

## DESEMPENHO AGRONÔMICO DA CULTURA DA CANOLA EM DIFERENTES ARRANJOS ESPACIAIS DE SEMEADURA NO CERRADO DO PLANALTO CENTRAL

ARTHUR GABRIEL CALDAS LOPES<sup>1</sup>, TIAGO PEREIRA DA SILVA CORREIA<sup>2</sup>, KAREN PEREIRA DA SILVA CARNEIRO<sup>3</sup>, ALEXANDRE PINTO FERREIRA DE ALMEIDA FARIA<sup>4</sup>, FRANCISCO FAGGION<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro ICC – Asa Norte, Cep: 70910-900, Brasília/DF, Brasil. E-mail: arthur.grb10@gmail.com

<sup>2</sup>Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro ICC – Asa Norte, Cep: 70910-900, Brasília/DF, Brasil. E-mail: tiagocorreia@unb.br

<sup>3</sup>Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro ICC – Asa Norte, Cep: 70910-900, Brasília/DF, Brasil. E-mail: karenpereira0@gmail.com

<sup>4</sup>Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro ICC – Asa Norte, Cep: 70910-900, Brasília/DF, Brasil. E-mail: alexandreagro20@gmail.com

<sup>5</sup>Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro ICC – Asa Norte, Cep: 70910-900, Brasília/DF, Brasil. E-mail: fffaggion@yahoo.com

<sup>6</sup>O presente artigo é baseado no trabalho de conclusão de curso do autor.

**RESUMO:** Embora nas regiões sul e sudeste do Brasil já existam e sejam conhecidos resultados de pesquisas com a cultura da canola, no cerrado do planalto central ainda são inexistentes. O objetivo do trabalho foi avaliar a responsividade das características agronômicas e produtividade de grãos de canola em diferentes arranjos espaciais de semeadura no cerrado do planalto central brasileiro. O experimento foi realizado na Fazenda Água Limpa, da Universidade de Brasília, em Brasília – DF. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, sendo os tratamentos formados por dois espaçamentos entre linhas (0,25 e 0,5 m) e três densidades de semeadura (25, 35 e 45 plantas por metro), com três repetições por bloco. As sementes utilizadas foram do híbrido Hyola 575CL, semeadas em Latossolo Vermelho Amarelo. Foram realizadas avaliações de altura de plantas (AP), diâmetro de haste (DH), síliquas por planta (SP), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $P \geq 0,05$ ). Os resultados indicaram maior AP para espaçamento de 0,5 m entre linhas e densidade de 45 plantas por metro. Maior DH para espaçamento de 0,5 m entre linhas e densidade de 35 plantas por metro. Maior SP ocorre com espaçamento entre linhas de 0,5 m. A produtividade de grãos é maior com densidade de 35 plantas por metro. A MMG não difere em função dos fatores estudados.

**Palavras-chave:** *Brassica napus* L., espaçamento, densidade, produtividade, síliquas.

## AGRONOMIC PERFORMANCE OF CANOLA CULTURE IN DIFFERENT SPACIAL ARRANGEMENTS OF SOWING IN CERRADO OF THE CENTRAL PLATEAU

**ABSTRACT:** Although in southern and southeastern regions of Brazil, research results with canola culture already exist and are known; in the central plateau savannah they are still nonexistent. The objective of the work was to evaluate the responsiveness of agronomic characteristics and productivity of canola grains in different sowing spatial arrangements in Cerrado of central Brazilian plateau. The experiment was carried out at Fazenda Água Limpa, at the University of Brasília, in Brasília - DF. The experimental design was in randomized blocks, with treatments formed by two spacing between lines (0.25 and 0.5 m) and three sowing densities (25, 35 and 45 plants per meter), with three replications per block. The used seeds were from the Hyola 575CL hybrid, sown in Oxisol. Plant height (AP), stem diameter (DH), silica per plant (SP), thousand grain mass (MMG) and grain yield evaluations were carried out. The data were subjected to analysis of variance and the means compared by the Tukey test ( $P \geq 0.05$ ). The results indicated a higher AP for 0.5 m spacing between lines and density of 45 plants per meter. Higher DH for 0.5 m spacing

Recebido em 02/04/2019 e aprovado para publicação em 18/05/2020

DOI: <http://dx.doi.org/10.17224/EnergAgric.2020v35n2p158-169>

between lines and density of 35 plants per meter. Higher SP occurs with 0.5 m line spacing. Grain productivity is higher with a density of 35 plants per meter. MMG does not differ due to the factors studied.

