

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON

WILLIAN BOSQUETTE ROSA

**CARACTERES AGRONÔMICOS E TEOR DE ÓLEO EM CANOLA EM FUNÇÃO
DE ÉPOCAS DE SEMEADURA, ADUBAÇÃO DE COBERTURA NO
FLORESCIMENTO E DESSECAÇÃO EM PRÉ-COLHEITA**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ

2019

WILLIAN BOSQUETTE ROSA

**CARACTERES AGRONÔMICOS E TEOR DE ÓLEO EM CANOLA EM FUNÇÃO
DE ÉPOCAS DE SEMEADURA, ADUBAÇÃO DE COBERTURA NO
FLORESCIMENTO E DESSECAÇÃO EM PRÉ-COLHEITA**

Tese apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

Orientador: Dr. José Barbosa Duarte Júnior

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ

2019

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Rosa, Willian Bosquette

Caracteres agronômicos e teor de óleo em canola em função de épocas de semeadura, adubação de cobertura no florescimento e dessecação em pré-colheita / Willian Bosquette Rosa; orientador(a), José Barbosa Duarte Júnior, 2019.

72 f.

Tese (doutorado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2019.

1. Fitotecnia. 2. Fenologia da Brassica napus V. oleífera. 3. Desempenho agrônômico . I. Duarte Júnior, José Barbosa. II. Título.



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
 Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46
 Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>
 Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000
 Marechal Cândido Rondon - PR.



PARANÁ
 GOVERNO DO ESTADO

WILLIAN BOSQUETTE ROSA

Caracteres agronômicos e teor de óleo em canola em função de épocas de semeadura,
 adubação de cobertura no florescimento e dessecação em pré-colheita

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia em
 cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Doutor em Agronomia,
 área de concentração Produção Vegetal, linha de pesquisa Manejo de Culturas,
 APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:

Orientador(a) - José Barbosa Duarte Júnior

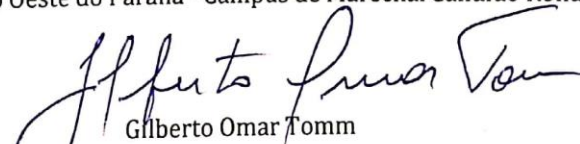
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)


 Viviane Ruppenthal

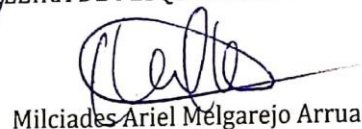
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)


 Maria do Carmo Lana

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)


 Gilberto Omar Tomm

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA)


 Milciades Ariel Melgarejo Arrua

Universidad Nacional de Canindeyú (UNICAN)

Marechal Cândido Rondon, 28 de fevereiro de 2019

DEDICATÓRIA

*Dedico à minha amada esposa Geane Michele Rosa.
Palavras não podem expressar a gratidão de ter você em minha vida.*

AGRADECIMENTOS

Acima de todas as coisas nesse universo, agradeço a Deus, arquiteto da minha existência, senhor supremo da minha vida. Sem o senhor meu Amado Pai, nada disso seria possível.

Agradeço à minha esposa Geane Michele Rosa, mulher de extraordinária sabedoria, forte, fiel e amiga. Sem dúvidas o melhor presente que Deus confiou aos meus cuidados. Te admiro em todos os sentidos, pois, a grande mulher que você é, contribuiu para o homem que me tornei.

Minha princesa Isabela, hoje papai escreve essas simples palavras olhando para seu rostinho meigo e delicado. Com pouco dias de vida você mudou meu mundo, minhas perspectivas e transbordou de amor o nosso lar. Obrigado pela força do teu sorriso, por nos escolher como família.

Agradeço aos meus sogros Adivaldo Rosa e Rosalina de Lourdes Xavier Rosa por todo amor e carinho dedicado, por me assumirem como filho ao longo desses anos. Toda contribuição e entrega da parte de vocês foram primordiais para eu chegar até aqui.

Agradeço à minha amada mãe Mariuza Bosquette por me dar a vida, por fazer parte dessa importante etapa e estar ao meu lado.

Agradeço à minha querida cunhada Camila Rosa, palavras não podem expressar o seu apoio na reta final desse trabalho.

A memória de Aparecida Bosquette Marin, avó materna que assumiu papel de mãe e pai e a mim dedicou amor incondicional. Saudades.

Sempre serei imensamente grato as minhas madrinhas Iracilda, Sandrisléia Silvonei e suas respectivas famílias. Todas as conquistas acadêmicas e profissionais ao longo desses anos não seriam possíveis sem o apoio de vocês.

Agradeço ao meu orientador Dr. José Barbosa Duarte Júnior, homem íntegro de grande sabedoria, foi um imenso prazer ser seu orientado no decorrer desses oito anos, entre graduação, mestrado e agora o doutorado. Obrigado de coração pelo aprendizado dentro e fora do âmbito acadêmico, pelos conselhos e pela paciência e compreensão mediante as limitações. Um grande amigo encontrei.

Agradeço a Samara Brandão Queiroz, Guilherme Mascarello, Bruna Penha e demais amigos do Grupo de Estudos e Pesquisas Avançadas em Fitotecnia (GEPAF), pelas contribuições e parceria formada no decorrer das atividades de campo e laboratório.

Agradeço ao Dr. Neumárcio Vila Nova da Costa, coordenador do Programa de Pós-Graduação da UNIOESTE e especialmente à assistente de coordenação Sra. Leila Dirlene Allievi Werlang por todo apoio e contribuição, pela gentileza, simpatia e prontidão.

Ao Eng. Agr. Ms. Marcelo Júnior Lang, Claudio Spier, Cláudio Adolino Kirsten, Jonas Osmar Winter, Rodrigo Bamberg, Wagner Luchtenberg e demais funcionários da UNIOESTE, que contribuíram nas diversas etapas deste trabalho.

A todos os professores da UNIOESTE, que com suas mentes brilhantes nos proporcionam conhecimento sólido. Grande respeito e apreciação.

A Universidade Estadual do Oeste do Paraná, pelo ensino gratuito e de qualidade.

A CAPES, pelo suporte intelectual e apoio financeiro.

EPIGRAFE

Tenho a impressão de ser uma criança brincando à beira-mar, divertindo-me em descobrir uma pedrinha mais lisa aqui ou uma concha mais bonita ali, enquanto o imenso oceano da verdade continua misterioso diante de meus olhos.

Isaac Newton

RESUMO

ROSA, Willian, B. Tese para obtenção do título de Doutor em Agronomia apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, fevereiro - 2019. **Caracteres agronômicos e teor de óleo em canola em função de épocas de semeadura, adubação de cobertura no florescimento e dessecação em pré-colheita.** Orientador: Dr. José Barbosa Duarte Júnior

Introduzida no Rio Grande do Sul, na década de 1970, e no Paraná, em 1980, a canola (*Brassica napus* L. var. oleífera) apresenta grande facilidade de inserção em sistemas de rotação de culturas, possui elevado potencial produtivo e vem se destacando na produção de biodiesel e óleo comestível de alto valor nutricional. Todavia, alguns desafios como a definição dos melhores híbridos e épocas de semeadura, melhor aproveitamento do prolongado período de florescimento e ajustes na uniformidade de maturação das siliquas, ainda precisam ser superados para que a cultura atinja patamares já alcançados no Brasil por culturas como a soja e o milho. O objetivo deste trabalho foi avaliar os caracteres fenométricos, desempenho agronômico e o teor de óleo de canola, a partir de experimentos realizados na região Oeste do Paraná. No ano de 2017 foram conduzidos dois experimentos, o primeiro no município de Entre Rios do Oeste e o segundo em Marechal Cândido Rondon. O delineamento utilizado em ambos foi o de blocos casualizados em parcelas subdivididas, onde as parcelas representaram seis épocas de semeadura (07 e 22 de abril, 07 e 22 de maio e 06 e 21 de junho) e as subparcelas, cinco híbridos de canola (Hyola 50, Hyola 61, Hyola 433, Hyola 571CL e Hyola 575CL). No terceiro ensaio foi estudada a resposta à aplicação de diferentes doses de potássio (0, 15, 30, 60, 120 kg ha⁻¹), em dois estádios fenológicos do florescimento (F₁ e F₂). E ainda, um quarto experimento avaliou a resposta à dessecação com diferentes herbicidas (paraquat, diquat e glufosinato de amônio, na dose de 400 g i.a ha⁻¹, glifosato com 1.440 g i.a ha⁻¹ e saflufenacil dosado em 70 g i.a ha⁻¹) mais a testemunha, em quatro estádios fenológicos da maturação das siliquas (G₂, G₃, G₄ e G₅). Os experimentos três e quatro, empregando os híbridos Hyola 433 foram realizados no ano de 2016 e conduzidos em blocos casualizados, com os tratamentos distribuídos em um arranjo fatorial 5x2 e 6x4, respectivamente. Independente do híbrido, semeaduras entre 07 e 22 de abril caracterizaram as melhores épocas para implantação da canola, tanto em Entre Rios do Oeste quanto em Marechal Cândido Rondon e semeaduras posteriores a estas reduzem significativamente a duração dos períodos fenológicos e desempenho agronômico da cultura. De modo geral, os híbridos Hyola 50, Hyola 61 e Hyola 433 expressaram os melhores resultados, considerando as variáveis analisadas. Embora não tenham influenciado variáveis,

como a produtividade e teor de óleo nos grãos, independentemente da época de aplicação, as doses de potássio aumentaram a duração do florescimento e o ciclo da cultura, bem como o número de síliquas por planta e o número de grãos por síliqua. A dessecação na maturação evidenciou que dessecar a cultura nos estágios fenológicos G₂ e G₃ afeta negativamente todas as variáveis analisadas. Porém, em condições de adversidades climáticas, como ventos fortes, excesso de chuva ou granizo, efetivar a dessecação em G₄ com qualquer dos herbicidas pode ser uma alternativa viável para adiantar a retirada dos grãos do campo e evitar redução no teor de óleo. Entretanto, para preservar o máximo desempenho agrônômico da cultura, a dessecação em G₅ é a mais recomendada.

Palavras-chave: Estádios fenológicos. Produtividade. Teor de óleo.

ABSTRACT

ROSA, Willian, B. Thesis for the doctoral degree in agronomy presented to the State University of the West of Paraná, February - 2019. **Agronomic characteristics and oil content in canola in function of sowing times, cover fertilization on flowering and desiccation in pre-harvest.** Advisor: Dr. José Barbosa Duarte Júnior

Inserted in Rio Grande do Sul in the 1970s and in Paraná in 1980, canola (*Brassica napus* L. var. Oleifera) presents great ease of insertion in crop rotation systems, has high productive potential and has been prominent in the production of biodiesel and edible oil of high nutritional value. However, some challenges such as the definition of the best hybrids and sowing times, better utilization of the prolonged flowering period and adjustments in the uniformity of silage maturation still need to be overcome in order for the crop to reach levels explored by crops such as soybean and corn. In this context, the objective of this work was to evaluate the phenometric characters, agronomic performance and oil content in the canola crop from different experiments carried out in the Western region of Paraná. In the year 2017 two experiments were conducted, one in the municipality of Entre Rios do Oeste and another in Marechal Cândido Rondon. A randomized complete block design was used in the subdivision plots system, where the plots represented six sowing seasons (April 07 and 22, May 07 and May 22 and June 06 and June 21), and the five hybrid subplots (Hyola 50, Hyola 61, Hyola 433, Hyola 571 CL and Hyola 575 CL). In another study the application of different doses of potassium (0, 15, 30, 60, 120 kg ha⁻¹) in two phenological stages of flowering (F₁ and F₂) was studied, and a fourth experiment addressed the desiccation with different herbicides (paraquat, diquat and ammonium glufosinate at a dose of 400 g ai ha⁻¹, glyphosate at 1440 g ai ha⁻¹ and saflufenac at 70 g ai ha⁻¹) plus the control at four phenological stages of silage maturation (G₂ G₃, G₄ and G₅). Both experiments were carried out in 2016 and conducted in randomized blocks in a factorial system 5x2 and 6x4 respectively and the evaluations were done on the hybrid Hyola 433. Regardless of the hybrid, plantings between April 7 and 22, characterized the best times for the implantation of the hybrid. canola, both in Entre Rios do Oeste and in Marechal Cândido Rondon and later sowing, significantly reduce the duration of the phenometric variables and agronomic performance of the crop. In general, Hyola hybrids 50, 61 and 433 expressed the best results, considering the variables analyzed. Although it did not influence variables such as yield and oil content in the grains, regardless of the time of application the potassium doses increased the duration of flowering and the crop cycle, as well as the number of silicas per plant and the number of grains per silica. However, the study with desiccation in maturation showed

that drying out the culture in the phenological stages G₂ and G₃ negatively affects all the analyzed variables, except for the advance of the cycle. However, under climatic adversities such as high winds, excessive rainfall or hail, effecting G₄ desiccation with any of the herbicides may be a viable alternative to advance the removal of the grains from the field and avoid losses in the oil content. However, to preserve the maximum agronomic performance of the crop, desiccation in G₅ is the most recommended.

Keywords: Phenological stages. Productivity. Oil content.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
2 ARTIGO 1. INFLUÊNCIA DE ÉPOCAS DE SEMEADURA EM VARIÁVEIS FENOMÉTRICAS E CARACTERES AGRONÔMICOS DE HÍBRIDOS DE CANOLA NO MUNICÍPIO DE ENTRE RIOS DO OESTE, NO ESTADO DO PARANÁ.....	6
RESUMO.....	6
INFLUENCE OF SOWING TIMES IN PHENOMETRIC VARIABLES AND AGRONOMIC CHARACTERS OF HYBRIDS OF CANOLA IN THE MUNICIPALITY OF ENTRE RIOS DO OESTE, IN THE STATE OF PARANÁ.....	6
ABSTRACT	6
2.1 INTRODUÇÃO.....	7
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	8
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
2.4 CONCLUSÕES	17
2.5 AGRADECIMENTOS	17
2.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17
3 ARTIGO 2. CARACTERES FENOMÉTRICOS E DESEMPENHO AGRONÔMICO DE HÍBRIDOS DE CANOLA EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA NO MUNICÍPIO DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON, REGIÃO OESTE DO PARANÁ.....	20
RESUMO.....	20
PHENOMETRIC CHARACTERS AND AGRONOMIC PERFORMANCE OF CANOLA HYBRIDS IN DIFFERENT SOWING TIMES IN THE MUNICIPALITY OF MARECHAL CÂNDIDO RONDON, IN THE STATE OF PARANÁ.....	21
ABSTRACT	21
3.1 INTRODUÇÃO.....	21
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
3.4 CONCLUSÕES	31
3.5 AGRADECIMENTOS	31
3.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
4 ARTIGO 3. OTIMIZAÇÃO DO RENDIMENTO AGRONÔMICO DE CANOLA SUBMETIDA A ADUBAÇÃO COM DIFERENTES DOSES DE POTÁSSIO NO FLORESCIMENTO.....	33
RESUMO.....	33
OPTIMIZATION OF CANOLA'S AGRONOMIC YIELD SUBMITTED TO DIFFERENT LEVELS OF POTASSIUM IN FLOWERING	34
ABSTRACT	34

4.1 INTRODUÇÃO.....	34
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	36
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.4 CONCLUSÕES	41
4.5 AGRADECIMENTOS	42
4.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
5 ARTIGO 4. DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CANOLA SUBMETIDA À DESSECAÇÃO COM HERBICIDAS EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DA MATURAÇÃO	45
RESUMO.....	45
AGRONOMIC PERFORMANCE OF CANOLA SUBMITTED TO DESICCATION WITH HERBICIDES AT DIFFERENT MATURATION STAGES	45
ABSTRACT	45
5.1 INTRODUÇÃO.....	46
5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	47
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
5.4 CONCLUSÕES	56
5.5 AGRADECIMENTOS	56
5.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59

1 INTRODUÇÃO GERAL

Relatos apontam que a colza (*Brassica napus* ou *B. campestris*) já era cultivada na Índia por volta de 1950 a.C e que seu surgimento é proveniente da contribuição parental de *Brassica oleracea* e *B. rapa* (PALMER et al., 1983). Há cerca de 2000 anos, a cultura foi utilizada como hortaliça. No século VI o seu óleo passou a ser empregado em lamparinas por civilizações orientais e do mediterrâneo, e já no século XIV começou a ser empregada na fabricação de sabões (GOMEZ CAMPO; PRAKASH, 1999).

Com o surgimento das máquinas a vapor na Europa e posterior chegada da II Guerra mundial, a Colza passou a ser cultivada em escala comercial para fabricação de lubrificantes utilizados em motores de barcos mercantes e tanques de guerra (DIAS, 1992). Após a II Guerra, o aumento da demanda mundial por óleos comestíveis impulsionou o uso da colza para esse fim, gerando muitas polêmicas pelo fato de os grãos apresentarem elevadas concentrações de ácido erúxico e glucosinolatos, substâncias tóxicas ao ser humano.

Foi então na década de 1970, que os pesquisadores canadenses Keith Downey e Baldur R. Stefansson desenvolveram por meio do melhoramento genético convencional da colza, a primeira variedade contendo níveis reduzidos de ácido erúxico (menos de 5%) e glucosinolatos (menos de 5 miligramas por grama de torta). A título de diferenciação da colza, à essa variedade chamada de “Tower” foi atribuído o nome de Canola (*Brassica napus* L. var. oleífera), derivado de Canadian Oil Low Acid ou óleo canadense com baixo teor de ácido erúxico (VISENTAINER et al., 2015).

De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2018), atualmente a canola se consolida como a terceira oleaginosa de maior importância, com aproximadamente 14% da produção mundial de óleos comestíveis, um montante de 27 milhões de toneladas, ficando atrás apenas da palma com 36% e da soja com 28%. O Canadá, a União Europeia e a China são, respectivamente, os três maiores produtores do grão, representando em torno de 70% da produção mundial.

No Brasil, a cultura foi introduzida em 1974. O Rio Grande do Sul, primeiro estado brasileiro a cultivar canola e o Paraná, concentram aproximadamente 95% das áreas produtoras. Na safra 2018, foram produzidas pouco mais de 50 mil toneladas numa área de 48 mil hectares, com produtividade média de 1.400 kg ha⁻¹ (CONAB, 2018).

A canola se insere perfeitamente em sistemas de rotação de cultura, realiza a ciclagem de nutrientes, promove a quebra do ciclo de doenças em culturas como soja e milho, e produz excelente percentual de óleo, utilizado tanto na alimentação humana quanto na fabricação de

biodiesel, além de grande quantidade de proteína destinada à alimentação animal. A partir dessa premissa, indústrias e cooperativas tem despertado grande interesse pelo beneficiamento do seu óleo (BATTISTI et al., 2013).

Entretanto, alguns desafios precisam ser superados para que a canola se torne um atrativo ainda maior para empresas do setor agroquímico, agrônomo e produtores. Dentre esses desafios, se destacam a baixa quantidade de produtos fitossanitários registrados, a falta de fomento e incentivo e a dependência por sementes importadas (TOMM et al., 2014).

Outros obstáculos referem-se da indefinição dos melhores genótipos e épocas de semeadura que retratem condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento e expressão do máximo potencial produtivo da cultura. Rad et al. (2014) relataram que o atraso na semeadura reduz o período até o florescimento e duração da floração, resultando em perdas no rendimento agrônomo. Essa condição também deixa a cultura propensa ao déficit hídrico e temperaturas elevadas em estádios fenológicos críticos como os do florescimento e do enchimento de grãos.

Turhan et al. (2011) verificaram expressivo abortamento de flores e redução da produtividade em decorrência do atraso na época de semeadura e de temperatura do ar superior a 27°C. Tomm (2005) afirma que em caso de atraso na época de semeadura é preferível o emprego de híbridos precoces como o Hyola 411 e Hyola 43, e em períodos de geadas deve-se dar preferência ao uso de híbridos de ciclo médio ou longo, como Hyola 60 e Hyola 61, respectivamente, por estes materiais possuem maior capacidade de compensação de danos.

A canola possui longo período de floração, podendo atingir 20 dias em híbridos precoces em locais quentes e até 65 dias em híbridos de ciclo longo em locais elevados e temperatura menores. Essa característica permite a realização de estudos que visem um maior aproveitamento do potencial de emissão de flores pela cultura. Embora pouco explorada, a adubação suplementar com potássio durante a floração pode favorecer a manutenção do florescimento e agregar no desempenho agrônomo da cultura (TOMM et al., 2009).

O potássio é um importante nutriente na codificação de diversas enzimas e faz parte dos ajustes osmóticos celular no processo de abertura e fechamento estomático, conferindo autonomia à planta no controle da perda de água pelos estômatos (NOVAIS et al., 2007). O elemento também é vital ao funcionamento do aparato fotossintético e está relacionado ao fortalecimento da parede celular, mecanismo ligado à resistência estrutural em todas as etapas de desenvolvimento da planta.

Amanullah et al. (2011) confirmaram que uma dose 60 kg ha⁻¹ de potássio em cobertura resultou no aumento do número de síliquis por planta, característica dependente da eficiência e duração do florescimento. Comportamento semelhante foi observado por Ahmad

et al. (2015) onde a duração do florescimento, número de siliques por planta e teor de proteína aumentou significativamente quando combinado diferentes doses de potássio e enxofre.

Estudo realizado por Misra (2003) constatou que a aplicação de potássio promoveu incremento no teor de óleo e de proteína. Szczepaniak (2014) concluiu que a suplementação potássica no início do florescimento, além de resultar num maior número de siliques, também elevou a concentração de potássio nas ramificações e conferiu resistência estrutural às plantas em comparação à testemunha.

Outro ponto de grande importância que precisa ser trabalhado na cultura, depende da própria genética, morfologia e fenologia da planta, ou seja, a cultura expressa o fenômeno da maturação acrópeta, onde as siliques amadurecem de baixo para cima na haste principal e ramificações secundárias e associada à deiscência natural das siliques, esse fenômeno gera grandes dificuldades para definir e realizar a colheita dos grãos e perdas que superam os 30% da produtividade (SILVA et al., 2011).

O corte e o aleiramento e a colheita direta, após aplicação de herbicidas sistêmicos e de contato, visando uniformizar a maturação das siliques e secagem rápida das plantas, são consideradas, mundialmente, as principais alternativas para reduzir as perdas por ocasião da colheita (MARCHIORI JÚNIOR et al., 2002).

Alguns dos principais herbicidas empregados na dessecação de culturas são os inibidores da glutamina sintetase como o Glufosinato de amônio, o Glifosato, um potente inibidor da enzima 5-enolpiruvilshikimate-3-fosfato sintase (EPSPs), amplamente difundido no meio agrônomico, o Paraquat, inibidor do fotossistema II e o Saflufenacil, inibidor da enzima protoporfirinogene (COSTA et al., 2014).

