	855,8
Época 5	664,8	328,8	391,7	339,8	246,5	132,6	1302,9	801,2
Época 6	675,8	346,8	428,2	368,4	250,2	109,2	1354,2	824,4
Época 7	648,4	432	588,7	290,4	254,8	36,6	1491,9	759
Época 8	640,9	458,2	661,1	231,2	255,6	263,2	1557,6	952,6
Época 9	610,4	484,6	643,4	166,2	241,5	265	1495,2	915,8
<b>Hyola 433</b>								
Época 1	723,9	121,4	793,1	360,4	282,0	246	1799,0	727,8
Época 2	678,4	170	666,6	294,6	228,2	308,4	1573,2	773,0
Época 3	678,1	265	603,0	438,6	425,3	167,4	1706,5	871,0
Época 4	716,3	241,8	467,0	418,6	557,4	247,6	1740,7	908,0
Época 5	649,5	328,8	389,5	339,8	510,7	132,6	1549,7	801,2
Época 6	640,7	346,6	418,5	368,2	544,4	109,6	1603,5	824,4
Época 7	635,6	425,6	769,9	404,6	155,9	36,6	1561,5	866,8
Época 8	617,2	443,6	684,8	245,8	314,9	175,2	1616,9	864,6
Época 9	584,7	481,6	662,2	169,2	294,8	180,6	1541,8	831,4



Figura 3 – Ilustração do solo acima da capacidade de campo durante a execução dos experimentos com híbridos de canola em diferentes épocas de semeadura no ano de 2008 e 2009. Santa maria 2011.