**Keywords:** *Brassica napus* L., spacing, density, productivity, silica.

## 1 INTRODUÇÃO

A canola (*Brassica napus* L.) é a terceira oleaginosa mais produzida no mundo (ESTEVEZ et al., 2014). De acordo com Kaefer et al. (2014) a cultura é uma cultivar oriunda do melhoramento genético de colza, tipicamente de inverno e desenvolvida para ter baixo teor de ácido urético e de glucosinolatos, tornando-se ideal para atender o consumo humano e animal. Tomm et al. (2007) citam que a cultura é responsável por 15% da produção de óleo vegetal comestível do mundo, embora também seja utilizada na produção de biodiesel e rações para animais.

No Brasil os cultivos se encontram principalmente na região sul, sendo 93,6% nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná (SANCHES et al., 2014). Segundo dados da CONAB (CANOLA, 2017), na safra 2017/2018 foram cultivados no Brasil aproximadamente 48,1 mil hectares com canola e produtividade média de 1264 kg ha<sup>-1</sup>.

De acordo com Melgarejo et al. (2014), o cultivo de canola no período do inverno possui grande interesse de produtores por oportunizar alternativa ao cultivo de trigo na região sul do Brasil, e outras culturas na região centro-oeste. Da mesma forma, Tomm et al. (2009a) descrevem que a canola é alternativa viável nos sistemas de rotação de culturas para produção de grãos, podendo contribuir com a redução de problemas fitossanitários de leguminosas como a soja e o feijão, e de gramíneas como o milho e trigo. Segundo o mesmo autor, a canola apresenta custo de produção menor em relação ao trigo e outras culturas de inverno, e os grãos possuem boa aceitação no mercado em decorrência da qualidade e do conteúdo de óleo, além de elevada quantidade de proteína.

Desde que bem manejada a canola se adapta as mais diversas condições edafoclimáticas, como no sul e centro-oeste do Brasil, no entanto, se desenvolvem com maior

facilidade em regiões que apresentam latitudes de 35° a 55° Sul, sob climas temperados onde as temperaturas são mais amenas (ESTEVEZ et al., 2014). Segundo Tomm et al. (2009b) a cultura é potencialmente sensível a fotoperíodo.

De acordo com Tomm (2007), avanços genéticos e tecnológicos de sistemas de produção têm trabalhado para a expansão do cultivo da canola na região centro-oeste do Brasil, nas áreas agrícolas do bioma cerrado. O autor descreve que em 2003 a cultura foi introduzida no estado de Goiás e em 2006 no Mato Grosso do Sul, em áreas de aproximadamente 200 ha em cada estado. No Mato Grosso do Sul a cultura tem se adaptado e expandido com maior facilidade, respondendo por aproximadamente 5% da área brasileira cultivada com canola. Nery-Flavia et al. (2014), descrevem que o grande interesse de expansão da cultura em segunda safra no centro-oeste é a tolerância a seca e a redução de problemas fitossanitários das sucessões contínuas entre soja, milho e feijão, e a existência de alelopatia da palhada de canola sobre plantas daninhas, porém, recomenda semear soja ou milho 20 dias após a colheita da canola.

Como cultura para adubação verde, Pavinato et al. (1994) descrevem que a canola apresenta elevados teores de nutrientes na biomassa verde, 100 kg ha<sup>-1</sup> de N; 110 kg ha<sup>-1</sup> de P; 40 kg ha<sup>-1</sup> de K; 120 kg ha<sup>-1</sup> de Ca e 12 kg ha<sup>-1</sup> de Mg. Segundo os autores o uso da planta como adubo verde de inverno possibilitou a mobilização de 31 kg ha<sup>-1</sup> de N, 14 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>205</sub> e 76 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2O</sub>, para o milho cultivado em sucessão.