Trabalhos abordando essa temática têm mostrado excelentes resultados na uniformização da maturação das plantas, permitindo a antecipação da colheita, bem como a manutenção do potencial de variáveis agrônomicas como massa de mil grãos, produtividade e preservação da qualidade de óleo (SILVA et al., 2011). Todavia, cuidados devem ser tomados para estabelecer o melhor momento ou estágio fenológico para efetivar a dessecação sem afetar o rendimento da cultura (PIZOLOTTO et al., 2016).

Nesse contexto, o desempenho agrônomico da canola pode variar em decorrência de fatores como o genótipo, época de semeadura, estado nutricional da planta e até mesmo pela dinâmica do processo de secagem das siliques e os mecanismos tecnológicos que antecedem o período de colheita, como a dessecação com herbicidas. Dessa forma, esse trabalho teve como objetivo definir as melhores épocas de semeadura de diferentes híbridos de canola na região Oeste do Paraná, avaliar a curva de resposta à adubação potássica no florescimento e identificar

os melhores estádios fenológicos da maturação das siliquis para a operação de dessecação da cultura com diferentes herbicidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMAED, A.; ALI, F.; INAMULLAH.; ALI, A.; ULLAH, A.; NAZ, R.; MAHAR, A.; KALHORO, S. Optimizing Yield and Quality of Canola Cultivars Using Various Potash Levels. **American Journal of Plant Sciences**, v. 6, n. 3, p. 1233-1242, 2015.

AMNULLAH.; HASSAN, M.; MALHI, S. S. Phenology and seed quality Response of rape (*B. napus*) versus Mustard (*B. juncea*) to sulfur and potassium fertilization in Northwest Pakistan. **Journal Plant Nutrition**, v. 34, n. 8, p. 1175-1185, 2011.

BATTISTI, R.; PILAU, F. G.; SCHWERZ, L.; SOMAVILLA, L.; TOMM, G. O. Dinâmica floral e abortamento de flores em híbridos de canola e mostarda castanha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 2, p. 174-181, 2013.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira Grãos**. Terceiro levantamento, dezembro de 2018. Brasília, Conab, 2018. p. 136.

COSTA, N. V. C.; ANDRADE, D. C. DE; DOURADO, R. F.; PAVAN, G. C.; COSTA, A. C. P. R. da. Dessecação da *Brachiaria ruziziensis* com paraquat antes da semeadura da Soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 13, n. 7, p. 235-244, 2014.

DIAS, J. C. A. Canola/colza: **alternativa de inverno com perspectiva de produção de óleo comestível e energético**. Pelotas: Embrapa-CPATB, Boletim de Pesquisa, 3. 46 p. 1992.

GOMEZ, C. C.; PRAKASH, S. Origin and domestication - Biology of Brassica Coenospecies. **Developments in Plant Genetics and Breeding**, v. 4, p. 33-58, 1999.

RAD, A. H. S.; BITARAFAN, Z.; RAHMANI, F.; TAHERKAHANI, T.; AGHDAM, A. M. Effects of planting date on spring rapeseed (*brassica napus*) cultivars under different irrigation regimes, **Turkish Journal of Field Crops**, v. 19, n. 2, p. 153-157, 2014.

MARCHIORI JÚNIOR, O.; INOUE, M. H.; BRACCINI, A. L.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; AVILA, M. R.; LAWDER, M.; CONTANTINI, J. Qualidade e produtividade de sementes de canola (*Brassica napus*) após aplicação de desseccantes em pré-colheita. **Planta Daninha**, v. 20, p. 253-261, 2002.

MISRA, S. K. Effect of sulphur and potassium on yield, nutrient uptake and quality characteristics of mustard (*B. juncea* L.) in Kanpur. **Journal of Indian Society Soil Science**, v. 51, n. 4, p. 544-548, 2003.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H. V.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L.; Fertilidade do solo. In: ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; DOS SANTOS, F. C. **Potássio**. ed.1. Viçosa, MG. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2007, 551-590.

PALMER, J. D. C. R. SHIELDS, D. B. COHEN, AND T. J. ORTON. Chloroplast DNA evolution and the origin of amphidiploid Brassica species. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 65, n. 3, p. 181-189, 1983.

PIZOLOTTO, C. A.; BOLLER, W.; LÂNGARO, N. C.; TOMM, G. O. Dessecação em pré-colheita e corte-enleiramento combinados a um adesivante como estratégia de manejo na redução de perdas de grãos em canola. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n. 1, p. 265-271, 2016.

SILVA, J. A. G. DA; MOTTA, M. B. DA; WINCH, J. A.; CRESTANI, M.; FERNANDES, S. B. V.; BERTO, J. L.; GAVIRAGHI, F.; MARTINS, J. A. K.; WAGNER, J. F.; VALENTINI, A. P. F.; ZAMBONATO, F. Dessecação em pré-colheita como estratégia de manejo na redução de perdas por fatores de ambiente em canola. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 17, n. 4, p. 15-24, 2011.

SZCZEPANIAK, W. The mineral profile of winter oilseed rape in critical growth stages – potassium. **Journal of elementology**, v. 20, n. 5, p. 203-215, 2014.

TOMM, G. O.; EASTON, A.; LUFT, A. Possible sources of canola germplasm and cultivars for the growing conditions of Brazil and Paraguay. In: **Simposio latino americano de canola**, 1, Passo Fundo. Brasília, DF: Embrapa, 2014.

TOMM, G. O.; WIETHOLTER, S.; DALMAGO, G. A.; DOS SANTO, H. P. **Tecnologia para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Embrapa, Passo Fundo, Documento online, dezembro de 2009. Acesso em: 18 de janeiro de 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/852550/tecnologia-para-producao-de-canola-no-rio-grande-do-sul>

TOMM, G. O. **Situação em 2005 e perspectivas da cultura de canola no Brasil e em países vizinhos**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. 21 p. html (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 26). Disponível: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp26.htm

TURHAN, H.; KEMAL GÜL, M.; ÖMER EGESEL, C.; KAHRIMAN, F. Effect of sowing time on grain yield, oil content, and fatty acids in rapeseed (*Brassica napus* subsp. *oleifera*). **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v. 35, n. 1, p. 225-234. 2011.

USDA. Oilseeds: **world markets and trade**. Washington, 2018. 21 p. (Circular series. FOP dez-15).

VISENTAINER, J. V.; BIONDO, P. B. F.; PETENUCCI, M. E.; CLAUS, T.; MONTANHER, P. F.; SANTOS JÚNIOR, O. O. **Canola: A química analítica do processamento aos compostos bioativos**. Curitiba: Appris, 2015. 117 p.

2 ARTIGO 1. INFLUÊNCIA DE ÉPOCAS DE SEMEADURA EM VARIÁVEIS FENOMÉTRICAS E CARACTERES AGRONÔMICOS DE HÍBRIDOS DE CANOLA NO MUNICÍPIO DE ENTRE RIOS DO OESTE, NO ESTADO DO PARANÁ

RESUMO

Estudos com épocas de semeadura de canola são importantes ferramentas no processo de adaptação e estabilidade de cultivares e na identificação das melhores épocas para implantação da cultura que, nos últimos anos vem se tornando uma excelente alternativa como cultivo de inverno. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi estudar o desenvolvimento das variáveis fenométricas e o desempenho de caracteres agronômicos de híbridos de canola em diferentes épocas de semeadura no município de Entre Rios do Oeste, na região Oeste do Paraná. O experimento foi conduzido a campo sob condições de sequeiro, no período de 07/04 a 25/10/2017. Empregou-se o delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas foram representadas por seis épocas de semeadura (07 e 22 de abril, 07 e 22 de maio e 06 e 21 de junho) e as subparcelas pelos híbridos de canola Hyola 50, Hyola 61, Hyola 433, Hyola 571CL e Hyola 575CL. Independente da época de semeadura, os híbridos Hyola 50 e Hyola 61 apresentaram os maiores períodos fenológicos e o ciclo biológico mais longos. Esses híbridos, seguidos pelo Hyola 433, também foram os mais produtivos. A medida que atrasou a época de semeadura, reduziu também o tempo para as variáveis fenométricas dos híbridos, bem como a massa de mil grãos, produtividade e teor de óleo. Desse modo, as melhores épocas para semeadura da canola na região, considerando os híbridos estudados foi entre 07/04 e 22/04.

Palavras-chave: *Brassica napus* L. var. oleífera, condições ambientais, produtividade.

INFLUENCE OF SOWING TIMES IN PHENOMETRIC VARIABLES AND AGRONOMIC CHARACTERS OF HYBRIDS OF CANOLA IN THE MUNICIPALITY OF ENTRE RIOS DO OESTE, IN THE STATE OF PARANÁ

ABSTRACT

Studies with sowing times of canola are important tools in the process of adaptation and stability of cultivars and in the identification of the best moment and areas for implantation of the crop,

which in the last years has become an excellent alternative as winter crop. The objective of this work was to evaluate the development of the subperiods and agronomics performance of canola hybrids at different sowing dates in the western region of Paraná. The experiment was conducted at field level without irrigation in the period from 04/04 to 10/25/2017. A randomized complete block design with four replications was used in subdivide plots scheme. The plots were represented by the six sowing seasons (April 7 and 22, May 7 and 22, and June 6 and 21) and the subplots by the five hybrids of canola, Hyola 50, Hyola 61, Hyola 433, Hyola 571CL and Hyola 575CL. Regardless of sowing time, Hyola 50 and 61 present the highest subperiods and even biological cycle. These hybrids followed by the Hyola 433 were also the most productive. As it delayed the sowing season, it also reduced the subperiods of the hybrids as well as the mass of one thousand grains, yield and oil content in the grains. Thus, the best times to sow canola in the region, considering the hybrids studied is between April 7 and April 22.

Key-words: *Brassica napus* L. var. oleífera, environmental conditions, productivity.

2.1 INTRODUÇÃO

A canola (*Brassica napus* L. var. oleífera) vem se destacando como excelente alternativa na diversificação agrícola da região Sul do Brasil. O alto valor socioeconômico desta oleaginosa tem oportunizado seu uso em sistemas de rotação de culturas, proteção e recuperação de solos compactados, quebra do ciclo de doenças em culturas como soja e milho, além da produção de biodiesel e óleo comestível de alto valor nutricional (KRÜGER et al., 2011).

Alguns dos híbridos de canola cultivados no país são o Hyola 61, material de elevada estabilidade de rendimento e ampla adaptação, o Hyola 433, híbrido de grande capacidade produtiva quando cultivado em solos férteis e bem drenados e o Hyola 571CL e Hyola 575CL que possuem a tecnologia Clearfield® de resistência aos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas (PANOZZO et al., 2014).

Embora o melhoramento genético seja uma importante ferramenta na disponibilização de cultivares tecnológicos e produtivos, muitas barreiras ainda precisam ser superadas, como a necessidade de identificar os genótipos mais adaptados nas diferentes regiões do país, bem como as melhores épocas de semeadura, especialmente em latitudes menores que 35° e altitudes superiores a 600 metros (ESTEVEZ et al., 2014).

A data de semeadura tem decisivo efeito no comportamento fenotípico das plantas de canola e reflete na duração da fase vegetativa, no florescimento e na maturação das siliques (NELSON et al., 2016). Definir a melhor data para semear a canola, além de minimizar os riscos com estresses hídrico e temperaturas inadequadas, tende a maximizar a produtividade, teor de óleo e a expressão de outras variáveis agronômicas como o número de siliques por planta e massa de mil grãos (SHIRANI-RAD et al., 2014).

Estudos com essa abordagem vêm sendo realizados no Brasil e têm sido fundamentais na caracterização dos resultados da interação e adaptação de cultivares e na caracterização dos efeitos ambientais e sua repercussão no desempenho da canola (ESCOBAR et al., 2011). Embora o Estado do Paraná apresente elevada capacidade tecnológica, solos férteis e condições climáticas favoráveis ao crescimento e desenvolvimento da cultura, ainda carece de trabalhos que possam delimitar os melhores híbridos e épocas de semeadura, especialmente na região Oeste do Estado (MELGAREJO et al., 2014).

Cultivares de canola podem responder de maneiras diferentes à medida que se altera a data de semeadura. Assim sendo, o objetivo desse trabalho foi avaliar o desenvolvimento das variáveis fenotípicas e o desempenho de caracteres agrônomico de cinco híbridos de canola cultivados em seis épocas de semeadura no município de Entre Rios do Oeste, na região Oeste do Paraná, visando aprimorar a época de semeadura dos principais híbridos em cultivo na região.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo em condições de sequeiro, no município de Entre Rios do Oeste, região Oeste do Paraná, localizado na latitude de 24°01'17", longitude de 54°31'09", com altitude de 400 metros em relação ao nível do mar, no período de 07/04/2017 a 25/10/2017. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho eutrófico de textura argilosa (SANTOS et al., 2006). Os dados meteorológicos foram coletados periodicamente (Figura 1).

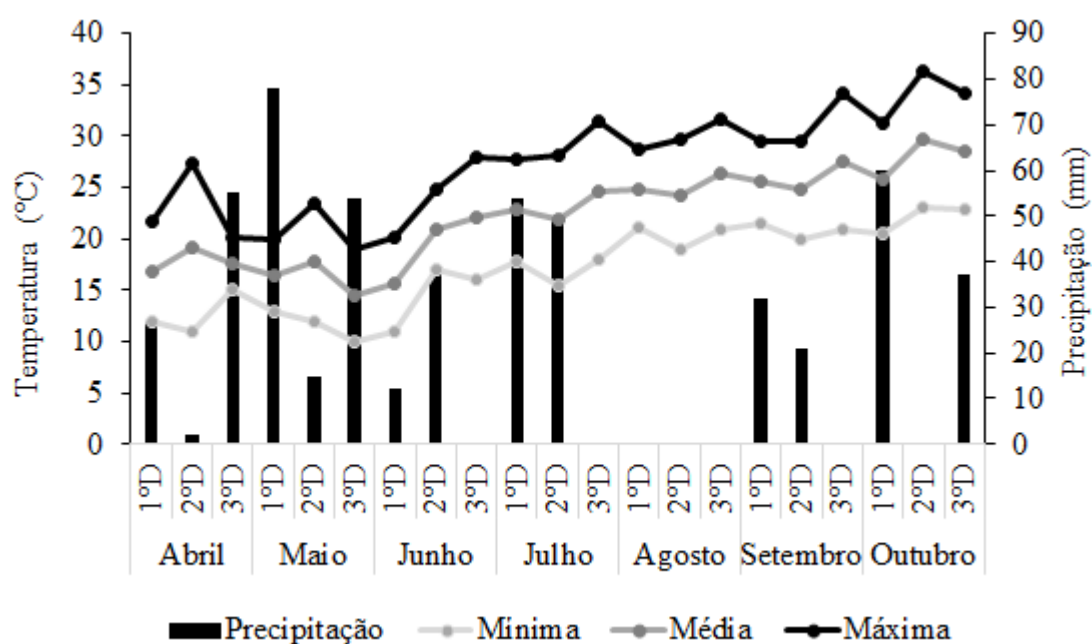


Figura 1 - Temperatura média, mínima e máxima (°C) e precipitação (mm) registradas por decêndio no decorrer do experimento. UNIOESTE/PPGA, 2017.

Foi empregado o delineamento de blocos casualizados com três repetições em esquema de parcelas subdividas. As parcelas foram representadas pelas seis épocas de semeadura, que ocorreram nos dias 07 e 22 de abril, 07 e 22 de maio e 06 e 21 de junho de 2017, segundo zoneamento agroclimático da canola para o Paraná (CONAB, 2018) e as subparcelas pelos cinco híbridos de canola, sendo o Hyola 50, Hyola 61, Hyola 433, Hyola 571CL e Hyola 575CL. As subparcelas de 13,5 m² foram constituídas por seis linhas de semeadura, espaçadas 0,45 m com 5 m de comprimento, sendo a área útil delimitada em duas linhas centrais com 4 m de comprimento.

A adubação de base foi realizada de acordo com a análise química do solo e expectativa de produtividade de 2.000 kg ha⁻¹. Assim, foram aplicados 358 kg ha⁻¹ do formulado 06-15-15 (6% de nitrogênio, 15% de fosforo e 15% de potássio respectivamente). Esse procedimento foi efetivado posteriormente a abertura dos sulcos e repetido antes de cada época de semeadura (TOMM et al., 2009).

Os híbridos, provenientes da Embrapa Trigo em Passo Fundo, no Rio Grande do Sul, foram semeados em sistema de semeadura direta, de forma manual, sob palhada de milho, numa profundidade de 2,0 cm. Após a emergência das plântulas foi efetivado o raleio para manter uma densidade de 18 plantas equidistantes por metro linear. Quando a cultura atingiu o estágio

fenológico B₄ (quatro folhas desenvolvidas) efetivou-se uma aplicação de 450 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio ((NH₄)₂SO₄) em cobertura, contendo 21% de nitrogênio e 24% de enxofre.

O manejo de plantas daninhas foi realizado no estágio de roseta por meio de capina manual. No período de alongamento e formação do botão floral efetuou-se o controle de traças-crucíferas (*Plutella xylostella*) pela aplicação de Teflubenzuron, inseticida regulador de crescimento e inibidor da síntese de quitina, pertencente ao grupo químico das Benzoilureias. Não foi constatada a presença de doenças no desenvolvimento das plantas.

A colheita da área útil nas unidades experimentais foi realizada manualmente com inserção logo abaixo da emissão das ramificações, quando os grãos atingiram aproximadamente 35% de umidade, período em que a cultura caracterizava o estágio fenológico G₅ (maturação fisiológica). Posteriormente as plantas foram postas para secar ao sol, por um período de 10 dias, seguido por trilha e limpeza dos grãos.

Durante a condução do experimento, foram avaliadas as variáveis fenométricas: dias para a emergência de plântulas (DEP), dias entre a emergência e o início do florescimento (DEIF), duração do florescimento (DFL), com início e término entre a primeira e última flor aberta nas plantas, duração da maturação (DMA), iniciada com as síliquas apresentando entre dois e quatro cm de comprimento e finalizada com a coloração marrom nos grãos e umidade de 35%, bem como o ciclo biológico, caracterizado pela soma de todas as variáveis fenométricas.

Também foram avaliadas as variáveis agrônômicas estatura de plantas (ESP), massa de mil grãos (MMG), produtividade (PRO) e teor de óleo nos grãos (TEO). Todo o desenvolvimento da cultura foi acompanhado conforme escala fenológica desenvolvida na França em 1992, pelo Centro Técnico Interprofissional de Sementes, Oleaginosas e Cânhamo (CETIOM, 1992).

O conjunto de dados obtidos foi submetido ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, seguido da análise de variância pelo teste F em nível de 5% de probabilidade. Na ocorrência de significância as médias foram contrastadas pelo teste de Tukey também em 5% de probabilidade e análise de regressão. Para isso, foi utilizado o programa estatístico SAS.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As condições climáticas foram favoráveis ao desenvolvimento da cultura com precipitações bem distribuídas e temperaturas variando entre 12 e 26 °C, durante a fase vegetativa (figura 1). Entretanto, um prolongado período de seca e aumento da temperatura entre o terceiro decêndio de junho e primeiro decêndio de setembro afetou o florescimento,

enchimento de grãos e contribuiu para queda no desempenho agrônômico dos híbridos, cuja semeadura foi realizada entre 22 de maio e 21 de junho.

De acordo com a análise de variância, as variáveis fenométricas e agrônômicas analisadas não apresentaram diferenças significativas em função da interação genótipo *versus* épocas de semeadura. As diferenças ocorreram de forma isolada entre os híbridos e entre as épocas de semeadura. As variáveis, dias da emergência ao início do florescimento (DEIF), duração do florescimento (DFL), duração da maturação (DMA) e ciclo biológico foram diferentes entre os híbridos estudados (Tabela 1).

Tabela 1 - Dias da emergência ao início do florescimento (DEIF), duração do florescimento (DFL), duração da maturação (DMA) e CICLO de cinco híbridos de canola cultivados na região Oeste do Paraná. UNIOESTE/PPGA, 2017

Genótipos	Variáveis fenométricas e ciclo de híbridos de canola			
	DEIF (dias)	DFL (dias)	DMA (dias)	CICLO (dias)
Hyola 50	63,12 a	38,83 a	36,89 a	141,80 a
Hyola 61	61,84 a	37,71 a	34,28 bc	139,82 a
Hyola 433	56,74 b	33,09 b	34,56 b	124,38 b
Hyola 571	58,65 ab	32,37 b	34,07 bc	123,46 b
Hyola 575	56,32 b	30,75 b	32,79 c	121,48 b
Média	59,33	34,55	34,52	128,38
CV (%)	8,34	8,22	4,65	6,63
DMS	4,67	2,68	1,52	5,16

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

O Hyola 50, híbrido de ciclo médio expressou maior número de dias em relação aos demais para as variáveis da tabela 1, seguido pelo Hyola 61, também de ciclo médio, porém, com menor DMA. Diferente dos híbridos Hyola 433, Hyola 571CL e Hyola 575CL com ciclo precoce, variando entre 110 e 140 dias em média, esses materiais variam seu ciclo entre 115 e 155 dias e uma vez que o Hyola 50 e Hyola 61 são mais tardios, conseqüentemente necessitaram de maior tempo para completar seus subperíodos.

Os híbridos precoces tendem a sofrer maior impacto do efeito de geadas em comparação aos híbridos de ciclo médio ou tardios. Embora haja algumas regiões, como no Norte e Nordeste do Rio Grande do Sul e até mesmo no Paraná, em que a procura por híbridos precoces é maior, em outros locais onde ocorrem prolongados períodos de seca ou frequência de granizos e ventos fortes, os genótipos de ciclo médio ou tardios são mais utilizados, por possuírem um maior tempo de recuperação à condições de estresses ambientais, especialmente durante o período de floração (TOMM et al., 2014).

Estevez et al. (2014) e Lima et al. (2017) confirmam que o desempenho agronômico da cultura está relacionado à duração do florescimento e que materiais com maior tempo de floração como o Hyola 50 e Hyola 61 possuem maior capacidade de compensar eventuais perdas em decorrência de estresses ambientais. Luz et al. (2012) relataram padrões semelhantes ao compararem as variáveis DEIF, DFL, DMA e ciclo de Hyola 61 e Hyola 433 de ciclo precoce. Os autores verificaram menores subperíodos e inclusive menor ciclo do híbrido precoce frente ao de ciclo médio.