De acordo com Erasmo, Pinheiro e Costa (2004), para a produção comercial de uma cultura em nova região de cultivo, o melhor desempenho da safra possivelmente ocorra por meio de mudanças nas práticas culturais, dentre elas a densidade de semeadura e o arranjo de plantas. Von Pinho et

al. (2008) esclarecem que dentre às práticas empregadas para o incremento da produtividade, o arranjo espacial com menor espaçamento entre as linhas de semeadura aumenta a equidistância entre as plantas, constituindo uma alternativa importante para melhoria de resultados. Todavia, existe um limite máximo de plantas em um determinado espaço, em função da competição fisiológica entre elas.

Dalmago et al. (2010) e Krüger et al. (2011), ressaltam que a maioria dos estudos de canola existentes trata de variedades e populações, ou de híbridos provenientes de outros países, portanto, mais pesquisas sobre arranjo especial de semeadura para o cerrado são necessárias. Segundo Krüger et al. (2011), a modificação no arranjo de plantas de canola pode ser uma alternativa para a maior produtividade de grãos e adaptação da cultura à condição de cultivo.

De acordo com Zardo e Casimiro (2016), o arranjo de plantas pode ser manipulado através de mudanças na densidade de plantas, no espaçamento entre linhas e na distribuição de plantas na linha. Conforme descrevem Correia et al. (2015), a densidade de semeadura é dada pela população de plantas desejadas por unidade de área em função do espaçamento entre linhas adotado, e que não basta haver a distribuição das sementes na linha, estas devem estar equidistantes e em profundidade correta. De acordo com Rambo et al. (2003), a melhor distribuição de plantas na área pode contribuir para o aumento da produtividade, pois permite o melhor aproveitamento da água, da luz e dos nutrientes disponíveis no solo.

Chavarria et al. (2011), comparando variações no espaçamento entre linhas e densidade de semeadura do híbrido de canola Hyola 61, descrevem que esforços em pesquisa, desenvolvimento e prática dos produtores são incipientes sobre o assunto, e que há carência de informações técnico-científicas referentes ao manejo de espaçamento e densidade adequados de

semeadura fora do sul do Brasil. Os autores verificaram um comportamento linear entre o adensamento de plantas e o índice de área foliar nos espaçamentos de 34, 51 e 68 cm com o híbrido. O índice de área foliar das plantas foi menor no espaçamento de 17 cm, com a densidade de 60 plantas  $m^{-2}$ . Para a manutenção do índice de área foliar do híbrido Hyola 61, recomendam usar espaçamento de 17 cm com a densidade 45 plantas  $m^{-2}$ .

Embora existam os interesses socioeconômicos e agrônômicos para expansão de áreas de cultivo com canola na região centro-oeste do Brasil, ainda são escassos resultados científicos da cultura no cerrado do planalto central. Para a região são inexistentes resultados sobre arranjo espacial de plantas e densidade de semeadura. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a responsividade das características agrônômicas e produtividade de grãos de canola em diferentes arranjos espaciais de semeadura no cerrado do planalto central brasileiro.