As figuras 2A, B e C detalham os resultados da análise quantitativa das variáveis DEIF, DFL e DMA em função das épocas de semeadura; nota-se que, independente do híbrido foi observado redução linear negativa de 10, 12 e 7 dias respectivamente entre a primeira e a última época, para as variáveis DEIFL, DFL e DMA. Dalmago et al. (2010) e Krüger et al. (2014) também verificaram redução das variáveis fenométricas da canola em condição de atraso na época de semeadura, especialmente com aumento da temperatura média no decorrer do ciclo da cultura.

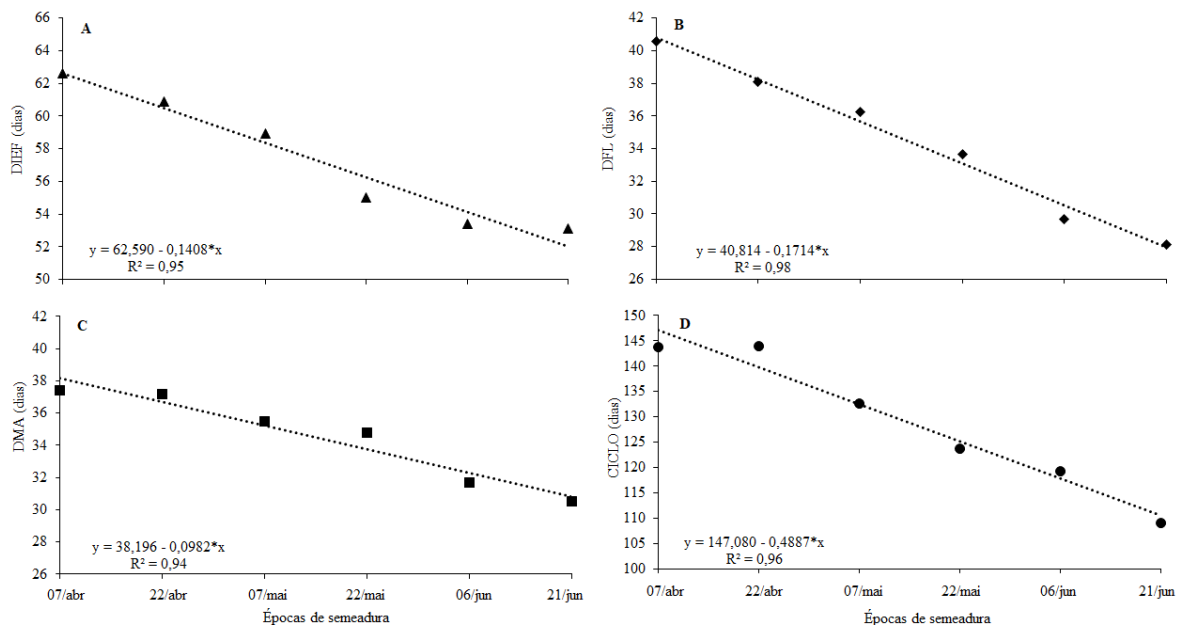


Figura 2 - Dias da emergência ao início do florescimento (DEIF) (A), duração do florescimento (DFL) (B), duração da maturação (DMA) (C) e CICLO (D) de híbridos de canola em diferentes épocas de semeadura. Fatores de conversão dos valores de “X” no modelo matemático: (07/abr = 0, 22/abr = 15, 07/mai = 30, 22/mai = 45, 06/jun = 60 e 21/jun = 75). *Significativo pelo teste “t” em nível de 5% de probabilidade de erro. UNIOESTE/PPGA, 2017.

A temperatura é o componente ambiental de maior influência sobre o desenvolvimento da cultura da canola (DALMAGO et al., 2013), ela afeta o filocrono, denominação dada ao intervalo entre o aparecimento sucessivo de folhas no caule (WILHELM; MCMASTER, 1995). Tal fenômeno permite compreender que, à medida que se eleva a temperatura do ar e aumenta a radiação, conseqüentemente reduz o tempo para a emissão de novas folhas no caule, resultando no adiantamento das variáveis fenométricas, podendo afetar inclusive a estatura de plantas, uma vez que promove a aproximação dos internódios.

Todavia, Zhang e Flottmann (2018) corroboram dizendo que a canola é uma cultura bastante dinâmica e que o processo de emissão de folhas nas ramificações primárias e secundárias também varia em função da ontogenia da cultura e que, esse mecanismo está mais ligado às modificações morfológicas das folhas do que aos estádios fenológicos específicos.

O ciclo da cultura representado na figura 2D também sofreu expressiva redução linear à medida que houve atraso na época de semeadura. A diferença entre a primeira e a última época foi de 35 dias. Todavia, diferenças mais evidentes já foram observadas entre a terceira (07/05) e a quarta (22/05) época com uma redução média de 10 dias.

Por ser uma planta C3, o processo de fotorrespiração representa uma importante fonte secundária de amônia, a qual é reassimilada pela glutamina sintetase localizada no estroma do cloroplasto. Entretanto, esse mecanismo acirra a competição com a redução do CO₂ atmosférico, resultando na indução de ajustes bioquímicos e fisiológicos da planta, comportamentos gerenciados por sinais hormonais que, indiretamente, interferem no desenvolvimento das plantas (WALLSGROVE et al., 1987).

Rahman et al. (2018) contribuem afirmando que o ciclo é a soma dos subperíodos da cultura e que as fases vegetativa e reprodutiva sofrem influências da expressão de genes específicos que são ativados em condições de temperaturas elevadas. Os autores se ampararam nos estudos com o uso de marcadores moleculares que permitiram observar que variações de fotoperíodos entre 10 e 18 horas e condições de temperaturas entre 18 e 20 °C não alteram o comprimento das variáveis fenométricas, mas que, no entanto, temperaturas superiores a 26 °C em fotoperíodo fixado, aceleraram todas as fases de desenvolvimento da cultura.

Não houve diferença significativa entre os híbridos para massa de mil grãos (MMG) e teor de óleo (TEO), e quanto estatura de plantas (ESP), o Hyola 50 foi em média 10 cm superior aos demais (Tabela 2). Estudando os mesmos híbridos abordados neste trabalho, Rigon et al. (2017) não observaram diferenças estatísticas na ESP, embora numericamente o Hyola 50 com 140 cm de altura tenha sido, em média, 6,0 cm mais alto. Pedrolo et al. (2016) em condições climáticas parecidas, encontraram resultados semelhantes, estudando cinco híbridos de canola,

dentre eles, o Hyola 50, Hyola 61, Hyola 571CL e Hyola 575CL foram o que expressaram maior estatura de plantas.

Tabela 2 – Estatura de plantas (ESP), massa de mil grãos (MMG), produtividade (PRO) e teor de óleo (TEO) de cinco híbridos de canola cultivados na região Oeste do Paraná. UNIOESTE/PPGA, 2017

Genótipos	Variáveis agrônômicas de híbridos de canola			
	ESP (m)	MMG (g)	PRO (kg ha ⁻¹)	TEO (%)
Hyola 50	136,03 a	2,95 a	1.494,00 a	31,39 a
Hyola 61	128,88 b	2,80 a	1.458,13 ab	33,19 a
Hyola 433	122,98 b	2,86 a	1.401,14 ab	33,58 a
Hyola 571CL	121,72 b	2,89 a	1.399,80 b	32,79 a
Hyola 575CL	128,83 b	2,92 a	1.334,46 c	31,27 a
Média	127,69	2,88	1417,51	32,44
CV (%)	6,77	8,71	10,22	10,03
DMS	8,09	0,09	136,95	1,45

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

A produtividade também diferiu estatisticamente entre os híbridos de canola, (Tabela 2), sendo que, nesta condição de experimentação, o Hyola 50, Hyola 61 e Hyola 433 não diferiram entre si, no entanto, foram 7, 6 e 5% superiores ao Hyola 571CL e 11, 9 e 8% superiores ao Hyola 575CL, respectivamente. Possivelmente, tais resultados estejam relacionados às características genéticas intrínsecas de cada híbrido e ao seu padrão de respostas ao comportamento ambiental.

Desenvolvidos a partir de mutagênese induzida de micrósoros, os híbridos Hyola 571CL e 575CL são resistentes aos herbicidas imidazolinonas. Essa herança genética é proveniente de um gene nuclear dominante e ocorre via cromossomo. Embora o custo adaptativo dessa mutação seja naturalmente baixo, esses materiais podem apresentar diferenças nas suas habilidades competitivas, potencial fotossintético e crescimento vegetativo em comparação a híbridos convencionais, em diferentes locais e épocas de semeadura (TRANEL; WRIGHT, 2002 e TRANEL; HORVATH, 2009).

De acordo com as análises quantitativas, a estatura de plantas reduziu linearmente com o atraso na época de semeadura. Desse modo, as plantas da última época foram em média 13 cm menores que as da primeira (Figura 3A). Shirani-Rad et al. (2014) estudando diferentes épocas de semeadura de canola de primavera, verificaram maior altura de plantas e inclusive maior produtividade e teor de óleo em semeaduras antecipadas.

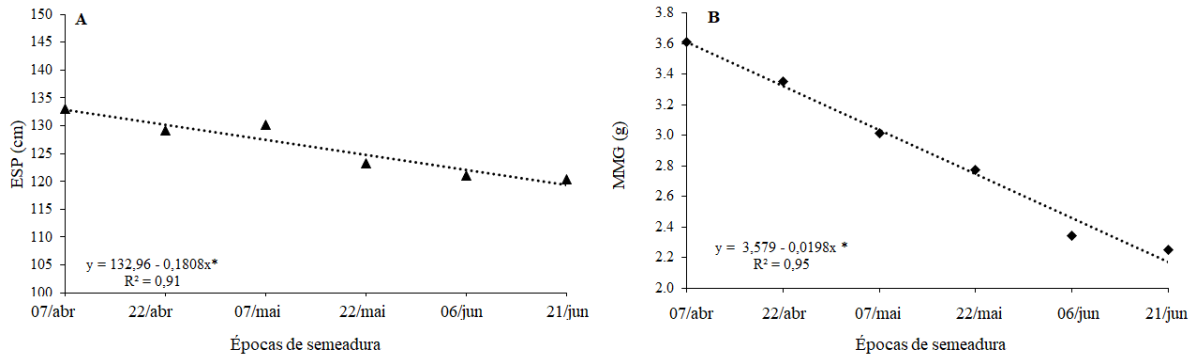


Figura 3 – Estatura de plantas (ESP) (A) e massa de mil grãos (MMG) (B) de híbridos de canola em diferentes épocas de semeadura. Fatores de conversão de “X” no modelo matemático: (07/abr = 0, 22/abr = 15, 07/mai = 30, 22/mai = 45, 06/jun = 60 e 21/jun = 75). *Significativo pelo teste “t” em nível de 5% de probabilidade de erro UNIOESTE PPGA, 2017.

Além dos efeitos do aumento da temperatura, o atraso na data de semeadura também resultou numa menor disponibilidade hídrica para as plantas nos meses de julho e agosto. Esses fatores explicam a redução da estatura das plantas e inclusive outras variáveis, como massa de mil grãos, variável que entre a terceira (07/05) e quarta época (22/05) de semeadura reduziu em média um grama e considerando a primeira e a última época, os efeitos negativos foram ainda maiores, chegando a 38% de queda em relação a primeira época (Figura 3B).

A produtividade, em decorrência das épocas de semeadura foi ajustada num modelo quadrático. O valor de máxima foi obtido entre a primeira (07/04) e a segunda (22/04) época com 1.725 kg ha⁻¹. A menor produtividade (945 kg ha⁻¹) ocorreu quando a semeadura foi realizada na última época (22/06) (Figura 4A), devido ao prolongado período de seca e aumento da temperatura que ocorreu entre o terceiro decêndio de junho e primeiro decêndio de setembro. De acordo com Huang et al. (2017) o aumento da temperatura e o déficit hídrico, também afetam diretamente a síntese ácida, lipídica e a formação de carboidratos pela planta e isso resulta na perda de rendimento pela cultura.

Embora a canola de primavera, nas condições do Brasil, não apresente alta sensibilidade ao fotoperíodo, a quantidade de horas de exposição à temperaturas elevadas, afeta significativamente o acúmulo térmico e a taxa fotossintética e respiratória das plantas, e quando associado a baixa disponibilidade hídrica, os danos mais evidentes ocorrem em alguns dos principais componentes da produtividade como o número de siliques por plantas, o número de grãos por siliques e amassa de mil grãos.

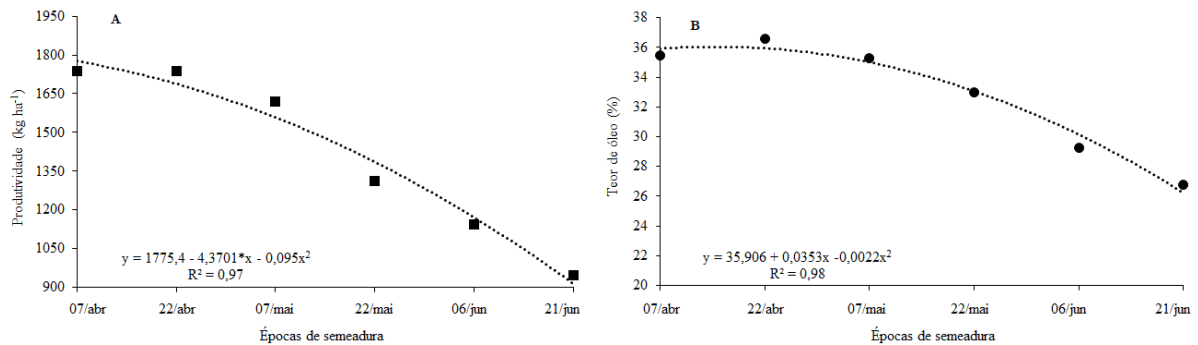


Figura 4 - Produtividade (A) e teor de óleo (TEO) (B) de híbridos de canola em diferentes épocas de semeadura. Fatores de conversão de “X” no modelo matemático: (07/abr = 0, 22/abr = 15, 07/mai = 30, 22/mai = 45, 06/jun = 60 e 21/jun = 75). *Significativo pelo teste “t” em nível de 5% de probabilidade de erro UNIOESTE/PPGA, 2017.

Para Si et al. (2003) e Nowosad et al. (2016) a fotossíntese realizada pela parede das síliquas durante o processo de enchimento de grãos é significativamente reduzida em condições de altas temperaturas e baixa umidade. Os autores relatam ainda que, a disponibilidade hídrica e temperatura na faixa dos 20 °C são requisitos fundamentais para que as plantas efetivem suas atividades fisiológicas, como a formação e transporte de fotoassimilados para os grãos. Tais condições também evitam o gasto de energia metabólica para a manutenção e recuperação fisiológica.

Independente do híbrido, e com ajuste polinomial, a semeadura realizada no dia 22/04 promoveu o maior teor de óleo nos grãos (36,5%) (Figura 4B). As semeaduras realizadas posteriormente a esta data, resultaram em expressiva redução do teor de óleo de modo que quando a cultura foi implantada na data de 21/06, a redução média para esta variável foi de 28%.

Estudos realizados por Robertson et al. (2002) evidenciaram que a época de semeadura de fato afeta o desempenho da cultura da canola e que, inclusive em países da América do Norte e da Europa, foram observados queda de produtividade e do teor de óleo em condições de grandes atrasos na semeadura. Os autores apontam ainda que nesses países, a canola de primavera requer entre 4 e 5 meses desde a semeadura até a colheita, condições climáticas muito semelhantes com as registradas na região Sul do Brasil.

2.4 CONCLUSÕES

Independente da época de semeadura e considerando as variáveis analisadas e as condições em que este trabalho foi conduzido, o híbrido Hyola 50 seguido pelo Hyola 61 e Hyola 433 são, respectivamente, os mais indicados para cultivo na região Oeste do Paraná.

As melhores datas de semeadura para os cinco híbridos na região foram entre 07/04 e 22/04. Semeaduras posteriores a este intervalo, embora encurtem os subperíodos e o ciclo da cultura, resultam em significativos impactos negativos no desempenho agrônomo, especialmente das variáveis massa de mil grãos, produtividade e teor do óleo nos grãos.

2.5 AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro, a Universidade Estadual do Oeste do Paraná pelo ensino gratuito e de qualidade e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária pelo fornecimento de sementes.

2.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CETIOM - Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains. **La cultura Du colza d'hiver**. Guide cultural 1991/1992. Paris: CETIOM, 1992. 33p.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento. Canola - Conjuntura mensal**. Período: janeiro de 2017. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_02_20_14_43_57_canola_-_conjuntura_mensal_-_janeiro_2017.pdf. Acesso em 6 de setembro de 2018.

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

DALMAGO, G. A.; FOCESATTO, S. K.; TAZZO, I. F.; BOLIS, L. M.; CUNHA, G. R.; NIED, A. H.; BERGAMASCHI, H.; SANTI. Filocrono e número de folhas da canola em diferentes condições ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 6, p. 573-581, 2013.

ESCOBAR, M.; BERTI, M.; MATUS, I.; TAPIA, M.; JOHNSON, B. Genotype x environment interaction in canola (*Brassica napus* L.) seed yield in Chile. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 71, n. 2, p. 175-186, 2011.

ESTEVEZ, R. L.; DUARTE JÚNIOR, J. B.; CHAMBO, A. P. S.; CRUZ, M. I. F. A cultura da canola (*Brassica napus* var. oleífera). **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 13, n. 1, p. 1-9, 2014.

HUANG, K. L.; ZHANG M. L.; MA, G. J.; WU, H.; WU, X. M.; REN F.; LI, X. B. Transcriptome profiling analysis reveals the role of silique in controlling seed oil content in *Brassica napus*. **Plos One**, v. 12, n. 6, p.1-18, 2017.

KRÜGER, C. A. M. B.; SILVA, J. A. G.; MEDEIROS, S. L. P.; DALMAGO, G. A.; SARTORI, C. O.; SCHIAVO, J. Arranjo de plantas na expressão dos componentes da produtividade de grãos de canola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 2, p. 1448-1453, 2011.

KRÜGER, C. A. M. B.; SILVA, J. A. G.; MEDEIROS, S. L. P.; DALMAGO.; SILVA, A. J.; ARENHARDT, E. G.; GEWEHR, E. Relações de variáveis ambientais e subperíodos na produtividade e teor de óleo em canola. **Ciência Rural**, v. 44, n. 9, p. 1671-1677, 2014.

LIMA, L. H. SILVA DA.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; POCCINI, G. G.; PONCE, R. M. Adaptability and stability of canola hybrids in different sowing dates. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 2, p. 374-380, 2017.

LUZ, G. L.; MEDEIROS, S. L. P.; TOMM, G. O.; BIALOZOU, A.; AMARAL, A. D.; PIVOTO, D. Temperatura base inferior e ciclo de híbridos de canola. **Ciência Rural**, v. 42, n. 9, p. 1549-1555, 2012.

MELGAREJO. A., M. A. DUARTE JÚNIOR, J. B.; DA COSTA, A. C. T.; MEZZALIRA, E. J.; PIVA, A. L.; SANTIN, A. Características agronômicas e teor de óleo de canola em função da época de semeadura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 934-938, 2014.

NELSON, M. N.; LILLEY, J. M.; HELLIWELL, C.; TAYLOR, C. M.; SIDDIQUE, K. H. M.; CHEN, S.; RAMAN, H.; BATLEY, J.; COWLING, W. A. Can genomics assist the phenological adaptation of canola to new and changing environments? **Crop and Pasture Science**, v. 67, n. 4, p. 284-297, 2016.

NOWOSAD, K.; LIERSCH, A.; POPLASWASKA, W.; BOCIANOWSKI, J. Genotype by environment interaction for seed yield in rapeseed (*Brassica napus* L.) using additive main effects and multiplicative interaction model. **Euphytica**, v. 208, n. 1, p. 187-194, 2016.

PANOZZO, L. E.; ZUCHI, J.; DA SILVA, F. D.; PINTO, L. B.; DIAS, D. C. F. S.; BARROS, W. S.; TOMM, G. O. Evaluation of some hybrids of canola in function of sowing dates in Viçosa, MG, Brasil. **African Journal Agriculture Research**, v. 9, p. 288-2494, 2014.

PEDROLO, A. M.; PELEGRIN, A. J.; STEFEN, C. F.; CORTÉS, D. C. L.; SILVEIRA, T.; PEGORARO, C.; MAIA, L. C.; OLIVEIRA, A. C.; TOMM, G. O.; FIALHO, G. S. Influência da temperatura na germinação de *Brassica napus* l. var. oleífera. **Revista Univap**, São José dos Campos, SP, v. 22, n. 40, 2016.

RAHMAN, H.; BENNETT, R. A.; KEBEDE, B. Molecular mapping of QTL alleles of *Brassica oleracea* affecting days to flowering and photosensitivity in spring *Brassica napus*. **Plos One**, v. 13, n. 1, p. 1-17, 2018.

RIGON, C. A. G.; GOERGEN, A. B.; BORDIN, R.; PILLA, R. B.; ZANATTA, T. P.; SILVA, V. R.; TOMM, G. O. Características agronômicas, rendimento de óleo e proteína de canola em diferentes épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Tecnologia Agropecuária**. v. 1, n. 2 p. 124-132, 2017.

ROBERTSON, M. J.; WATKINSON, A. R.; KIRKEGAARD, J. A.; HOLLAND, J. F.; POTTER, T. D.; BURTON, W.; WALTON, G. H.; MOT, D. J; WRATTEN, N.; FARRE, I.; ASSENG, S. Environmental and genotypic control of time to flowering in canola and Indian mustard. **Australian Journal Agriculture Research**, v. 53, n. 3, p. 793-809, 2002.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K.; DOS ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. ed.7. Brasília: Embrapa – CNPS. p. 343. 2006.

SAS - **Statistical Analysis System. User's guide statistics**. 9.ed. Cary: SAS Institute, 2002. 943p.

SHIRANI RAD, A. H.; BITARAFAN, Z.; RAHMANI, F.; TAHERKHANI, T.; AGHDAM A, M.; NASRESFAHANI, S. A. Effects of planting date on spring rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars under different irrigation regimes. **Turkish Journal of Field Crops**, v. 19, n. 2, p. 153-157, 2014.

SI, P.; MAILER, R. J.; GALWEY, N.; TURNER, D. W. Influence of genotype and environment on oil and protein concentrations of canola (*Brassica napus* L.) grown across southern Australia. **Australia Journal Agricultural Resource**. v. 54, p. 397 – 407, 2003.

TOMM, G. O.; EASTON, A.; LUFT, A. Possible sources of canola germplasm and cultivars for the growing conditions of Brazil and Paraguay. In: **Simpósio latino americano de canola**, 1, Passo Fundo. Brasília, DF: Embrapa, 2014.