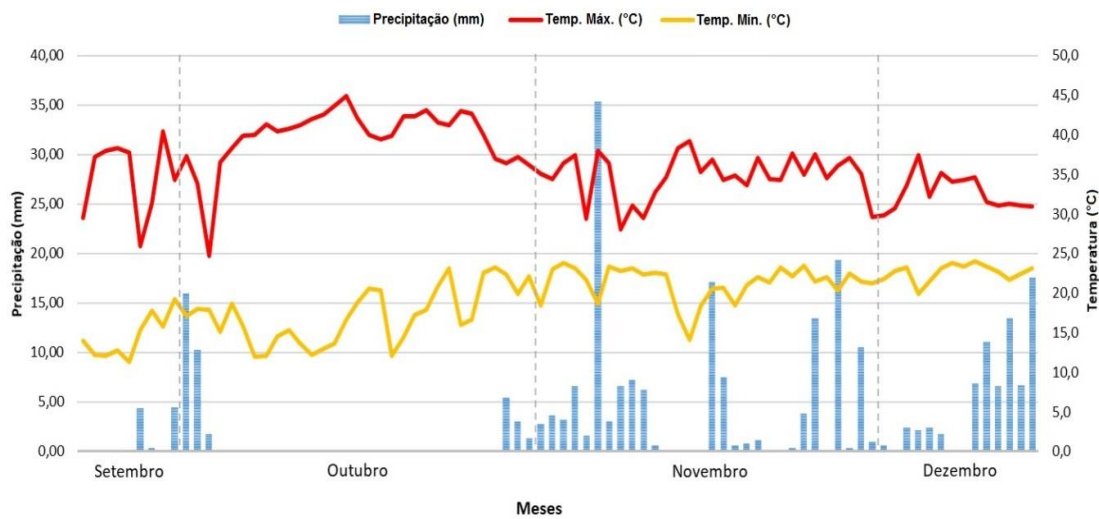
## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante a safra 2017/2018 na Fazenda Experimental Água Limpa, localizada em Brasília/DF e pertencente a Universidade de Brasília. O solo que caracteriza a região de estudo é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, textura média arenosa (RODOLFO JUNIOR et al., 2015).

Segundo a classificação climática de Köppen e Geiger, o clima da região é o Aw, caracterizado pelo clima subtropical de inverno seco, com ocorrência de chuvas no verão e seca no inverno, apresentando médias térmicas entre 18°C e 22°C, média anual de pluviosidade de 1668 mm e altitude média de 1100 m.

Os dados climatológicos referentes à temperatura e precipitação durante o ciclo da cultura em campo, de setembro a dezembro de 2017, foram obtidos da estação meteorológica da FAL, e estão apresentados na Figura 1.

**Figura 1.** Precipitação, temperaturas máximas e mínimas durante o ciclo da canola em campo.



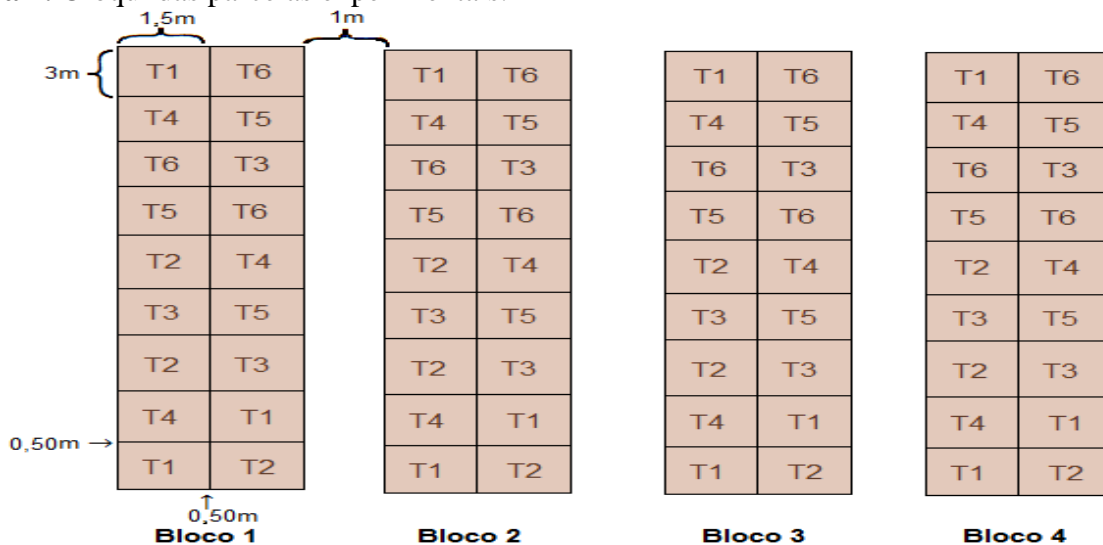
Fonte: Carneiro (2017)

Na área experimental, situada nas coordenadas geográficas 47°55'59.48"O e 15°56'59.12"S, foi realizada a semeadura e adubação de forma manual para todos os tratamentos em preparo convencional do solo utilizando o híbrido de canola Hyola 575CL. A semeadura foi realizada em 22/09/2017 e utilizou 500 kg ha<sup>-1</sup> do NPK04-30-16.