TOMM, G. O.; WIETHOLER, S.; DALMAGO C. A.; SANTOS H. P. **Tecnologia para a produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 41p.

TRANDEL, P. J.; HORVATH, D. P. Molecular biology and genomic: new tolls for weed science. **BioScience**, v. 59, n. 3, p. 207-2015. 2009.

TRANDEL, P. J. WRIGHT, T. R. Resistance of Weeds to Als-Inhibiting Herbicides: What Have We Learned? **Weed Science**, v. 50, n. 3, p. 700-712, 2002.

WALLSGROVE, R. M.; TURNER, J. C.; HALL, N. P.; KENDALL, A. C.; BRIGHT, S. W. J. Barley mutants lacking chloroplast glutamine synthetase: biochemical and genetic analysis. **Plant Physiology**, v. 83, p.155-158, 1987.

WILHELM, W. W.; MCMASTER, G. S. Importance of the phyllochron in studying the development and growth in grasses. **Crop Science**, v. 35, p. 1-3, 1995.

ZHANG, H.; FLOTTMANN, S. Source-sink manipulations indicate seed yield in canola is limited by source availability. **European Journal of Agronomy**, v. 96, p. 70-76, 2018.

3 ARTIGO 2. CARACTERES FENOMÉTRICOS E DESEMPENHO AGRONÔMICO DE HÍBRIDOS DE CANOLA EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA NO MUNICÍPIO DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON, REGIÃO OESTE DO PARANÁ

RESUMO

A canola é uma oleaginosa de clima temperado, que vem apresentando excelentes rendimentos, especialmente no sul do Brasil. Todavia, contínuos aprimoramentos tecnológicos, incluindo a introdução de novos híbridos e definição de melhores épocas de semeadura, precisam ser desenvolvidos para elevar o potencial de produção. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar os caracteres fenométricos e o desempenho agronômico de híbridos de canola em diferentes épocas de semeadura na região Oeste do Paraná. O experimento foi conduzido a campo sob condições de sequeiro, no período de 07/04 a 25/10/2017. Empregou-se o delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas foram representadas por seis épocas de semeadura que ocorreram nos dias 07 e 22/04, 07 e 22/05 e 06 e 21/06, e as subparcelas pelos híbridos Hyola 50, Hyola 61, Hyola 433, Hyola 571CL e Hyola 575CL. O Período de emergência ao início do florescimento, duração da maturação e ciclo da cultura reduziram linearmente em decorrência do atraso na época de semeadura de todos os híbridos. Embora a máxima produtividade e massa de mil grãos dos híbridos Hyolas 50, Hyola 61 e Hyola 433 tenham ocorrido entre a primeira e a segunda época; semeaduras a partir de 22/04 reduziram significativamente a expressão de tais variáveis. A partir de 07/04, a cada 15 dias de atraso na semeadura, houve uma redução de 2,5% no teor de óleo. De modo geral, os híbridos manifestam comportamentos distintos entre as épocas de semeadura. O Hyola 50, Hyola 61 e Hyola 433, expressaram os maiores potencial de rendimento.

Palavras-chave: *Brassica napus*, produtividade, teor de óleo

**PHENOMETRIC CHARACTERS AND AGRONOMIC PERFORMANCE OF
CANOLA HYBRIDS IN DIFFERENT SOWING TIMES IN THE MUNICIPALITY OF
MARECHAL CÂNDIDO RONDON, IN THE STATE OF PARANÁ**

ABSTRACT

Canola is an oilseed temperate climate that has been showing excellent yields, especially in southern Brazil. However, it still lacks some definitions regarding the best hybrids and sowing times. Thus, the objective of this work was to evaluate the phenometric characters and the agronomic performance of canola hybrids at different sowing dates in the western region of Paraná. The experiment was conducted at field level under dry conditions in the period from 04/04 to 10/25/2017. A randomized complete block design with four replications was used in subdivide plots scheme. The plots were represented by the six sowing times that occurred on days 7 and 22/04, 07 and 22/05 and 06 and 21/06 and the subplots by the five hybrids of canola, Hyola 50, Hyola 61, Hyola 433, Hyola 571 CL and Hyola 575 CL. Regardless of the hybrid, the variable emergence at the beginning of flowering, duration of maturation and crop cycle reduced linearly due to the delay in sowing season. Although the maximum point of the Hyolas 50, 61 and 433 occurred between the first and second seasons, sowing after 22/04 resulted in losses of productivity and mass of one thousand grains. As of 07/04, every 15 days of sowing delay there was a reduction of 2.5% in oil content. In general, hybrids manifest distinct behaviors between sowing times and Hyolas 50, 61 and 433 are likely to express better agronomic responses.

Key words: *Brassica napus*, yield, oil content

3.1 INTRODUÇÃO

Os estudos com canola no Brasil tiveram início em 1974, empregando-se cultivares de polinização aberta como a PFB-2, que apesar do baixo custo das sementes, não atendia as necessidades da maioria dos produtores, por possuírem ciclo longo e grande desuniformidade na maturação. Foram posteriormente substituídas por híbridos importados, com ciclo menor e resistência vertical a canela preta (*Leptosphaeria maculans*), a exemplo, cita-se o Hyola 43 e Hyola 60, ambos de origem australiana (TOMM et al., 2009).

Atualmente, alguns dos híbridos cultivados no país são o Hyola 61, material de elevada estabilidade de rendimento e ampla adaptação, liberado para cultivo em 2006, o Hyola 433, híbrido de grande capacidade produtiva quando implantado em solos férteis e bem drenados, cultivado no país desde 2008 e os Hyola 571CL e Hyola 575CL, desenvolvidos a partir da mutagênese induzida de micrósporos, com resistência aos herbicidas inibidores das imidazolinonas.

Embora o Brasil desfrute de híbridos desenvolvidos a partir do melhoramento genético, ainda carece de estudos para identificar os locais e épocas de semeadura que propiciem condições satisfatórias para a cultura expressar seu máximo potencial genético e produtivo, especialmente em regiões com latitudes inferiores a 35° e altitudes superiores a 600 metros (SOUZA et al., 2010).

A canola cultivada no Brasil possui baixa sensibilidade ao fotoperíodo. Temperaturas do ar acima de 27°C no decorrer do seu ciclo, ocorrem na região Oeste do Paraná a partir do mês de agosto e tem forte influência no comportamento e nas características fenotípicas e desenvolvimento agrônomo das plantas (MELGAREJO et al., 2014).

A maioria dos estudos de adaptabilidade de cultivares e caracterização de áreas e épocas de semeadura têm sido realizados no Rio Grande do Sul. Todavia, o Paraná, especialmente a região Oeste por apresentar elevada capacidade tecnológica, solos férteis e condições climáticas que favorecem o crescimento e desenvolvimento da cultura nos períodos mais frios do ano, ainda carece de trabalhos que possam delimitar os melhores híbridos e épocas de implantação como fator na obtenção de bons rendimentos (MELGAREJO et al., 2014).

Desse modo, os estudos com diferentes híbridos e épocas de semeadura nas diversas regiões brasileiras têm sido fundamentais para a geração de novas informações e desenvolvimento de metodologias que facilitem a tomada de decisão, sobretudo, de uma melhor compreensão dos efeitos ambientais no processo de adaptação e estabilidade de cultivares (ESCOBAR et al. 2011). O objetivo desse trabalho foi identificar as melhores épocas de semeadura para a cultura da canola na região Oeste do Paraná e os melhores híbridos considerando caracteres fenométricos e desempenho agrônomo.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo em condições de sequeiro, no município de Marechal Cândido Rondon, PR, localizado na latitude de 24°01'01" e longitude de 54°31'56" com altitude de 400 metros em relação ao nível do mar, no período de 07/05 a 25/10/2017. O

solo da área é classificado como Latossolo Vermelho eutrófico de textura argilosa (SANTOS et al., 2006). Os dados meteorológicos foram coletados periodicamente (Figura 1).

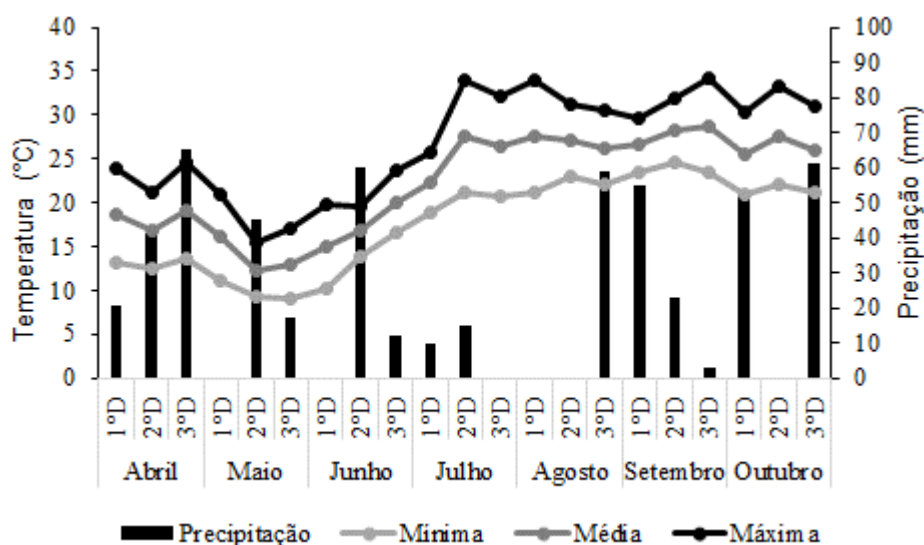


Figura 1 - Dados meteorológicos: temperaturas (°C) e precipitação (mm) coletadas no decorrer do experimento; UNIOESTE/PPGA, 2017.

Foi empregado o delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas foram representadas pelas seis épocas de semeadura que ocorreram nos dias 07 e 22 de abril, 07 e 22 de maio e 06 e 21 de junho, durante o período indicado pelo zoneamento agroclimático da canola para o Paraná (CONAB, 2018) e as subparcelas pelos cinco híbridos de canola, sendo o Hyola 50, Hyola 61 de ciclo médio e Hyola 433, Hyola 571CL e Hyola 575CL de ciclo precoce. As subparcelas de 13,5 m² foram constituídas por seis linhas de semeadura, espaçadas 0,45 m, com 5 m de comprimento e área útil delimitada em duas linhas centrais com 4 m de comprimento.

A adubação de semeadura foi realizada de acordo com a análise química do solo e expectativa de produtividade de 2.000 kg ha⁻¹. Assim, foram aplicados 358 kg ha⁻¹ do formulado 06-15-15. (6% de nitrogênio, 15% de fósforo e 15% de potássio) Esse procedimento foi efetivado posteriormente a abertura dos sulcos e repetido antes de cada época de semeadura (TOMM et al., 2009).

Os híbridos provenientes da Embrapa Trigo, em Passo Fundo, no Rio Grande do Sul foram semeados em sistema de semeadura direta de forma manual, sob palhada de milho, numa profundidade de 2,0 cm. Após a emergência das plântulas foi efetivado o raleio a fim de manter uma densidade de 18 plantas equidistantes por metro linear. Quando a cultura atingiu o estágio fenológico B₄ (quatro folhas desenvolvidas) efetivou-se uma aplicação de 450 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio ((NH₄)₂SO₄) em cobertura, contendo 21% de nitrogênio e 24% de enxofre.

O manejo de plantas daninhas foi realizado no estágio de roseta por meio de capina manual. No período de alongamento e formação do botão floral, efetuou-se o controle de traças-crucíferas (*Plutella xylostella*) pela aplicação de Teflubenzuron, inseticida regulador de crescimento e inibidor da síntese de quitina, pertencente ao grupo químico das Benzoilureias. Não foi constatada a presença de doenças no desenvolvimento das plantas.

A colheita da área útil nas unidades experimentais foi realizada manualmente cortando as plantas logo abaixo da inserção das ramificações, quando os grãos atingiram aproximadamente 35% de umidade, período em que mais de 50% das plantas caracterizavam o estágio fenológico G₅ (maturação fisiológica). Posteriormente, as plantas foram postas para secar ao sol, por um período de 10 dias, seguido por trilha e limpeza dos grãos.

Foram avaliadas as variáveis fenométricas dias para a emergência de plântulas (DEP), dias entre a emergência e o início do florescimento (DEIF), duração do florescimento (DFL), duração do período da maturação (DMA), bem como o ciclo biológico e a estatura de plantas (ESP). Também foram avaliadas as variáveis agronômicas massa de mil grãos (MMG), produtividade (PRO) e teor de óleo nos grãos (TEO). Todo o desenvolvimento da cultura foi acompanhado conforme escala fenológica desenvolvida na França, em 1992 pelo Centro Técnico Interprofissional de Sementes, Oleaginosas e Cânhamo (CETIOM, 1992).

O conjunto de dados obtidos foi submetido ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, seguido da análise de variância pelo teste F em nível de 5% de probabilidade. Na ocorrência de significância, as médias foram contrastadas pelo teste de Tukey também em 5% de probabilidade e análises de regressão. Para isso, foi utilizado o programa estatístico SISVAR.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise de variância (Tabela 1), os resultados apontam que houve interação significativa entre híbridos *versus* época de semeadura, para todas as variáveis dependentes analisadas, com exceção ao número de dias entre a semeadura e a emergência de plântulas, que não manifestou diferença significativa em função dos híbridos e época de semeadura. Dessa forma, verificou-se que a cultura demorou em média seis dias para emergir.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para as variáveis emergência ao início do florescimento (DEIF), duração do florescimento (DFL), duração da maturação (DMA), ciclo, massa de mil grãos (MMG), produtividade (PRO) e teor de óleo (TEO) de diferentes híbridos e épocas de semeadura na região Oeste do Paraná, UNIOESTE/PPGA

FV	G	Quadrados médios							
		L	DEIF	DFL	DMA	Ciclo	MMG	PRO	TEO
Bloco	2		14,65	0,98	1,35	7,46	0,15	2.940,77	20,26
E	5		186,24*	193,36*	102,64*	1.352,69*	2,95*	1.411.99,53*	136,57*
Erro 1	10		10,71	0,92	0,57	16,55	0,04	6.806,18	9,09
H	4		65,37*	114,17*	27,09*	502,42*	0,51*	217.477,83*	2,75*
E x H	20		12,86*	12,58*	3,71*	13,89*	0,23*	32.838,21*	1,29
Erro 2	48		7,23	0,65	0,91	7,46	0,03	6.450,06	5,55
Média			58,29	33,26	34,56	132,14	3,24	1.240,04	35,60
CV1 (%)			5,61	4,89	9,18	9,39	6,21	6,65	8,47
CV2 (%)			4,61	6,43	8,76	7,07	5,35	6,48	6,62

*Significativo em nível de 5% pelo teste F. FV - Fonte de variação, GL - Graus de liberdade, E - Época de semeadura, H - Híbrido de canola, CV - Coeficiente de variação.

Houve redução linear decrescente na variável emergência ao início do florescimento (EIFL) dos híbridos Hyola 61, Hyola 433, Hyola 571CL e Hyola 575CL, à medida que atrasou a época de semeadura. Embora o Hyola 50, híbrido de ciclo médio, tenha se ajustado num modelo quadrático, com ponto de máxima em 65 dias, houve uma expressiva redução a partir da terceira época de semeadura (07/05), culminando para igualdade com os demais híbridos quando semeado na última época (21/06) (Figura 2A e B).

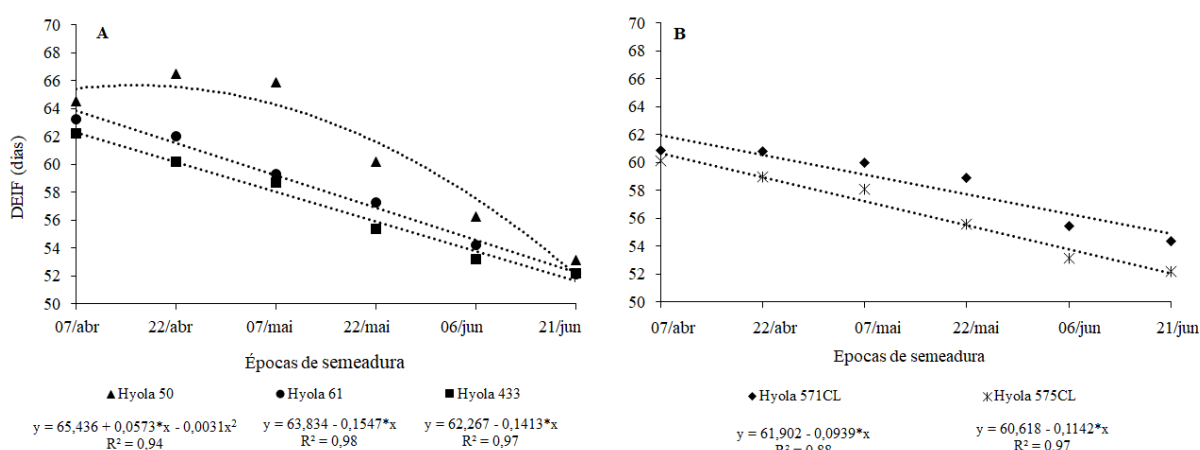


Figura 2 - Dias da emergência ao início do florescimento (DEF) dos híbridos de canola Hyola 50, Hyola 61 e Hyola 433 (A) e Hyola 571CL e Hyola 575CL (B) em diferentes épocas de semeadura. As respectivas datas de semeadura nos gráficos equivalem aos seguintes valores na equação: 07/abr = 0; 22/abr = 15; 07/mai = 30; 22/mai = 45; 06/jun = 60 e 21/jun = 75. *Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

Estudo realizado por Tomm et al. (2008) confirmou-se que as variações climáticas, em especial o aumento da temperatura e redução da disponibilidade hídrica, afetam de forma

negativa a fase vegetativa da canola. Os autores argumentam que as características genéticas intrínsecas de cada híbrido são as principais responsáveis por gerenciar o desenvolvimento da cultura e suas respostas em ambientes e condições climáticas distintas.

Fagundes et al. (2010) reforçam que a canola de primavera, cultivada no Brasil, não apresenta alta sensibilidade ao fotoperíodo, todavia, a duração da fase vegetativa e florescimento sofrem grandes influências da temperatura do ar. Tais informações foram confirmadas por Edwards e Hertel (2011) ao observarem que em temperaturas na faixa dos 20°C a canola emite uma nova folha a cada 6 a 10 dias, e que em temperaturas superiores a 27°C, esse tempo é reduzido para 4 dias. Esse componente ambiental, além de interferir na duração da fase vegetativa e do florescimento, reflete também na estatura de plantas e no seu ciclo biológico.

O efeito de época de semeadura em épocas posteriores a 07 de abril encurtou a duração do florescimento, tal fenômeno ocorreu em proporções diferentes entre os híbridos. O Hyola 50 e Hyola 61 (Figura 3A), híbridos de ciclo médio e ampla estabilidade de rendimento, expressaram comportamento quadrático, com ponto de máxima entre a primeira e a terceira época. Cabe mencionar que, o aumento da temperatura com máxima atingindo 36°C e a seca que ocorreu em toda região, no período em que o experimento foi realizado, foram fatores aditivos na redução do florescimento da cultura e de outros caracteres agrônômicos. A cada 15 dias de atraso na semeadura dos híbridos Hyola 433 (Figura 3A), Hyola 571CL e 575CL (Figura 3B), observou-se redução média de três dias na duração do florescimento.

Essa diversidade de comportamentos evidencia a ampla capacidade de resposta da canola em diferentes condições ambientais, especialmente do Hyola 50 e Hyola 61, híbridos de ciclo médio, os quais se mostraram menos sensíveis ao atraso na semeadura e apresentaram maior tempo de florescimento e inclusive maior número de flores por planta.

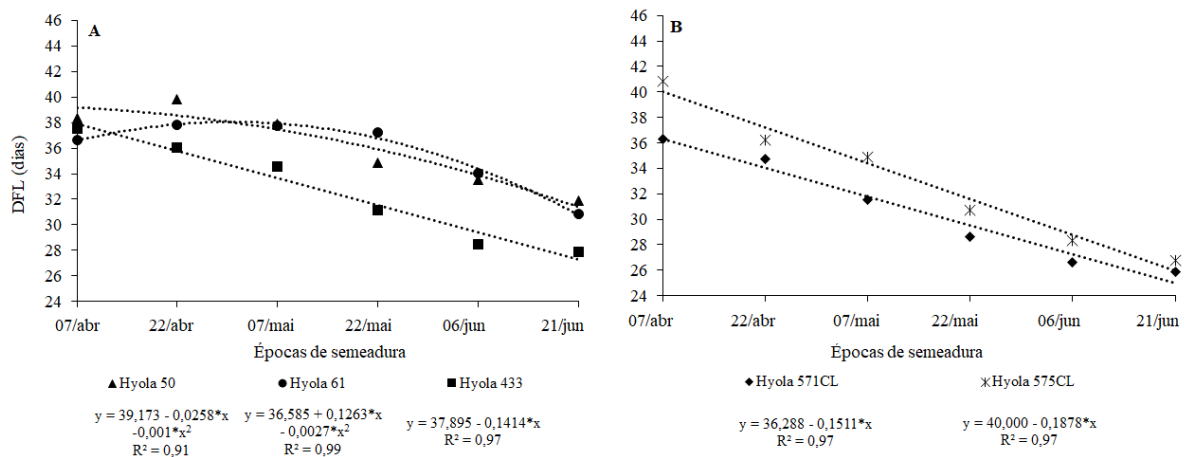


Figura 3 - Duração do florescimento (DFL) de Hyola 50, Hyola 61 e Hyola 433 (A) e Hyola 571CL e Hyola 575CL (B) em diferentes épocas de semeadura. As respectivas datas de semeadura nos gráficos equivalem aos seguintes valores na equação: 07/abr = 0; 22/abr = 15; 07/mai = 30; 22/mai = 45; 06/jun = 60 e 21/jun = 75. *Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

Embora o estudo da variabilidade fenotípica da canola em decorrência de determinadas variações edafoclimáticas sejam relativamente fáceis, os mecanismos que são ativados dentro da planta em resposta a essas mudanças são de grande complexidade. O início e duração do florescimento por exemplo, são gerenciados por um conjunto de pelo menos 20 locus em 10 cromossomos diferentes, com cada locus representando entre 3 e 28% da variação genotípica e essas expressões genéticas sofrem grandes influências das condições ambientais (RAMAN et al., 2013).

Por ser uma planta mesofítica, a canola possui uma amplitude térmica relativamente estreita com aproximadamente 10°C, para seu crescimento e desenvolvimento ótimos. Temperaturas acima de 27°C no florescimento, como ocorreu no decorrer desse experimento, podem afetar significativamente o fenômeno da fotossíntese, evapotranspiração, absorção e translocação de solutos, além das atividades enzimáticas e síntese proteica da planta (ROBERTSON et al., 2004).