O experimento foi instalado em blocos inteiramente casualizados, sendo quatro blocos com três repetições de tratamentos por bloco (Conforme ilustra a Figura 2). Os tratamentos

foram constituídos por dois espaçamentos entre linhas de semeadura (0,25 e 0,5 m) e três densidades de semeadura (25; 35 e 45 plantas por metro linear). Para facilitar a identificação dos tratamentos foram atribuídas as seguintes legendas aos mesmos: T1 (0,25 m com 25 plantas m<sup>-1</sup>), T2 (0,25 m com 35 plantas m<sup>-1</sup>), T3 (0,25 m com 45 plantas m<sup>-1</sup>), T4 (0,50 m com 25 plantas m<sup>-1</sup>), T5 (0,50 m com 35 plantas m<sup>-1</sup>) e T6 (0,50 m com 45 plantas m<sup>-1</sup>). Cada parcela foi composta por quatro linhas de semeadura de 3 m de comprimento cada.

**Figura 2.** Croqui das parcelas experimentais.



Fonte: Carneiro (2017)

Durante o mês de outubro as parcelas foram irrigadas a cada dois dias durante 60 minutos utilizando sistema santeno, equivalendo a uma lâmina de água de 5,5 mm.

Vinte e cinco dias após a semeadura (DAS) foi realizado o desbaste do excesso de plantas nas linhas de semeadura, operação manual denominada "raleio", deixando apenas a

densidade de plantas desejada por tratamento, distribuídas de forma equidistante nas linhas para garantir iguais condições de competição. Aos 28 DAS foi realizada a adubação de cobertura com 45 kg ha<sup>-1</sup> de N.

O controle de plantas daninhas durante o desenvolvimento da cultura foi realizado com capina manual.

As variáveis avaliadas foram: altura de plantas (AP), diâmetro de haste (DH), siliquis por planta (SPP), massa de 1000 grãos (MMG) e produtividade de grãos. Todas as avaliações foram realizadas em 10 plantas das duas linhas centrais de cada parcela, totalizando 20 plantas por parcela.

AP e DH foram realizadas aos 100 DAS, sendo as medidas de AP obtidas da base até o final da haste principal de cada planta, e DH a 0,02 m a partir da base da haste de cada planta. As medidas foram realizadas respectivamente com trena e paquímetro digital, ambos com 0,001 m de precisão.

Os dados de SPP foram obtidos através de contagem manual das siliquis existentes em cada planta amostrada aos 110 DAS. As avaliações de MMG e produtividade de grãos foram realizadas aos 130 DAS, sendo realizada a debulha manual das siliquis e posterior secagem pelo método padrão da

estufa a 105 °C ± 3°C por 24 horas, para determinação do teor médio de água dos grãos na colheita, identificado em 29,5%, e correção do teor de água para 10%, que é a umidade de referência para comercialização e armazenamento a curto prazo (TOMM, 2007). Após secagem, a MMG foi determinada pela contagem manual de quatro amostras de 200 grãos por parcela, pesados em balança de precisão 0,001 kg e o valor extrapolado para mil grãos. A produtividade de grãos foi determinada pela pesagem dos grãos colhidos em toda parcela, sendo o teor de água corrigido e os valores extrapolados para kg ha<sup>-1</sup>, conforme Silva et al. (2015).

Os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância utilizando-se o programa estatístico Agroestat (BARBOSA e MALDONADO, 2010). As médias dos tratamentos foram comparadas por meio da aplicação do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de altura de plantas são apresentados na Tabela 1 e demonstram interação entre os fatores espaçamento entre linhas e densidade de semeadura.

**Tabela 1.** Análise de variância entre os fatores espaçamento entre linhas de semeadura e densidade de semeadura para a variável Altura de plantas de canola (cm).

Fator	F	GL	ANOVA		
			DMS	DMS coluna	DMS linha
Espaç. entre linhas (EEL)	12,33**	1	1,445	-	-
Densidade de sem. (DS)	34,87**	2	2,151	-	-
EEL x DS	25,53**	2	-	2,504	3,042
Espaç. entre linhas (m)	Densidade de semeadura (plantas m <sup>-1</sup> )				
	25	35	45	CV (%)	
0,25	130,42 aA	125,87 bB	130,50 bA	1,29	
0,50	126,15 bC	130,00 aB	137,90 aA		

Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si segundo o Teste de Tukey (p p≥0,05). \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro. <sup>NS</sup>não significativo. F: teste F; GL: Grau de liberdade; DMS: Diferença mínima significativa; CV: coeficiente de variação.

Fonte: Carneiro (2017)

Comparando os resultados de altura de plantas em função do fator espaçamento entre linhas, foram identificadas diferenças para todas as densidades de semeadura utilizadas. Na densidade de 25 plantas m<sup>-1</sup> a altura de

plantas foi maior no espaçamento entre linhas de 0,25 m, sendo de 130,42 cm, 3,2% maior que as plantas no espaçamento entre linhas de 0,5 m. Nas densidades de 35 e 45 plantas m<sup>-1</sup> as plantas foram maiores no espaçamento entre

linhas de 0,5 m, obtendo médias de 130 e 137,9 cm respectivamente, sendo 3,1 e 5,3% maiores que as encontradas no espaçamento entre linhas de 0,25 m. O resultado pode ser compreendido conforme Von Pinho et al. (2008) e Chavarria et al. (2011), que esclarecem o desenvolvimento pela intensidade e duração da atividade

Comparando os resultados de altura de plantas em função do fator densidade de semeadura, foram verificadas diferenças tanto no espaçamento entre linha de 0,25 como no de 0,5 m. No espaçamento entre linhas de 0,25 m a densidade de 35 plantas  $m^{-1}$  proporcionou plantas menores de canola, média de 125,87 cm, altura 3,5% menor que as obtidas nas densidades de 25 e 45 plantas  $m^{-1}$  respectivamente. No espaçamento entre linhas de 0,5 m a menor altura de plantas foi obtida com densidade de 25 plantas  $m^{-1}$  e a maior com densidade de 45 plantas  $m^{-1}$ . Com 25 plantas  $m^{-1}$  a altura média das plantas foi de 126,15 cm, sendo 2,9 e 8,5% menor que as plantas das densidades de 35 e 45 plantas  $m^{-1}$  respectivamente.

Os resultados corroboram com Tom (2007), que cita altura média de plantas de canola entre 80 e 160 cm para a maioria dos híbridos cultivados no Brasil. Segundo Argenta, Silva e Sangoi (2001) a altura de plantas é um componente importante de

fotossintética, possível pelo maior aproveitamento da luminosidade quando menor a competição entre plantas por maior espaçamento entre elas. De acordo com os autores espaçamentos reduzidos entre plantas elevam a competição por luz, retarda e prejudica o desenvolvimento das plantas.

produtividade, podendo influir diretamente a interceptação de radiação solar e atividades morfológicas. Hoerberichs e Woltering (2003) e Gan et al. (2004), esclarecem que o estresse morfológico das plantas em competição por luz, água e nutrientes limitam o desempenho da cultura, rendimento e produtividade de grãos. Neste sentido, Ströher et al. (2018) destacam a importância da adequação da densidade de semeadura e arranjo espacial de plantas.

Visando adequação ao discutido as combinações entre espaçamento entre linhas de 0,25 m e densidade de semeadura de 35 plantas  $m^{-1}$ , e espaçamento entre linhas de 0,5 m e densidade de semeadura de 25 plantas  $m^{-1}$  não demonstram serem as melhores alternativas de semeadura.