Desse modo, à medida que atrasa a data de semeadura na região Sul do Brasil, a cultura é desfavorecida pelo aumento da temperatura e da soma térmica necessária para desempenhar todas as suas atividades enzimáticas e fisiológicas. Esses fatores geram desequilíbrio bioquímico nos tecidos que conseqüentemente afeta a dinâmica floral, através da esterilidade e queda de flores, resultando na redução da duração do florescimento e de períodos subsequentes, como o tempo de maturação das siliquis.

A duração do período da maturação do híbrido Hyola 433 em todas as épocas de semeadura foi em média, dois dias menor que os híbridos Hyola 50 e Hyola 61. A maior redução dessa fase para estes três híbridos foi observada em semeaduras a partir da terceira época (07/05) (Figura 4A). Observa-se na figura 4B que os híbridos Hyola 571CL e Hyola 575CL, ambos resistentes aos herbicidas do grupo químico das imidazolinonas, expressaram comportamento bastante semelhante entre si e com ajuste linear negativo.

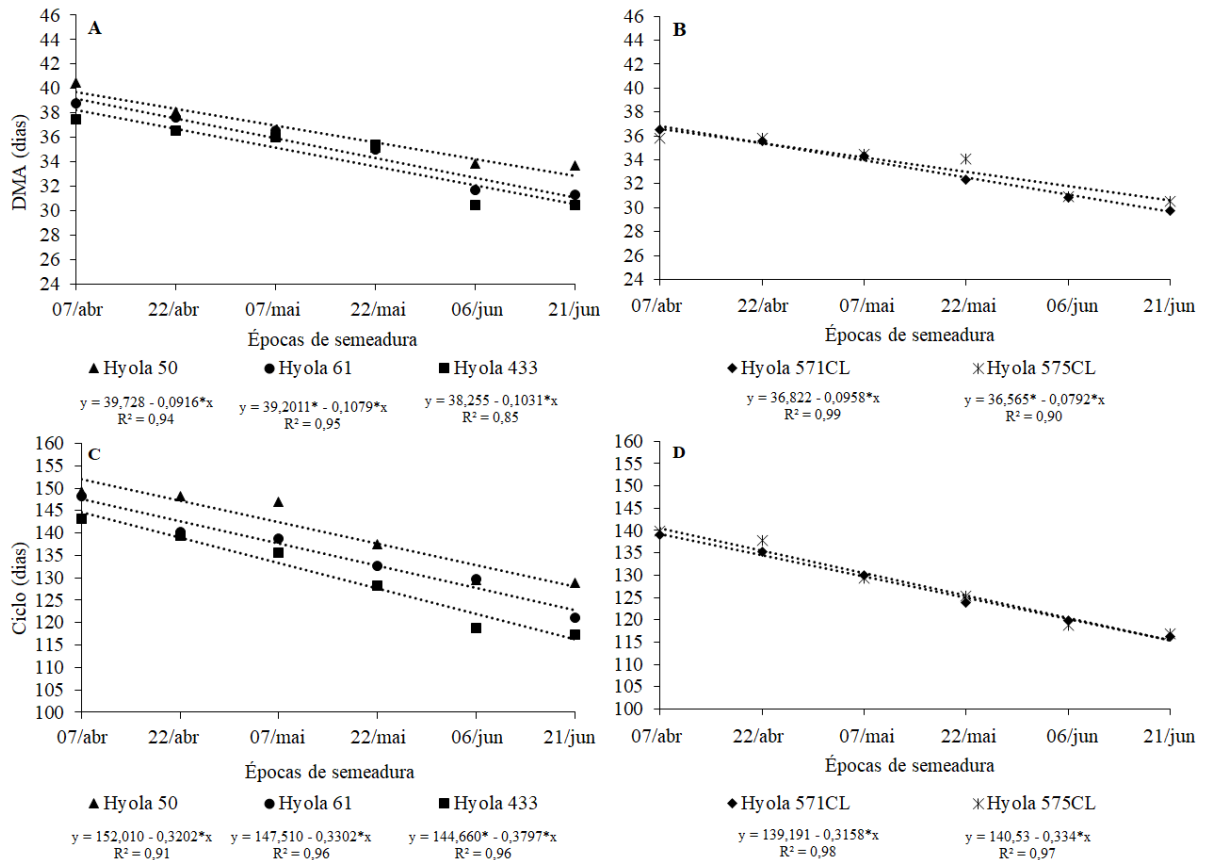


Figura 4 - Duração da maturação (DMA) (A e B) e ciclo (C e D) de Hyola 50, Hyola 61, Hyola 433, Hyola 571CL e Hyola 575CL em diferentes épocas de semeadura. As respectivas épocas de semeadura nos gráficos equivalem aos seguintes valores na equação: 07/abr = 0; 22/abr = 15; 07/mai = 30; 22/mai = 45; 06/jun = 60 e 21/jun = 75. *Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste t. UNIOESTE/PPGA, 2019.

Também houve interação significativa para o ciclo dos híbridos em decorrência do atraso na época de semeadura. Nota-se que para todos os cultivares houve uma redução linear entre a primeira (07/04) e a última época (21/06), sendo que o ciclo médio dos híbridos reduziu em 23 dias e as maiores diferenças foram observadas nos híbridos Hyola 61 e Hyola 433 com 27 e 26 dias de redução, respectivamente (Figura 4C e D).

Estudando os subperíodos de híbridos de canola em diferentes épocas de semeadura Luz et al. (2012) verificaram que tanto no híbrido Hyola 433 quanto no Hyola 61, o atraso na semeadura afetou a duração de todas as variáveis fenométricas da cultura. Dalmago et al. (2013) relataram a heterogeneidade entre híbridos de canola quanto as suas respostas às alterações ambientais, apontando a necessidade de maiores cuidados com as somas térmicas, principalmente no florescimento e maturação das siliquis.

Houve interação significativa entre híbridos e épocas de semeadura para a variável massa de mil grãos. Com ajuste quadrático e ponto de máxima na segunda época de semeadura o Hyola 50 foi superior aos demais, seguido por evidente queda quando semeado a partir de maio. O Hyola 61 e Hyola 433 foram ajustados num modelo linear decrescente e o Hyola 571CL, embora com menor massa de mil grãos se mostrou mais resiliente ao atraso na semeadura, quando comparado ao Hyola 575CL com uma redução média de 39% entre a primeira e última época (Figura 5A e B).

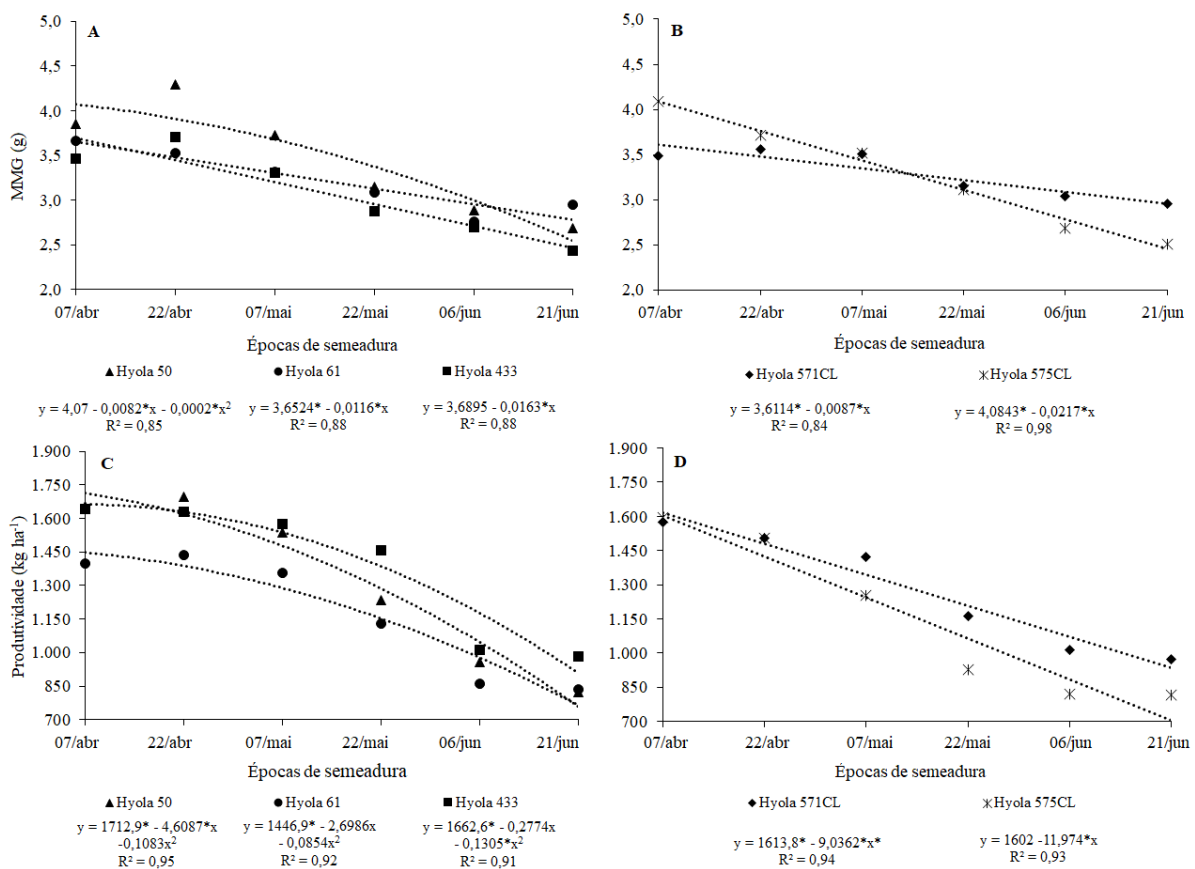


Figura 5 - Massa de mil grãos (MMG) (A e B) e Produtividade (C e D) de Hyola 50, Hyola 61, Hyola 433, Hyola 571CL e Hyola 575CL em diferentes épocas de semeadura. As respectivas épocas de semeadura nos gráficos equivalem aos seguintes valores na equação: 07/abr = 0; 22/abr = 15; 07/mai = 30; 22/mai = 45; 06/jun = 60 e 21/jun = 75. *Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

Os ajustes quadráticos do Hyola 50, Hyola 61 e Hyola 433 (Figura 5C) com pontos de máxima produtividade em 1.762, 1.468 e 1.66 kg ha⁻¹, respectivamente, indicam a primeira e a segunda época como os melhores momentos para semear esses híbridos. Por outro lado, a semeadura dos híbridos Hyolas 571CL e Hyola 575CL, realizadas após 07/04, resultaram em

significativas perdas de produtividade, em média 38 e 48%, respectivamente, entre a primeira e a última época (Figura 5D).

Comin et al. (2016) avaliando híbridos e épocas semelhantes as deste estudo na região de Guarapuava, PR, também verificaram que o maior rendimento de grãos do Hyola 433 se deu quando a semeadura foi realizada na data de 22 de abril. No entanto, para o Hyola 50, Hyola 61, Hyola 571CL e Hyola 575CL, a semeadura antecipada para 01 de abril proporcionou as maiores produtividades.

Frente a grande variedade de resultados entre híbridos e épocas de semeadura, entende-se que a dinâmica do desenvolvimento da canola é regida principalmente por mecanismos que são melhores compreendidos através de estudos a nível fisiológico, bioquímico e genético. Recentemente, Chen et al. (2018) verificaram que o acúmulo térmico e a radiação solar direta, criam condições para ativação de genes responsáveis pela transdução dos sinais de auxinas que controlam o crescimento das siliques, o que está diretamente relacionado com a produtividade da cultura.

Monteiro et al. (2014) complementa que as plantas utilizam diversos mecanismos bioquímicos e fisiológicos para lidar com o estresse hídrico e térmico. No entanto, dependendo da constituição genética e das condições ambientais propostas, os danos se tornam irreversíveis, afetando o turgor e a eficiência celular dos tecidos, refletindo diretamente no desenvolvimento e rendimento da planta.

Independente dos híbridos estudados, o teor de óleo nos grãos variou em função das épocas de semeadura. O ponto de máxima da função quadrática permite identificar que o maior teor de óleo foi atingido na semeadura do dia 22/04 e a cada 15 dias de atraso na implantação da cultura, a partir desta data, resultou numa redução média de 2,5% do teor de óleo (Figura 6).

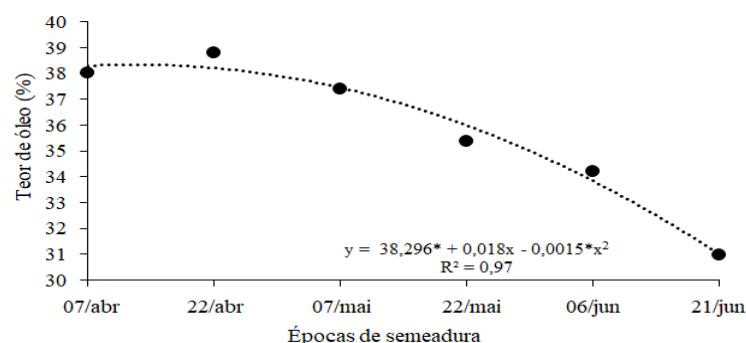


Figura 6 - Teor médio de óleo dos grãos. Média dos cinco híbridos, em diferentes épocas de semeadura. As respectivas épocas de semeadura nos gráficos equivalem aos seguintes valores na equação: 07/abr = 0; 22/abr = 15; 07/mai = 30; 22/mai = 45; 06/jun = 60 e 21/jun = 75. *Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

Vale mencionar que as condições ambientais sofrem significativas variações entre um ano de cultivo e outro, por isso, é importante saber que um cultivar que se sobressaiu em um determinado ano agrícola, não necessariamente será o melhor em anos subsequentes. É mais importante ainda, é tomar conhecimento das características do solo no qual a cultura será implantada, do histórico do comportamento ambiental e principalmente das propriedades e potencial genético intrínseco de cada híbrido.

3.4 CONCLUSÕES

Atrasar a semeadura dos híbridos estudados reduz a duração dos períodos da floração, maturação, ciclo e o desempenho de caracteres agronômicos, como massa de mil grãos, produtividade e teor de óleo.

Os melhores híbridos, para as variáveis fenométricas e agronômicas, independente da época de semeadura foram os Hyolas 50, Hyola 61 e Hyola 433. Considerando as condições de manejo, local e ano em que este trabalho foi conduzido, as datas entre 7 e 22 de abril são as que proporcionaram os melhores resultados em termos agronômicos dos híbridos de canola.

Semeaduras posteriores a 07 de maio afetam negativamente o desempenho da cultura.

3.5 AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro, a Universidade Estadual do Oeste do Paraná pelo ensino gratuito e de qualidade e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária pelo fornecimento de sementes.

3.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CETIOM - Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains. **La cultura Du colza d'hiver**. Guide cultural 1991/1992. Paris: CETIOM, 1992. 33p.

CHEN, L.; CHEN, L.; ZHANG, X.; LIU, T.; NIU, S.; WEN, J.; YI, B.; JINXING, C. M. T.; SHEN, T. F. J. Identification of miRNAs that regulate silique development in *Brassica napus*. **Plant Science**, v. 29, n. 11, p. 106–117, 2018.

COMIN, G. R.; KAWAKAMI, J.; ALMEIDA, J. L.; FOSTIM, M. L.; GUERRA, I. E. Híbridos e época de semeadura afetam a produtividade de canola (*Brassica napus L.*). In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia e 73 Semana Oficial da Engenharia e da Agronomia, 2016 Foz do Iguaçu, **anais de congresso**. v. 73, p. 1-5.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Canola - **Conjuntura mensal**. Período: janeiro de 2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_02_20_14_43_57_canola_-_conjuntura_mensal_-_janeiro_2017.pdf>. Acesso em 6 de abril de 2018.

DALMAGO, G. A.; FOCHESSATTO, S. K.; TAZZO, I. F.; BOLIS, L. M.; CUNHA, G. R.; NIED, A. H.; BERGAMASCHI, H.; SANTI. Filocrono e número de folhas da canola em diferentes condições ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 6, p. 573-581, 2013.

EDWARDS, J.; HERTEL, K. **Crescimento e desenvolvimento da canola**. New South Wales: Department of Primary Industries, 2011. 96 p.

FAGUNDES, J. D.; STORCK, L.; REINIGER, L. R. S. Temperatura-base e soma térmica de subperíodos do desenvolvimento de *Aspilia montevidensis*. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 69, n. 2, p. 449-507, 2010.

ESCOBAR, M.; BERTI, M.; MATUS, I.; TAPIA, M.; JOHNSON, B. Genotype x environment interaction in canola (*Brassica napus* L.) seed yield in Chile. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 71, n. 2, p. 175-186, 2011.

KRÜGER, C. A. M. B.; SILVA, J. A. G.; MEDEIROS, S. L. P.; DALMAGO, G. A.; SARTORI, C. O.; SCHIAVO, J. **Arranjo de plantas na expressão dos componentes da produtividade de grãos de canola**. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1448-1453, 2011.

LUZ, G. L.; MEDEIROS, S. L. P.; TOMM, G. O.; BIALOZOU, A.; AMARAL, A. D.; PIVOTO, D. Temperatura base inferior e ciclo de híbridos de canola. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 9, p. 1549-1555, 2012.

MOTEIRO, J. G.; CRUZ, F. J. R.; NARDIN, M. B.; SANTOS, D. M. Crescimento e conteúdo de prolina em plântulas de guandu submetidas a estresse osmótico e à putrescina exógena. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, n. 1, p. 18-25, 2014.

MELGAREJO, A., M. A. DUARTE JÚNIOR, J. B.; DA COSTA, A. C. T.; MEZZALIRA, E. J.; PIVA, A. L.; SANTIN, A. Características agrônômicas e teor de óleo de canola em função da época de semeadura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 5, p. 934-938, 2014.

RAMAN, H.; RAMAN, R.; ECKERMANN, P.; COOMBES, N.; MANOLI, S.; ZOU, X.; EDWARDS, D.; MENG, J.; PRANGNELL, R.; STILLER, J.; BATLEY, J.; LUCKETT, D.; WRATTEN, N.; DENNIS, E. Genetic and physical mapping of flowering time loci in canola (*Brassica napus* L.). **Springer**, v. 126, n. 1, p. 119-132, 2013.

ROBERTSON, M. J.; WATKINSON, A. R.; KIRKEGAARD, J. A.; HOLLAND, J. F.; POTTER, T. D.; BURTON, W.; WALTON, G. H.; MOT, D. J.; WRATTEN, N.; FARRE, I.; ASSENG, S. Environmental and genotypic control of time to flowering in canola and Indian mustard. **Australian Journal Agriculture Research**, v. 53, p. 793-809, 2004.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBREARAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: CNPS, 2006. 306 p.

SHIRANI-RAD, A. H.; BITARAFAN, Z.; RAHMANI, F.; TAHERKHANI, T.; AGHDAM A, M.; NASRESFAHANI, S. A. et al. Effects of planting date on spring rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars under different irrigation regimes. **Turkish Journal of Field Crops**, v. 19, n. 2, p. 153-157, 2014.

SOUZA, T. A. F.; RAPOSO, R. W. C.; DANTAS, A. J. A.; SILVA, C. V.; GOMES NETO, A. D.; SANTOS, L.; ARAÚJO, R. C. A.; RODRIGUES, H. R. N.; ANDRADE, D. A.; MEDEIROS, D. A.; DIAS, J. A.; SILVA, E. S.; LIMA, G. K.; LUCENA, E. H. L.; PRATES, C. S. F. Comportamento fenológico de genótipos de canola no brejo paraibano. In: **Congresso Brasileiro de Mamona, 4 e Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, 2010**, Anais, Campina Grande: Embrapa Algodão. 2010. p. 1230-1234.

TOMM, G. O.; WIETHOLER, S.; DALMAGO C. A.; SANTOS H. P. **Tecnologia para a produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 41p.

TOMM, G. O.; RAPOSO, R. W. C.; SOUZA, T. A. F. DE; OLIVEIRA, J. T. DE L.; RAPOSO, E. H. S.; SILVA NETO, C. P. DA; BRITO, A. C.; NASCIMENTO, R. DE S.; RAPOSO, A. W. S.; SOUZA, C. F. **Desempenho de genótipos de canola (*Brassica napus* L.) no Nordeste do estado da Paraíba, Nordeste do Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. 2008, p.15.

4 ARTIGO 3. OTIMIZAÇÃO DO RENDIMENTO AGRONÔMICO DE CANOLA SUBMETIDA A ADUBAÇÃO COM DIFERENTES DOSES DE POTÁSSIO NO FLORESCIMENTO

RESUMO

Fornecer nutrientes em quantidades e no momento adequado, é de suma importância para obtenção de altos rendimentos na cultura da canola. Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar a curva de resposta do desempenho agrônômico do híbrido Hyola 433, submetido à adubação com doses de óxido de potássio (K_2O) no florescimento. Empregou-se o delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, num esquema fatorial 2 x 5, sendo, dois estádios fenológicos da canola (F_1 e F_2) e cinco doses de K_2O em cobertura (0, 15, 30, 60 e 120 $kg\ ha^{-1}$). A semeadura foi realizada em 10/05/2016. Não houve dependência entre época de aplicação e as doses de potássio. Para massa de mil grãos, produtividade e teor de óleo a dose de 60 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O induziu aumento na duração do florescimento e no ciclo da cultura. O número máximo de 309 siliques por planta foi obtido com a dose de 120 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O e o número de grãos por síliqua aumentou à medida que incrementou as doses do nutriente. As

concentrações de potássio na planta aumentaram significativamente, em função do aumento das doses aplicadas, conseqüentemente, observou-se redução linear nos teores de cálcio no tecido vegetal. De modo geral, o uso de potássio no florescimento da canola eleva a expressão de variáveis relacionadas a fenologia e desempenho agrônômico da cultura.

Palavras-chave: concentração de potássio, fenologia, produtividade

OPTIMIZATION OF CANOLA'S AGRONOMIC YIELD SUBMITTED TO DIFFERENT LEVELS OF POTASSIUM IN FLOWERING

ABSTRACT

Providing nutrients in quantities and at the right time is of paramount importance for obtaining high yields in the canola crop. In this context, the objective of this work was to evaluate the response curve of the agronomic performance of Hyola 433 hybrid, submitted to fertilization with potassium oxide (K_2O) doses at flowering. A randomized block design with four replications was used in a 2 x 5 factorial scheme, two phenological stages of canola (F_1 and F_2) and five K_2O doses in coverage (0, 15, 30, 60 and 120 $kg\ ha^{-1}$). The sowing was performed on 05/10/2016. There was no dependence between time of application and potassium doses. For mass of 1000 grains, yield and oil content the dose of 60 $kg\ ha^{-1}$ of K_2O induced increase in flowering duration and crop cycle. The maximum number of 309 silica per plant was obtained with the dose of 120 $kg\ ha^{-1}$ K_2O and the number of grains per silica increased as the nutrient doses increased. The concentration of potassium in the plant increased significantly, due to the increase of the applied doses, consequently, a linear reduction in the contents of calcium in the vegetal tissue was observed. In general, the use of potassium in the flowering of canola raises the expression of variables related to phenology and agronomic performance of the crop.

Key words: potassium concentration, phenology, productivity

4.1 INTRODUÇÃO

A canola (*Brassica napus* L. var. oleífera) é uma oleaginosa pertencente à família das *Brassicaceae*, desenvolvida a partir do melhoramento genético convencional da colza. Por se tratar de um produto agrícola de grande interesse para produção de biodiesel, farelo proteico e

óleo comestível de alto valor nutricional, seu cultivo vem ocorrendo em diversas regiões do mundo, inclusive no Sul do Brasil, como alternativa de cultura de inverno em sistemas de rotação com cereais e leguminosas (TOMM, 2014).

Assim como outras plantas, a canola necessita de condições ideais para completar seus subperíodos e expressar seu máximo potencial genético e produtivo. Clima, manejo e tratos culturais são componentes fundamentais durante seu desenvolvimento (BANDEIRA et al., 2013). Não menos importante, o manejo da fertilidade do solo é fator decisivo no desempenho agrônômico da cultura (PULL et al., 2015).

O potássio (K) nesse contexto, é o terceiro nutriente de maior importância para a canola, requerido como cofator na ativação de mais de 40 enzimas, atua como principal cátion no estabelecimento do turgor celular e promoção de resistências dos tecidos a partir do espessamento das paredes celulares. Estudos têm comprovado a importância desse macronutriente no aumento da massa de mil grãos, na resistência à doença e ao acamamento (SHARMA; KOLTE, 1994; CIBOTTO et al., 2016).

Outros trabalhos abordando a importância do K nas atividades fisiológicas, químicas e bioquímicas da canola, confirmam que o elemento contribui na qualidade fisiológica e sanitária de sementes e na resistência à perda de água, uma vez que atua no processo de abertura e fechamento estomático e na regulação osmótica celular (RENKEMA et al., 2015; SEVERTSON *et al.*, 2016).

McGrigor (1981) e Pahlavani et al. (2007) relataram que a canola produz duas vezes mais flores do que siliquis e que a capacidade fotossintética da planta pode não suportar a quantidade de flores diferenciadas. Desse modo, uma boa suplementação nutricional no florescimento pode trazer benefícios e auxiliar na manutenção do número de flores que serão convertidas em siliquis.

Courprom et al. (1973) e Rose et al. (2008 a) contribuem que este nutriente se encontra em quantidades crescentes na planta, até o início da maturação dos grãos. Por outro lado, Barraclough (1989) evidenciou que o maior acúmulo do macronutriente, bem como do fósforo ocorreu no final do enchimento de grãos. Rose et al. (2007) corroboram que o suplemento com K no início do florescimento promoveu significativo aumento na concentração do nutriente nas raízes, caules, folhas e siliquis. Entretanto estes autores não constataram aumentos do rendimento de grãos e teor de óleo.

A uniformidade no processo de amadurecimento das siliquis foi observada por Rosseto et al. (1998 a) quando a cultura foi adubada com dose de 40 kg ha⁻¹ de K₂O. Estes autores também constataram maior germinação e vigor de sementes em resposta ao uso de

potássio em cobertura em comparação à testemunha, mesmo sob condições de seis meses de armazenamento em câmara fria.

Nesse contexto, na cultura da canola, há uma grande carência de estudos que abordem os efeitos do uso de K em cobertura, de forma a otimizar o desenvolvimento do florescimento e o desempenho agrônômico da cultura. Assim sendo, objetivo da realização desse trabalho foi identificar a curva de respostas agrônômicas à aplicação de diferentes doses de potássio em dois estádios fenológicos do florescimento da cultura da canola.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo e em condições de sequeiro, na região Oeste do Paraná no período de 10/05 a 30/08/2016. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico de textura argilosa (SANTOS et al., 2006). As condições climáticas permitiram um bom desenvolvimento da cultura com precipitações registradas por decêndios e temperaturas variando entre 8 e 30°C (Figura 1).

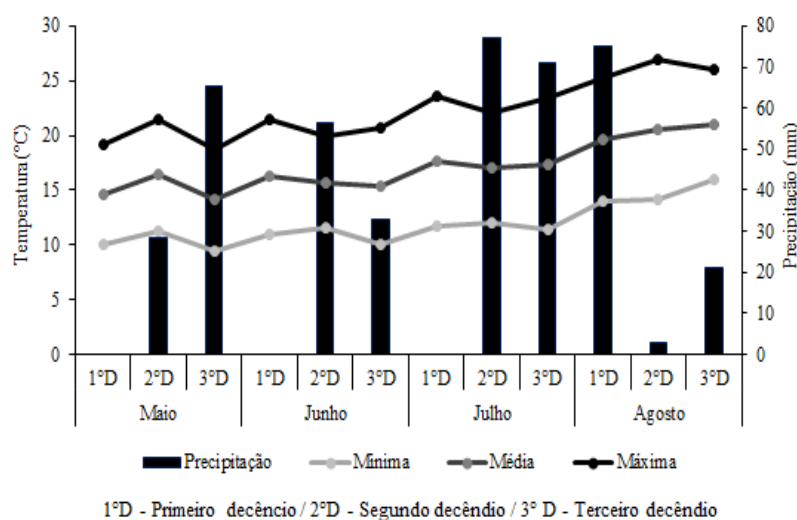


Figura 1 - Temperatura (°C) e precipitação (mm), coletadas por decêndio, no decorrer do experimento. UNIOESTE/PPGA, 2017.

Foi empregado o delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, num esquema fatorial 2 x 5, sendo dois estádios fenológicos do florescimento da canola (F₁ - primeiras flores abertas e F₂ - numerosas flores abertas e alongamento do ramo floral) e cinco doses de K₂O em cobertura (0, 15, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹). As parcelas foram constituídas por seis linhas de semeadura, 5 m de comprimento, espaçadas 0,45 m entre si, caracterizando uma

unidade experimental de 13,5 m² com área útil de 3,6 m², composta por duas linhas centrais de 4 m de comprimento.

A adubação de sementeira foi realizada com base na análise química do solo (Tabela 1) e expectativa de produtividade de 2.000 kg ha⁻¹. Assim, foram aplicados 444 kg ha⁻¹ do formulado 06-18-08 (6% N, 18% de P₂O₅ e 8% de K₂O). Quando a cultura atingiu o estágio fenológico B₄ (quatro folhas completamente desenvolvidas) foi aplicado em cobertura uma dose de 380 kg ha⁻¹ do fertilizante sulfato de amônio ((NH₄)₂ SO₄) (BATTISTI et al., 2013).

Tabela 1 - Caracterização química da amostra de solo na área experimental realizada aos 20 cm de profundidade antes da sementeira da canola. UNIOESTE/PPGA, 2017

Análise química do solo										
P	MO	pH CaCl ₂)	H+Al	Al	K	Ca	Mg	SB	T	V
mg dm ³	g dm ³	0,01 mol L ⁻¹	-----cmol _c dm ³ -----							
4,5	20,3	5,8	4,0	0,07	0,20	6,83	3,07	10,	14,4	72

P - Fosforo, MO - Matéria orgânica, H - hidrogênio, Al - Alumínio, Ca - Cálcio, Mg - Magnésio, SB - Soma de bases, T - Capacidade de troca catiônica, V - Saturação de bases.

A sementeira foi realizada em 10 de maio de 2016 sobre palhada de aveia, empregando-se uma sementeira de 6 linhas com regulagem visando a deposição de 22 sementes por metro linear, numa profundidade de 2,0 cm. Foi utilizado o híbrido de canola Hyola 433, de ciclo curto (120 a 150 dias) com resistência poligênica à canela-preta (*Leptosphaeria maculans*), registrado em 2008 e indicado para solos de elevada fertilidade (TOMM et al., 2009).

O manejo de plantas daninhas foi realizado no estágio de roseta por meio de capina manual. No período de alongamento e formação do botão floral foi efetuado o controle de traças-crucíferas (*Plutella xylostella*) pela aplicação de Teflubenzuron, inseticida regulador de crescimento e inibidor da síntese de quitina, pertencente ao grupo químico das Benzoilureias. Não foi constatada a presença de doenças no decorrer do desenvolvimento das plantas.

O início do florescimento foi contabilizado a partir do momento em que pelo menos 50% das plantas apresentaram a primeira flor aberta e o final da floração se caracterizou pela ausência de flores. As doses de 0, 15, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹ de K₂O foram ajustadas proporcionalmente para o tamanho da parcela e a quantidade distribuída em cada tratamento foi pesada em balança digital. Utilizou-se o cloreto de potássio (KCL) como fonte do nutriente.

Aos 21 dias após adubação em F₁ e 14 dias após adubação em F₂, quando a cultura caracterizava o estágio fenológico G₃ (primeiras síliquas com comprimento superior à 4 cm) foi realizada a amostragem para análise de tecidos coletando aleatoriamente a parte área de

cinco plantas em cada parcela. Após lavagem e secagem ao ar, as plantas foram acondicionadas em embalagens de papel e postas para secar em estufa com circulação forçada de ar, por um período de 72 horas, numa temperatura de 65°C.

O material vegetal foi então pesado e moído, uma amostra de aproximadamente 1,0 g foi digerida com uma mistura de 6mL de ácido nítrico (HNO₃) e 1mL de ácido perclórico (HClO₄) seguindo a metodologia de Tedesco et al. (1995). A determinação de K foi realizada através do fotômetro de chamas, cálcio (Ca) e magnésio (Mg) foram determinados por meio de espectrofotômetro de absorção atômica.

Além da análise nutricional foram avaliadas as seguintes variáveis fenométricas: emergência ao início do florescimento, duração do florescimento, duração da maturação e ciclo da cultura, bem como as variáveis agronômicas número de siliquas por planta, número de grãos por siliquas, estatura de plantas, massa de mil grãos e produtividade. O teor de óleo nos grãos foi estimado pelo método da extração por solvente, utilizando o extrator Soxhlet (WENNERSTEN, 1992).

O conjunto de dados foi submetido à análise de variância, aplicando o teste F, em nível de 5% de probabilidade. As médias dos estádios fenológicos foram contrastadas pelo teste de Tukey, também em nível de 5% de probabilidade. Para estudo das doses de K₂O foi aplicada a análise de regressão e em todo procedimento utilizou-se o programa estatístico Sisvar.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adubação com potássio em dois estádios fenológico do florescimento não influenciou as variáveis emergência ao início do florescimento, duração da maturação, estatura de plantas, massa de mil grãos, produtividade e teor de óleo nos grãos em do híbrido Hyola 433. Todavia, convém salientar que a produtividade média da cultura foi de 1.553 kg ha⁻¹, com 38% de óleo nos grãos e 3,3 g na massa de mil grãos.

Independente da época de aplicação, as doses de K₂O alteraram a duração do florescimento (DFL) e o ciclo da cultura. Ajustadas em modelos quadráticos as variáveis expressaram respectivamente, pontos de máxima em 43 e 133 dias e a dose de maior eficiência estimada ficou em 107,8 e 95,2 kg ha⁻¹ respectivamente (Figura 2A e B). O prolongamento do florescimento foi o principal fator responsável pela extensão do ciclo da cultura.

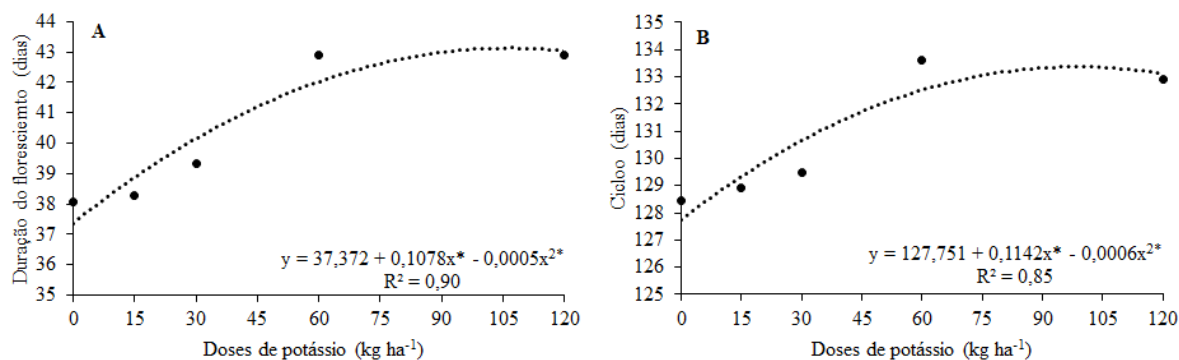


Figura 2 - Duração do florescimento (A) e ciclo do híbrido Hyola 433 (B) em função de doses de potássio em cobertura, independente da época de aplicação. *significativo pelo teste “t” em nível de 5%. UNIOESTE/PPGA 2017.

Ahmaed *et al.* (2015) verificaram que doses de K₂O superiores a 30 kg ha⁻¹ estenderam o ciclo da canola, em sete dias. Os autores justificam que a maior concentração do nutriente nos tecidos reduziu a queda de flores e botões florais, refletindo diretamente no prolongamento do florescimento e, conseqüentemente, do ciclo da cultura. Um estudo realizado por Rose *et al.* (2008 b), confirmou que o maior acúmulo de K na canola ocorre no final do florescimento e início do enchimento de grãos.

Nesse contexto, o elemento está presente em inúmeras atividades bioquímicas e fisiológicas da planta como a síntese de Trifosfato de adenosina (ATP), equilíbrio osmótico e fortalecimento e permeabilidade das membranas celulares que culminam na resistência estrutural da planta (NOVAIS *et al.*, 2007). Todavia, Taiz e Zeiger (2016) complementam que concentrações acima de 50 g kg⁻¹ de K promove efeitos nocivos sobre o metabolismo celular pela ruptura de membranas, degradação de proteínas e desestabilidade fisiológica e enzimática das células.

Na ausência de K em cobertura observou-se que número médio de siliques por planta foi de 283, valor médio encontrado em ensaios com adubação de base recomendada para a cultura (KRÜGER *et al.*, 2011). No entanto, o modelo polinomial proposto mostrou que em comparação à testemunha, o número de síliqua por planta subiu para 301,8 e 309 quando submetida as doses de 60 e 120 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente (Figura 3 A).

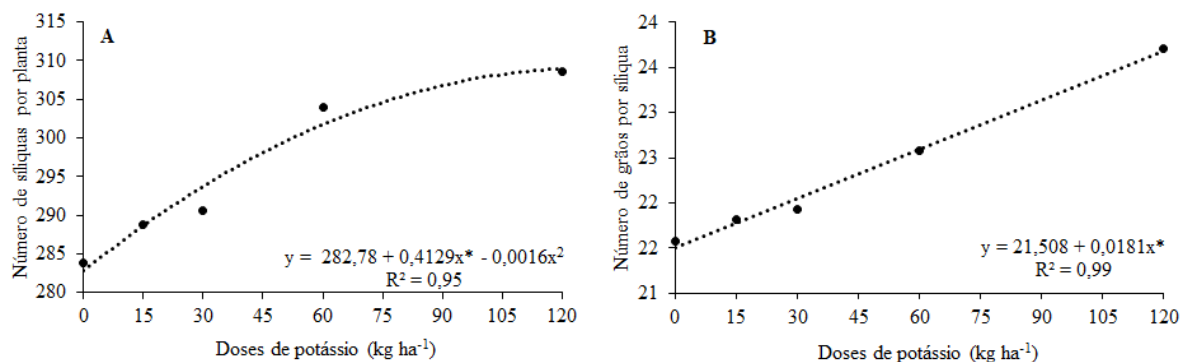


Figura 3 - Número de síliques por planta (A) e número de grãos por síliqua (B) em função de doses de potássio aplicadas no florescimento do híbrido de canola Hyola 433. *significativo pelo teste “t” em nível de 5%. UNIOESTE/PPGA 2017.

Houve aumento médio de um grão por síliques a cada 60 kg ha⁻¹ de K₂O adicionado em cobertura (Figura 3B). Cheema *et al.* (2012) também observaram que mesmo em solos com concentrações adequadas de K houve aumento no número de síliques por planta e do número de grãos por síliqua, além da massa de mil grãos e da produtividade de dois cultivares de canola na região Nordeste do Paquistão. Por outro lado, Rossetto *et al.* (1998 b) não constataram efeito entre doses de K com a produtividade e teor de óleo, todavia, confirmaram maior retenção de síliques com doses superiores a 40 kg ha⁻¹.

Entende-se que de acordo com os resultados obtidos para as variáveis agrônômicas e fenométricas avaliadas, as quantidades de K₂O aplicadas com base na análise química do solo são suficientes para atender as demandas essenciais relacionadas à produtividade e teor de óleo das culturas. Todavia, a adubação suplementar com K₂O em cobertura, permite uma menor queda de flores, a qual propicia uma maior produção de síliques por planta e grãos por síliqua. Szczepaniak (2014) confirma que a suplementação potássica no início do florescimento, além de resultar num maior número de síliques, também elevou a concentração de K nas ramificações e conferiu resistência estrutural às plantas.

As concentrações de K nos tecidos das plantas aumentaram linearmente à medida que se elevou as doses do nutriente em cobertura, chegando ao nível de 32,22 g kg⁻¹ quando submetida a dose de 120 kg ha⁻¹ (Figura 4). Malavolta (2006) afirma que concentrações entre 10 e 30 g kg⁻¹ de K são consideradas adequadas para o desenvolvimento normal das plantas, e valores abaixo de 8 e acima de 50 g kg⁻¹ respectivamente, caracterizam sintomas de deficiência e toxidez.

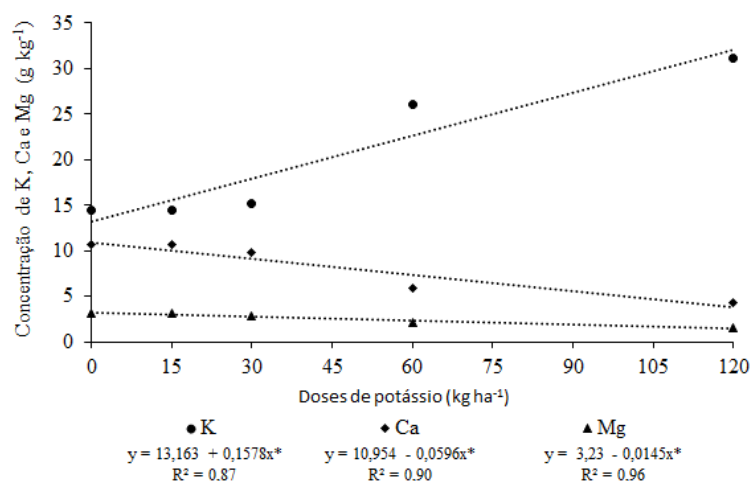


Figura 4 - Concentração de K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} na parte aérea em função da adubação com potássio em cobertura no híbrido de canola Hyola 433. *significativo pelo teste “t” em nível de 5%. UNIOESTE/PPGA 2017.

Ainda que as concentrações foliares de K não tenham atingido níveis de toxidez e tenha contribuído com o desenvolvimento de variáveis analisadas neste estudo, os resultados obtidos confirmam o fenômeno do antagonismo, onde doses acima de 60 kg ha^{-1} de K_2O reduziu substancialmente a absorção e conseqüente concentração de cálcio (Ca^{2+}) nos tecidos, um importante constituinte da lamela média das paredes celulares (HAWKESFORD *et al.*, 2015).

Cabe salientar que antes da adubação potássica em cobertura é preciso estar atento às condições de umidade do solo. Uma vez que a difusão é o principal mecanismo de mobilidade do elemento, o teor de água no solo se torna imprescindível para facilitar o carregamento do íon para próximo da zona de absorção das raízes.

4.4 CONCLUSÕES

As respostas da adubação potássica em cobertura ocorreram independente do estágio fenológico aplicado (F_1 e F_2).

Em solo com teor médio de potássio disponível o híbrido de canola Hyola 433, responde a adubação com potássio para as variáveis duração do florescimento, número de siliquas por plantas e número de grão pro siliquas, até a dose de 120 kg ha^{-1} .

A adubação em cobertura com doses superiores a 60 kg ha^{-1} de K_2O reduz a absorção e concentração de Ca na parte aérea da planta.

4.5 AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro, a Universidade Estadual do Oeste do Paraná pelo ensino gratuito e de qualidade e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária pelo fornecimento de sementes.

4.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMAED, A.; ALI, F.; INAMULLAH.; ALI, A.; ULLAH, A.; NAZ, R.; MAHAR, A.; KALHORO, S. Optimizing Yield and Quality of Canola Cultivars Using Various Potash Levels. **American Journal of Plant Sciences**, California, v. 6, p. 1233-1242, 2015.

BANDEIRA, T. P.; CHAVARRIA, G.; TOMM, G. O. Desempenho agrônômico de canola em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades de plantas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 7, p. 1332-1341, 2013.

BARRACLOUGH, P. B. Root growth, macro-nutrient uptake dynamics and soil fertility requirements of a high-yielding winter oilseed rape crop. **Plant Soil**, Czech Republic, v. 119, p. 59-70, 1989.

BATTISTI, R.; PILAU, F.G.; SCHWERZ, L.; SOMAVILLA, L.; TOMM, G.O. Dinâmica floral e abortamento de flores em híbridos de canola e mostarda castanha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 9, p. 174-181, 2013.

CHEEMA, M. A.; WAHID, M. A.; SATTAR, A.; RASUL, F.; SALEEM, M. F. Influence of different levels of potassium on growth, yield and quality of canola (*brassica napus* l.) cultivars. **Pakistan Journal Agriculture Science**, Faisalabad, v. 49, n. 3, p. 163-168, 2012.

CIBOTTO, D. V.; OLIVEIRA NETO, A. M.; GUERRA, N.; MEERT, L.; BOTTEGA, E. L.; LEAL, G.B. Produtividade de soja com antecipação da adubação potássica nas culturas da aveia preta, canola e trigo. **Revista Campo Digital**, Campo Mourão, v. 11, n. 1, p. 25-32, 2016.

COURPRON, C; MENET, M.; PELABON, E. Fertilizing winter colza on sandy soils of the Landes de Gascogne. **Comptes Rendus des Seances de l' Academic d' Agriculture de France**, v. 59, p. 194-205, 1973.

HOWKESFORD, M. J.; KOPRIVA, S.; DE KOK, L. J.; Nutrient use efficiency in plants. In: CHIETERA, G.; CHARDON, F. **Natural variation as a tool to investigate nutrient use efficiency in plants**. v. 10, Switzerland. Springer, 2015. p. 29-51.

KRÜGER, C. A. M. B.; SILVA, J. A. G.; MEDEIROS, S. L. P.; DALMAGO, G. A.; SARTORI, C. O.; SCHIAVO, J. Arranjo de plantas na expressão dos componentes da produtividade de grãos de canola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 3, p. 1448-1453, 2011.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**, São Paulo, Agronômicas Ceres, Viçosa, 2006. 638p.

MCGREGOR, D. I. Pattern of flower and pod development in rapeseed. *Can. J. plant Sci.* 61: 275-282. MIRALLES, D. J., RICHARDS, R. A., SLAFER, G. A., 2000. Duration of stem elongation period influences the number of fertile florets in wheat and barley. **Australian Journal Plant Physiology**. Australian, v. 27, p. 931-940, 1981.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. Fertilidade do solo. Sociedade brasileira de ciências do solo. In: Ernani, P. R.; Almeida, J. A.; Santos, F. C. **Potássio**. 1.ed. Viçosa, MG. SBCS, 2007. Cap.9, p. 552-589.

PAHLAVANI, M. H.; SAEIDI, G.; MIRLOHI, A. F. Genetic analysis of seed yield and oil content in safflower using F1 and F2 progenies of diallel crosses. **International Journal Plant Production**. Gorgan, v. 19, p. 129-140, 2007.

PULL, R. W.; RASCHE-ALVAREZ, J. W. Manejo da adubação nitrogenada na cultura da canola. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 2, n. 1, p. 41-52, 2015.

RENKEMA, H.; KOOPEMANS, A.; HALE, B.; BERKELA, E. Thallium and potassium uptake kinetics and competition differ between durum wheat and canola. **Environ Science Pollut Research**, Switzerland, v. 22, p. 2166-2174. 2015.

ROSE T. J., RENGEL Z., MA Q., BOWDEN J. W. Post-flowering supply of P, but not K, is required for maximum canola seed yield. **Europe Journal Agronomy**, Plymouth v. 28, n. 4, p. 371-379, 2008.

ROSE, T. J., RENGEL, Z., BOWDEN, J., MA, Q. Differential accumulation of phosphorus and potassium by canola cultivars compared to wheat. **Journal Soil Science and Plant Nutrition**, Temuco, v. 170, n.1, p. 404-411. 2007.

ROSSETTO, C. A. V.; NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C. A. Efeito da adubação potássica e da época de colheita na produtividade de canola. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 7, p. 87-94, 1998.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBREARAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: CNPS, 2006. 306 p.

SEVERTSON, D.; CALLOWS, N.; FLOWER, K.; NEUHAUS, A.; OLEJNIK.; NANSEN, C. Unmanned aerial vehicle canopy reflectance data detects potassium deficiency and green peach aphid susceptibility in canola. **Precision Agricultural**, Oxford, v. 17, p. 659-677, 2016.

SHARMA, S. R.; KOLTE, S. J. Effect of soil applied NPK fertilizers on severity of black spot disease (*Alternaria brassicae*) and yield of oilseed rape. **Plant Soil**, Czech Republic, v. 167, n. 4, p. 313-320, 1994.

SZCZEPANIAK, W. The mineral profile of winter oilseed rape in critical growth stages – potassium. **Journal of elementology**, Barcelona, v. 20, n. 2, p. 203-215, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016. 918 p.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHENEM, H. E VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2º Ed. E ampliado. Porto alegre: Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia/UERGS, 1995. 174 p.

TOMM, G. O. Cultivo da canola. Tópicos: **Rotação de culturas e Inserção da canola em sistemas de produção no Brasil**. Embrapa, Passo Fundo, 2º Edição, Sistema de Produção 3. fevereiro de 2014.

TOMM, G. O.; WIETHOLTER, S.; DALMAGO, G. A.; DOS SANTO, H. P. **Tecnologia para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Embrapa, Passo Fundo, Documento online, dezembro de 2009. Acesso em: 18 de janeiro de 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/852550/tecnologia-para-producao-de-canola-no-rio-grande-do-sul>

WENNERSTEN, R. Extraction of organic compounds. In: YDBERG, J.; MUSIKAS, C.; CHOPPIN, G.R. **Principles and practices of solvent extraction**. New York: Marcel Dekker, 1992. Chap.9, p. 115-356.

5 ARTIGO 4. DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CANOLA SUBMETIDA À DESSECAÇÃO COM HERBICIDAS EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DA MATURAÇÃO

RESUMO

A desuniformidade na maturação da canola constitui importante desafio para o manejo da cultura nas regiões sujeitas às geadas e ou às elevadas precipitações no final do ciclo. Visando identificar práticas para maximizar o rendimento de grãos sob estas condições de cultivo, esse trabalho avaliou os efeitos da dessecação com herbicidas em diferentes estádios fenológicos sobre Hyola 433, um dos híbridos mais empregados nas lavouras do Brasil. O experimento foi conduzido num delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 6 x 4, sendo cinco herbicidas: paraquat, diquat e glufosinato de amônio na dose de 400 g i.a ha⁻¹, glifosato com 1.440 g i.a ha⁻¹ e saflufenacil dosado em 70 g i.a ha⁻¹, mais a testemunha, em quatro estádios fenológicos da maturação das siliquis (G₂, G₃, G₄ e G₅). A dessecação em G₂ e G₃ reduziu 60% em média o conteúdo de óleo e a massa de mil grãos, impactando diretamente no rendimento de grãos. A dessecação em G₄, independentemente do herbicida, não influenciou a massa de mil grãos e o conteúdo de óleo; todavia, o uso de diquat reduziu a produtividade em 187 kg ha⁻¹. Na dessecação em G₅, nenhum dos herbicidas determinou diferenças em relação à testemunha para massa de mil grãos, produtividade e teor de óleo e ainda permitiu uma antecipação da colheita em cinco dias. De modo geral, a cultura apresenta boas respostas à dessecação com diferentes herbicidas nos estádios fenológicos G₄ e G₅.

Palavras-chave: antecipação da colheita, produtividade, teor de óleo

AGRONOMIC PERFORMANCE OF CANOLA SUBMITTED TO DESICCATION WITH HERBICIDES AT DIFFERENT MATURATION STAGES

ABSTRACT

Uneven maturation in canola is an important challenge for its management in regions subject to frost and high rainfall at the end of the cycle. In order to identify practices to maximize grain yield under these growing conditions, this work evaluated the effects of desiccation with herbicides at different phenological stages on Hyola 433, one of the most commonly used

hybrids in Brazil. The experiment was conducted in a randomized block design in a 6 x 4 factorial scheme, with five herbicides: paraquat, diquat and ammonium glufosinate at dose of 400 g a.i. ha⁻¹, glyphosate at 1,440 g a.i. ha⁻¹ and saflufenacil at 70 g a.i. ha⁻¹, plus the control, at four phenological stages of silique maturation (G₂, G₃, G₄ and G₅). Desiccation at G₂ and G₃ reduced the oil content and thousand-grain weight on average by 60%, directly affecting grain yield. Desiccation at G₄, regardless of herbicide, did not influence thousand-grain weight and oil content, but the use of diquat reduced canola yield by 187 kg ha⁻¹. In the desiccation at G₅, none of the herbicides led to differences compared to the control for thousand-grain weight, yield and oil content, and it allowed harvest to be brought forward by five days. In general, the crop presents good responses to the desiccation with different herbicides at the phenological stages G₄ and G₅.

Key words: reduction in time to harvest, grain yield, oil content

5.1 INTRODUÇÃO

Atualmente a cultura da canola (*Brassica napus* L.) se consolida como uma excelente opção para diversificação agrícola. No entanto, a deiscência natural das síliquas e o longo período de floração, com diversas camadas, bem como a característica acrópeta da maturação, ou seja, ocorre de maneira desuniforme e de baixo para cima na haste principal e ramos secundários, constituem um importante desafio para o manejo da cultura nas regiões sujeitas a geadas e elevadas precipitações no final do ciclo (Silva et al., 2011).

Estes fatores aumentam a dificuldade para definir o início da colheita. O método mais empregado e eficiente para retirada dos grãos do campo é o corte e o aleiramento, empregando colhedoras com plataformas especiais seguidos da coleta e trilha. Outra alternativa é a colheita direta após à aplicação de herbicidas, visando uniformizar a maturação das síliquas e secagem rápida das plantas (Marchiori Júnior et al., 2002).

No Sul do Brasil, os resultados de pesquisa nessa área são limitados e as informações e definições têm sido variáveis. Estudos recentes buscaram identificar o melhor momento de dessecar a cultura. Pizolotto et al. (2016) verificaram que a dessecação em G₅ (maturação fisiológica) com diquat e glufosinato de amônio, reduziram as perdas de produtividade em 20% quando comparada com a maturação natural das plantas.

No Irã, Esfahani et al. (2012) aferiram que híbridos de canola de primavera perderam em média 6% do teor de umidade quando submetidos à aplicação de doses entre 200 e 300 g

i.a ha⁻¹ de paraquat no estágio fenológico G₄ (início da maturação), contendo em torno de 40% de umidade, antecipando a colheita em 12 dias, sem refletir em efeitos negativos na produção e qualidade dos grãos.

Entretanto, Albrecht et al. (2013) não encontraram interação para variáveis como massa de mil grãos e a produtividade quando aplicaram paraquat na cultura apresentando umidade de grãos de 30 e 45%, e concluíram que a uniformidade de maturação da canola é influenciada por fatores como a composição genética, condições edafoclimáticas, manejo cultural e até mesmo a época de semeadura.

A dessecação com herbicidas em estádios fenológicos anteriores à maturação fisiológica interfere diretamente no ciclo biológico das plantas, com provável influência nas variáveis agrônomicas da cultura. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o desempenho agrônomico de canola submetida à dessecação com herbicidas em diferentes estádios fenológicos da maturação.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo e em condições de sequeiro, no município de Toledo, região Oeste do Paraná, com latitude de 24° 40' Sul, longitude 53° 38' Oeste e altitude de 490 m em relação ao nível do mar, no período de 10/05 a 30/08/2016. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico, de textura argilosa (EMBRAPA, 2013). Os dados meteorológicos de temperatura e precipitação foram coletados periodicamente no decorrer do experimento (Figura 1).

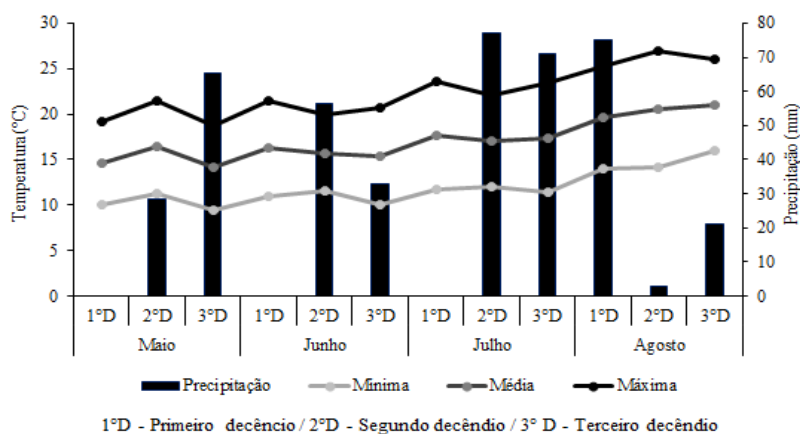


Figura 1 - Dados meteorológicos: Temperatura (°C) e precipitação (mm) coletados por decêndio no decorrer do experimento. UNIOESTE/PPGA 2016.

Foi empregado o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, num esquema fatorial 6 x 4, sendo cinco herbicidas (paraquat, diquat, glufosinato de amônio, glifosato e saflufenacil) mais a testemunha, em quatro estádios fenológicos da cultura da canola (G₂ - dez primeiras siliquis com 2 a 4 cm, G₃ - dez primeiras siliquis maiores que 4 cm, G₄ - dez primeiras siliquis no início da maturação e G₅ - grãos de coloração escura; maturação fisiológica) conforme escala fenológica desenvolvida na França em 1992 pelo Centro Técnico Interprofissional de Sementes, Oleaginosas e Cânhamo (CETIOM, 1992).

As parcelas foram constituídas por seis linhas de semeadura com cinco metros de comprimento, espaçadas 0,45 m entre si, caracterizando uma unidade experimental de 13,5 m² com área útil de 3,6 m², composta por duas linhas centrais de quatro metros de comprimento. As respectivas combinações ocuparam uma área de 1.960 m².

A adubação de semeadura foi realizada com base na análise química do solo e expectativa de produtividade de 2.000 kg ha⁻¹. Assim, foram aplicados 444 kg ha⁻¹ do formulado 06-18-10. Quando a cultura atingiu o estágio fenológico B4 (quatro folhas completamente desenvolvidas) foi aplicado em cobertura uma dose de 357 kg ha⁻¹ do fertilizante sulfato de amônio ((NH₄)₂ SO₄) (Tomm et al., 2009).

A semeadura foi realizada em 10 de maio de 2016 empregando uma semeadora de 6 linhas com regulagem visando à deposição de 22 sementes por metro linear, numa profundidade de 1,5 cm. Foi empregado o híbrido de canola Hyola 433, de ciclo curto (120 a 150 dias) com resistência poligênica à canela-preta (*Leptosphaeria maculans*), registrado em 2008 e indicado para solos de elevada fertilidade (Tomm et al., 2009).

O manejo de plantas daninhas foi realizado no estágio de roseta por meio de capina manual. No período de alongamento e formação do botão floral foi efetuado o controle de traças-crucíferas (*Plutella xylostella*) pela aplicação de Teflubenzuron, inseticida regulador de crescimento e inibidor da síntese de quitina, pertencente ao grupo químico das Benzoilureias. Não foi constatada a presença de doenças no decorrer do desenvolvimento das plantas.

A dose de paraquat, diquat e glufosinato de amônio aplicada foi de 400 g i.a (ingrediente ativo) ha⁻¹, de glifosato 1.440 g i.a ha⁻¹ e o saflufenacil foi dosado em 70 g i.a ha⁻¹. Em todos os tratamentos foi adicionado à calda 1% de óleo mineral parafínico Nimbus. As aplicações ocorreram aos 95, 105, 115 e 125 dias após a emergência (DAE), período em que mais de 50% das plantas caracterizavam os estádios fenológicos G₂, G₃, G₄ e G₅, respectivamente.

As aplicações foram efetuadas com um pulverizador costal pressurizado a base de gás carbônico (CO₂), equipado com uma barra de seis bicos, portando pontas da série XR 110.02,

espaçadas 0,45 m entre si. O equipamento trabalhou a uma pressão de 30 psi, com vazão de serviço de 200 L ha⁻¹. O momento das aplicações nos respectivos estádios fenológicos ocorreu com temperaturas variando entre 24 e 28°C, umidade relativa do ar superior a 65% e velocidade do vento inferior a 7 km h⁻¹.

A colheita das unidades experimentais foi iniciada no momento em que os grãos apresentaram 20% de umidade, seguido por um período de secagem ao sol durante 10 dias e posterior trilha e limpeza dos grãos. O tempo entre a dessecação nos respectivos estádios fenológicos e a colheita com 20% de umidade nos grãos variou em função dos herbicidas e das épocas de dessecação e foi contabilizado na caracterização da variável antecipação da colheita.

As variáveis agronômicas avaliadas foram estatura das plantas, número de síliquas por planta, número de grãos por síliqua, massa de mil grãos e rendimento de grãos, além do número de dias de antecipação da colheita e teor de óleo nos grãos, que foi estimado pelo método da extração por solvente, utilizando o extrator Soxhlet (Wennersten, 1992).

Os dados passaram pelo teste de normalidade de Shapiro-Wilk e foram submetidos à análise variância pelo teste F a nível de 5% de probabilidade e, sempre que observada significância, as médias foram contrastadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade e análise de regressão. Para tanto, foi utilizado o programa estatístico Genes (Cruz, 2006).

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis agronômicas estatura de plantas, número de síliquas por planta e número de grãos por síliquas não foram influenciadas pela aplicação dos herbicidas em todos os estádios fenológicos, expressando valores médios de 1,28 m de altura, com média de 260 síliquas por planta e 24 grãos por síliqua.

A antecipação da colheita (Figura 2) foi discutida com base no valor das médias, dispensando um modelo matemático. A dessecação em G₂ (95 DAE) e G₃ (105 DAE) permitiu uma antecipação média da colheita de 26 e 20 dias, respectivamente. Embora antecipar a colheita seja de grande interesse econômico e na organização das operações em nível de propriedade, as perdas significativas na massa de mil grãos, rendimento de grãos e conteúdo de óleo, indicam que a dessecação deve ser realizada somente após G₃.

Figura 2. Antecipação da colheita do híbrido Hyola 433, em função da dessecação em diferentes estádios da maturação (G₂, G₃, G₄ e G₅, respectivamente aos 95, 105, 115 e 125 DAE)

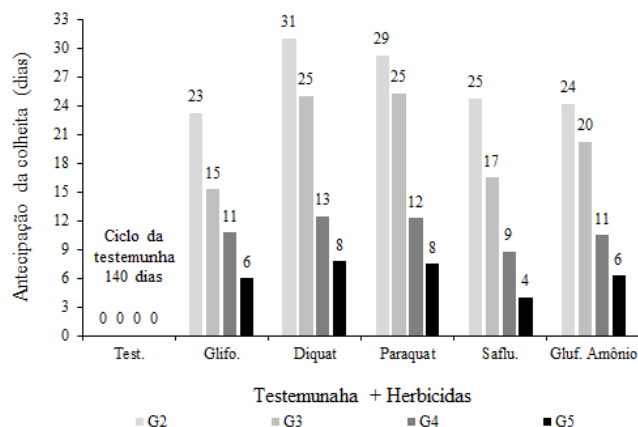


Figura 2. Antecipação da colheita do híbrido Hyola 433, em função da dessecação em diferentes estádios da maturação (G₂, G₃, G₄ e G₅, respectivamente aos 95, 105, 115 e 125 DAE)

A dessecação em G₄ (115 DAE) e G₅ (125 DAE) resultou numa antecipação média de 11 e 6 dias na colheita, respectivamente, em relação à testemunha, sem perdas significativas nas variáveis estudadas. Esses resultados corroboram com estudos realizados no Canadá (Darwent et al., 2000) e Irã (Esfahani et al., 2012), onde a dessecação da canola próximo ao ponto de passagem do G₄ para o G₅ antecipou a colheita em 10 dias.

O desempenho de cada variável significativa estudada foi relacionado com a testemunha e, de acordo com a análise de variância (Tabela 1), houve interação significativa das épocas de dessecação com os herbicidas. A comparação das médias indicou que na dessecação em G₂ e G₃ a diferença registrada se deu apenas em função dos herbicidas em comparação com a testemunha, não havendo diferença de efeitos entre os produtos.

Tabela 1. Resumo da análise de variância das variáveis analisadas em função da dessecação com herbicidas em diferentes estádios de maturação do híbrido Hyola 433

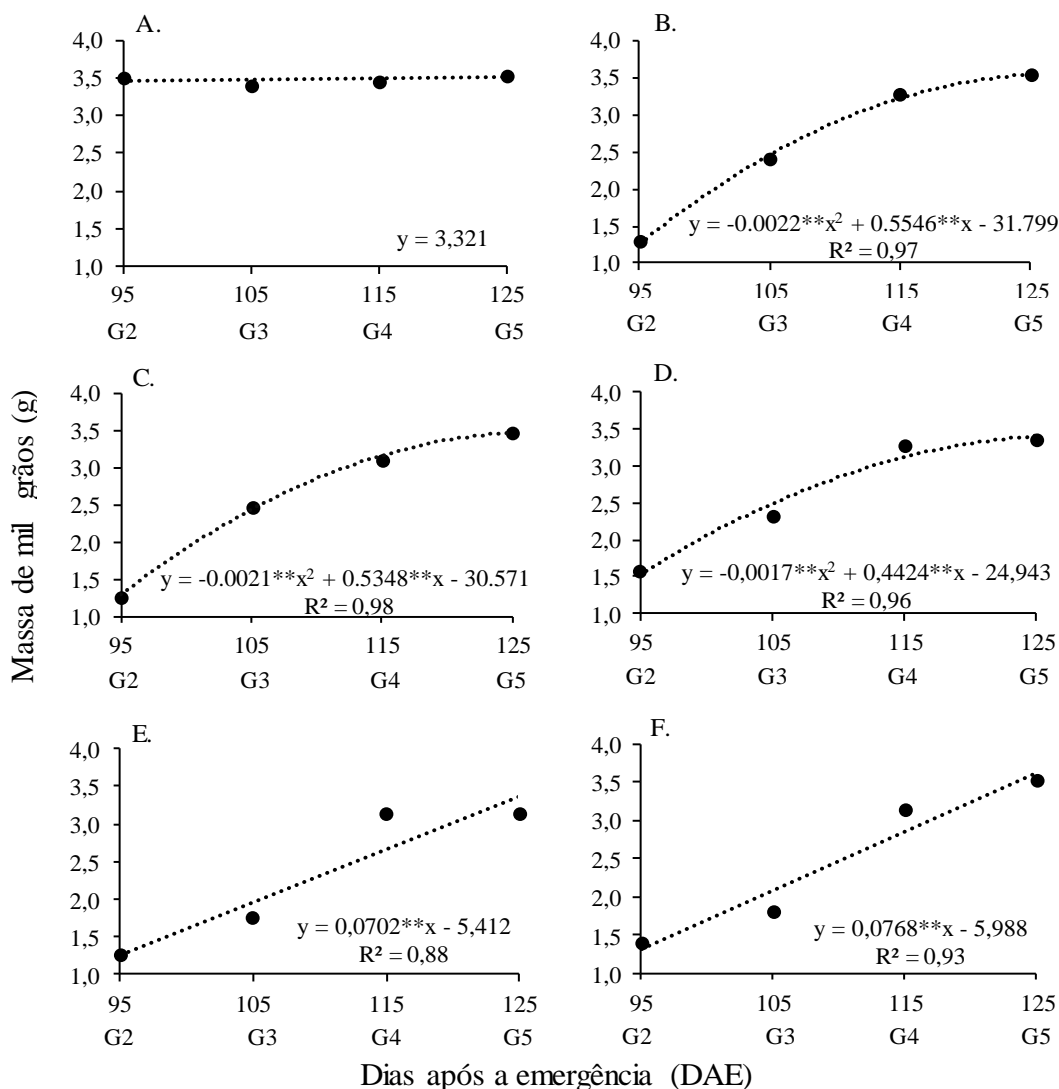
Fonte de Variação	Quadrado Médio			
	GL	MMG (g)	RG (kg ha ⁻¹)	TEO (%)
Época	3	15,25*	8804578,77*	3133,89*
Herbicida	5	2,67*	1181438,84*	383,15*
Época x Herbicida	15	0,70*	410966,36*	131,54*
Erro	69	0,05	5789,23	2,99
CV (%)		8,59	6,17	6,53
Média geral		2,68	1232,24	26,51

*Significativo ao nível de 0,05 pelo teste F; ^{ns}Não significativo pelo teste F a nível de 0,05; CV (%) - Coeficiente de variação; MMG - Massa de mil grãos; RG - Rendimento de grãos; TEO - Teor de óleo nos grãos

Ainda para as variáveis da Tabela 1, somente a aplicação de diquat no estágio fenológico G₄ expressou diferença estatística na produtividade, resultando numa queda de 1.675

para 1.550 kg ha⁻¹, ou seja, 10% de perda em comparação aos demais herbicidas. A dessecação em G₅ não diferiu estatisticamente entre os herbicidas e a testemunha para nenhuma dessas variáveis.

Os ajustes lineares mostram que a massa de mil grãos não ultrapassou 2,0 g quando dessecada com paraquat e diquat (Figuras 3E e F) nos estádios fenológicos G₂ e G₃; valores diferentes foram observados na Figura 3A, onde sob secagem natural das plantas a massa de mil grãos média foi de 3,5 g. Cumpre ressaltar que, em condições favoráveis de clima, nutrição e sanidade, essa variável pode facilmente superar 4,0 g (Kaefer et al., 2014).



G2: 95 DAE / G3: 105 DAE / G4: 115 DAE / G5:125 DAE

Figura 3. Massa de mil grãos do híbrido Hyola 433 em função da dessecação com herbicidas em diferentes estádios da maturação: testemunha (A), glufosinato de amônio (B), saflufenacil (C), glifosato (D), paraquat (E) e diquat (F). Significativo a em nível de 5% pelo teste t.

O paraquat e o diquat, ambos herbicidas de contato e inibidores do fotossistema I, independente da época de aplicação, promoveram a secagem das plantas num intervalo entre 5 e 7 dias, tempo significativamente inferior ao requerido por herbicidas sistêmicos como o glifosato (entre 14 e 21 dias). Essa rápida dessecação da planta, ocorre devido ao fato de estes herbicidas de contato formarem radicais superóxidos que se desmutam em peróxido de hidrogênio (H_2O_2), resultando diretamente na degradação das membranas celulares e acelerando a morte dos tecidos da planta (Costa et al., 2014).

A dessecação com glufosinato de amônio, saflufenacil e glifosato (Figura 3B, C e D, respectivamente), se ajustaram num modelo quadrático onde o ponto de máxima indica qual é o melhor momento para dessecar a cultura com esses herbicidas e considerando essa variável, está entre a passagem do estágio fenológico G_4 para o G_5 , ou seja, no intervalo ajustado entre 120 e 125 DAE para o híbrido Hyola 433 nas condições desta safra e local. Marchiori Júnior et al. (2002) verificaram que a melhor época de dessecação com herbicidas sistêmicos é o estágio fenológico G_5 .

Para promover os efeitos fitotóxicos, os herbicidas de ação sistêmica precisam ser absorvidos e translocados para regiões específicas da planta, conforme observado neste estudo, em que a total dessecação das plantas ocorreu entre 12 e 21 dias após a aplicação dos herbicidas. Constantin et al. (2008) afirmam que enquanto a planta possuir tecidos fotossintéticos ativos, a translocação de fotoassimilados e o acúmulo de matéria seca continuam acontecendo.

Com base no modelo linear, o rendimento de grãos aumentou em função da época de dessecação independentemente do herbicida, de modo que a dessecação em G_2 e G_3 reduziu a produtividade média em 1.464 e 1.087 kg ha⁻¹ respectivamente, em comparação à testemunha (Figuras 4A, B, C, D, E e F). Tais resultados indicam que o acúmulo de biomassa foi interrompido pelo efeito da dessecação e que a maturação foi forçada em decorrência da rápida intensificação da perda de água dos tecidos e grãos que ainda se encontravam em processo de formação.

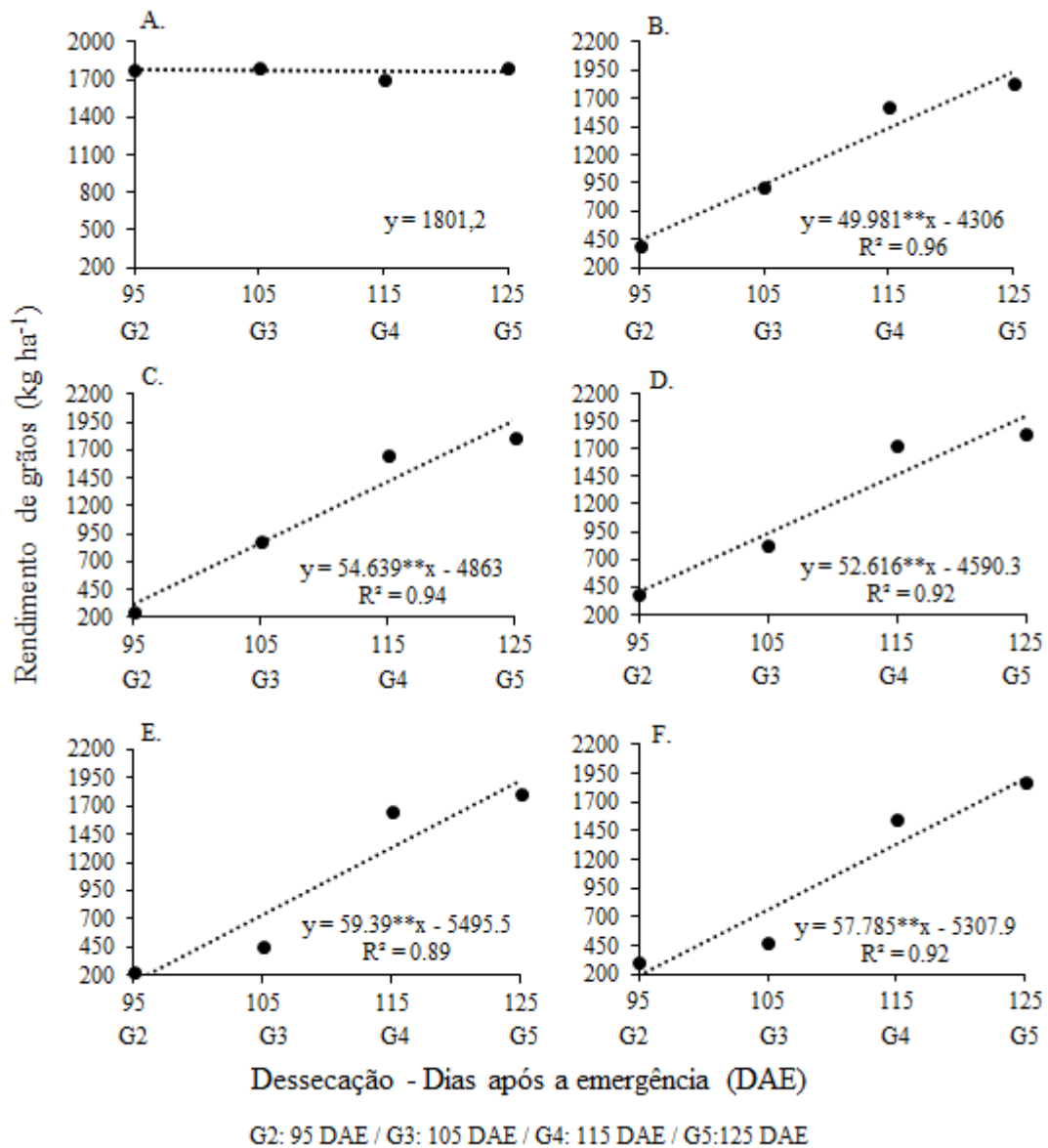


Figura 4. Variações no rendimento de grãos do híbrido de canola Hyola 433 em função da dessecação com herbicidas em diferentes estádios fenológicos. (A. - testemunha; B. - glufosinato de amônio; C. - saflufenacil; D. - glifosato; E. - paraquat e F. - diquat.). Significativo em nível de 5% pelo teste t.

A dessecação com os herbicidas sistêmicos saflufenacil e glifosato em G₂ e G₃ promoveu significativa redução na produtividade em relação aos estádios fenológicos G₄ e G₅, que não se diferenciaram pelo teste t (Figuras 4C e D) e a testemunha (Figura 4A). Comportamento diferente foi observado na dessecação com paraquat e diquat (Figuras 4E e F), onde a dessecação em G₄ promoveu redução média de 157 e 317 kg ha⁻¹, em comparação a G₅.

Essas diferenças podem estar relacionadas ao efeito dos herbicidas e ao alto grau de maturação da sílica.

Nunes et al. (2015) também observaram que o uso do glufosinato de amônio proporcionou menores perdas na produtividade quando comparado ao diquat em aplicações imediatamente antes da maturação fisiológica. Darwent et al. (1994) relataram comportamento semelhante em um estudo avaliando o rendimento agrônomico de canola dessecada com glifosato e glufosinato de amônio em estádios fenológicos anteriores ao G₅.

Entender a dinâmica fenotípica das plantas de canola é primordial para efetivar o manejo da cultura. Embora no estágio fenológico G₄ a planta tenha atingido o máximo acúmulo de matéria seca, foi em G₅ que as síliquas do terço inferior e superior dos ramos apresentaram o maior equilíbrio fenológico, ou seja, a partir desse ponto as plantas perderam água com maior rapidez e as síliquas da base dos ramos iniciaram o processo de deiscência natural.

Rose et al. (2008) e Wang et al. (2011) verificaram que as síliquas da base dos ramos têm maior disponibilidade de fotoassimilados em comparação as do terço superior e o fato da canola apresentar maturação acrópeta é o que gera os maiores problemas na colheita. Clarke (1989) afirma ainda que na maturação a parede das síliquas e os caules são as últimas fontes de material para translocação e acúmulo nos grãos.

Todos os herbicidas reduziram drasticamente os teores de óleo nos grãos quando a dessecação foi realizada em G₂ e G₃ (Figuras 5B, C, D, E e F). De acordo com o modelo ajustado a redução foi em média de 70 e 58% respectivamente. Portella & Tomm (2007) afirmam que durante a maturação ocorre a degradação natural da clorofila e a dessecação prematura da planta, acarretando na redução do acúmulo de óleo nos grãos e na presença de resíduos tóxicos e de clorofila, a qual depreciam o produto e aumenta os custos industriais para a clarificação do óleo.

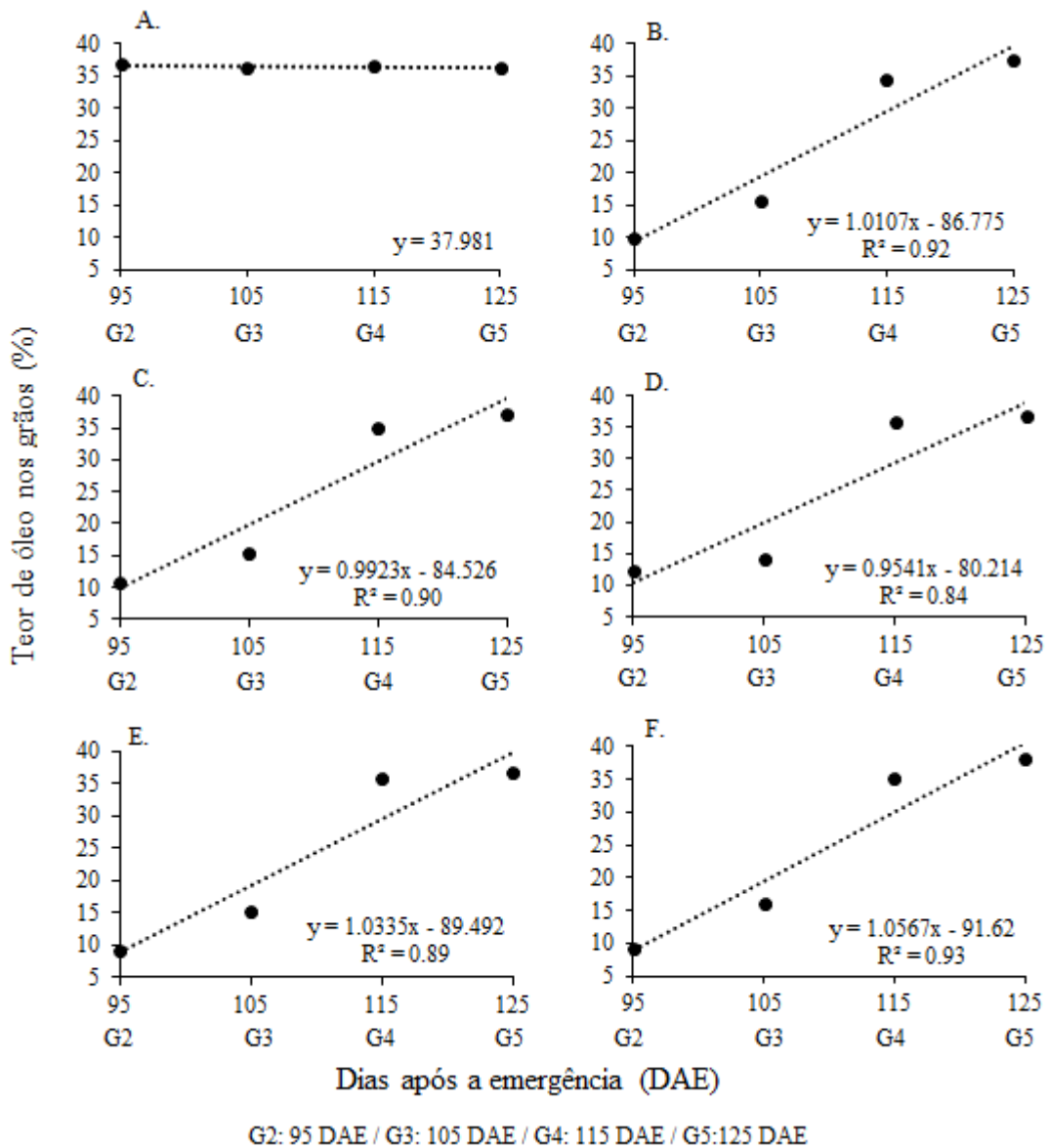


Figura 5. Teor de óleo no híbrido de canola Hyola 433 em função da dessecação com herbicidas em diferentes estádios fenológicos: testemunha (A), glufosinato de amônio (B), saflufenacil (C), glifosato (D), paraquat (E) e diquat (F)

Ao comparar com a testemunha (Figura 5A), a dessecação em G5 com qualquer dos herbicidas não afetou o teor de óleo (Figuras 5B, C, D, E e F) e ainda que a dessecação em G4 tenha reduzido o rendimento de grãos, não reduziu os teores de óleo dos grãos. Esses resultados indicam que a dessecação em G4 pode ser uma alternativa a ser empregada em casos onde as previsões climáticas indiquem a iminência de riscos elevados de perdas decorrentes de ventos fortes, chuvas intensas e granizos, as quais possam impedir as operações de colheita e reduzir o rendimento e a qualidade dos grãos.

Os grãos provenientes desse estudo foram submetidos a testes de vigor e germinação para avaliação da qualidade fisiológica da geração “F₂” e não foram observados efeitos negativos da dessecação com os herbicidas nos estádios fenológico G₄ e G₅. Porém, a dessecação em G₂ e G₃ afetou drasticamente o desempenho fisiológico dos grãos.

5.4 CONCLUSÕES

Não é recomendável dessecar a cultura da canola nos estádios fenológicos G₂ e G₃ com os herbicidas estudados.

As variáveis agronômicas massa de mil grãos e teor de óleo respondem positivamente a dessecação em G₄, independentemente do herbicida.

Este estudo sugere o estágio fenológico G₅ como o mais indicado para dessecar a cultura. Entretanto, quando existirem previsões de condições de clima desfavorável no período de colheita, como risco elevado e eminente de granizo, fortes temporais ou longos períodos de elevada precipitação, a dessecação em G₄ pode ser uma alternativa viável.

5.5 AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro, a Universidade Estadual do Oeste do Paraná pelo ensino gratuito e de qualidade e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária pelo fornecimento de sementes.

5.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRECHT, L. P.; KRENCHINSKI, F. H.; PLACIDO, H. F.; BOMM, M. A. R.; KUNZ, V. L.; KORBERT, A. H. C.; BIELER, R. R. Canola desiccation at different stages of pods maturation. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 12, p. 143-150, 2013.

CETIOM - Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains. La cultura Du colza d’hiver. Guide cultural 1991/1992. Paris: CETIOM, 1992. 33p.

CLARKE, J. M. Intra-plant variation in number of seeds per pod and seed weight in *Brassica napus* 'Tower'. **Canadian Journal Plant Science**, v. 59, p. 959-962, 1989.

CONSTANTIN, J.; MACHADO, M. H.; CAVALIERI, S. D.; OLIVEIRA, J. R. R. S.; RIOS, F. A.; ROSO, A. C. Influência do glyphosate na dessecação de capim-braquiária e sobre o desenvolvimento inicial da cultura do milho. **Planta Daninha**, v. 26, p. 627-636, 2008.

COSTA, N. V. C.; ANDRADE, D. C. DE; DOURADO, R. F.; PAVAN, G. C.; COSTA, A. C. P. R. Dessecação da *Brachiaria ruziziensis* com paraquat antes da semeadura da Soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 13, p. 235-244, 2014.

CRUZ, C. D. Programa Genes: **Aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: Editora UFV, 2006. 442p.

DARWENT, A. L.; KIRKLAND, K. J.; BAIG, M. N.; LEFKOVITCH, L. P. Preharvest applications of glyphosate for Canada thistle. **Control Weed Technology**, v. 8, p. 477-482, 1994.

DARWENT, A. L.; KIRKLAND, K. J.; SMITH, T.; HARKER, K. N. CESSNA, A. J. Effect of preharvest applications of glyphosate on the drying, yield and quality of canola. **Journal Plant Science**, v. 80, p. 433-439, 2000.

EMBRAPA – **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2013. 343p.

ESFAHANI, M.; FARDI, M.; ASGHARI, J.; RABIEI, M.; SAMIZADEH, M. Effects of preharvest application of paraquat on grain moisture reduction, grain yield and quality of rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. **Caspian Journal of Environmental Science**, v. 10, p. 75-82, 2012.

KAEFER, J. E.; GUIMARÃES, F. V.; RICHART, A.; TOMM, G. O.; MÜLLER, A. L. Produtividade de grãos e componentes de produção da canola de acordo com fontes e doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, p. 273-280, 2014.

MARCHIORI JÚNIOR, O.; INOUE, M. H.; BRACCINI, A. L.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; AVILA, M. R.; LAWDER, M.; CONTANTINI, J. Qualidade e produtividade de sementes de canola (*Brassica napus*) após aplicação de desseccantes em pré-colheita. **Planta Daninha**, v. 20, p. 253-261, 2002.

NUNES, A. L.; ASCARI, J.; PEREIRA, L.; SOSSMEIER, S. G.; BISPO, N. B. Pod sealant and canola harvest methods for pod shattering mitigation. **Australian Journal of Crop Science**, v. 9, p. 865-869, 2015.

PIZOLOTTO, C. A.; BOLLER, W.; LÂNGARO, N. C.; TOMM, G. O. Dessecação em pré-colheita e corte-enleiramento combinados a um adesivante como estratégia de manejo na redução de perdas de grãos em canola. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 15, n. 1, p. 265-271, 2016.

PORTELLA, J. A.; TOMM, G. O. **Enleiramento e colheita de canola**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 11p. Documentos, 89.

ROSE, T. J.; RENGEL, Z.; QIFU, M.; BOWDEN, J. W. Post-flowering supply of P, but not K, is required for maximum canola seed yields. **European Journal of Agronomy**, v. 28, p. 371-379, 2008.

SILVA, J. A. G. DA; MOTTA, M. B. DA; WINCH, J. A.; CRESTANI, M.; FERNANDES, S. B. V.; BERTO, J. L.; GAVIRAGHI, F.; MARTINS, J. A. K.; WAGNER, J. F.; VALENTINI,

A. P. F.; ZAMBONATO, F. Dessecação em pré-colheita como estratégia de manejo na redução de perdas por fatores de ambiente em canola. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 17, p. 15-24, 2011.

TOMM, G. O.; WIETHÖLTER, S.; DALMAGO, G. A.; SANTOS, H. P. DOS. **Tecnologia para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 41 p. Documentos, 113.

WANG, Y.; SUN, S.; LIU, B.; WANG, H.; DENG, J.; LIAO, Y.; WANG, Q.; CHENG, F.; WANG, X.; WU, J. A. Sequence-based genetic linkage map as a reference for *Brassica rapa* pseudochromosome assembly. **Biomed Central Genomics**, v. 12, p. 1-10, 2011.

WENNERSTEN, R. Extraction of organic compounds. In: Ydberg, J.; Musikas, C.; Choppin, G. R. **Principles and practices of solvent extraction**. New York: Marcel Dekker, 1992. Chap.9, p. 115-356.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A região Oeste do Estado do Paraná, representa nesse trabalho pelos municípios de Entre Rios do Oeste e Marechal Cândido Rondon, dispõe de condições climáticas que favorecem o cultivo de diferentes híbridos de canola e os melhores resultados são obtidos na ocasião de semeaduras antecipadas para os primeiros dias do zoneamento da cultura para o Estado, compreendidos entre os dias 01/04 e 22/04.

Considerando a região de estudo e as condições edafoclimáticas e de manejo em que o experimento foi conduzido, o híbrido de canola Hyola 433, se mostrou bastante receptivo à aplicação de potássio no florescimento, apresentando inclusive, resultados positivos em importantes variáveis fenométricas e agronômicas como a duração do florescimento e o número de siliquas por planta, respectivamente.

A dessecação da canola em pré-colheita confirmou ser uma técnica de manejo muito recomendada para uniformização da maturação das siliquas e para o adiantamento da retirada dos grãos do campo, especialmente em condições climáticas eminentes que desfavorecem a colheita como granizos, ventos fortes e longos períodos de precipitações elevadas.