Os resultados de diâmetro de haste são apresentados na Tabela 2 e indicam interação entre os fatores espaçamento entre linhas e densidade de semeadura.

**Tabela 2.** Análise de variância entre os fatores espaçamento entre linhas de semeadura e densidade de semeadura para a variável diâmetro de haste (mm) de plantas de canola.

Fator	ANOVA				
	F	GL	DMS	DMS coluna	DMS linha
Espaç. entre linhas (EEL)	7,6*	1	0,518	-	-
Densidade de sem. (DS)	2,2 <sup>NS</sup>	2	0,771	-	-
EEL x DS	6,89**	2	-	0,897	1,090
Espaç. entre linhas (m)	Densidade de semeadura (plantas $m^{-1}$ )				CV (%)
	25	35	45		
0,25	11,19 aAB	10,53 bB	12,25 aA		5,17
0,50	11,89 aA	12,32 aA	11,80 aA		

Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si segundo o Teste de Tukey ( $p \geq 0,05$ ). \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro. <sup>NS</sup>não significativo. F: teste F; GL: Grau de liberdade; DMS: Diferença mínima significativa; CV: coeficiente de variação.

Fonte: Carneiro (2017)

Comparando os espaçamentos entre linhas para a variável diâmetro de haste nas três densidades de semeadura estudadas, foi

obtida diferença somente na densidade de 35 plantas  $m^{-1}$ . Nessa densidade de semeadura o diâmetro de haste foi maior para o

espaçamento entre linhas de 0,5 m, sendo de 12,32 mm, medida 14,5% maior que a obtida no espaçamento entre linhas de 0,25 m. Nas densidades de 25 e 45 plantas m<sup>-1</sup> não foram verificadas diferenças entre os espaçamentos entre linhas estudados.

Para somente espaçamento entre linhas de 0,25 m o espaçamento entre linhas foi maior na densidade de 45 plantas m<sup>-1</sup>, sendo de 12,5 mm. Na densidade de 35 plantas m<sup>-1</sup> o diâmetro de haste foi 14% menor e em relação a 25 plantas m<sup>-1</sup> não diferiu. Para o espaçamento entre linhas de 0,5 m o diâmetro de haste não diferiu em entre as densidades de sementeira, apresentando média de 12 mm.

Os resultados corroboram com Bilibio (2010), que verificaram o diâmetro médio de haste de canola entre 11,93 e 15,45 mm, variando em função da disponibilidade hídrica.

De acordo com Tironi et al. (2015) maior diâmetro das hastes influencia diretamente na altura e sustentação ereta das plantas, interferindo nos processos de competição por luz e conseqüentemente produtividade de grãos. Além disso, cabe salientar que maior diâmetro de haste assegura resistência a tombamento e acamamento por ventos e chuvas. Em atenção ao discutido a sementeira de canola combinando espaçamento entre linhas de 0,25 m e densidade de sementeira de 35 plantas m<sup>-1</sup>, não demonstra ser melhor alternativa de sementeira visando hastes mais robustas em diâmetro.

Os resultados de síliquas por plantas e massa de mil grãos são apresentados na Tabela 3 e 4 respectivamente, e não apresentaram interação entre os fatores densidade de sementeira e espaçamento entre linhas.

**Tabela 3.** Análise de variância entre os fatores espaçamento entre linhas e densidade de sementeira para as variáveis síliquas por plantas.

Fator	ANOVA				
	F	GL	DMS	DMS coluna	DMS linha
Espaç. entre linhas (EEL)	240,45**	1	5,363	-	-
Densidade de sem. (DS)	4,16 <sup>NS</sup>	2	8,000	-	-
EEL x DS	3,14 <sup>NS</sup>	2	-	9,289	11,284
Espaç. entre linhas (m)	Síliquas por planta				CV (%)
	25	35	45		
0,25	267 bA	264 bA	260 bA		2,22
0,50	300 aA	302 aA	300 aA		

Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si segundo o Teste de Tukey ( $p \geq 0,05$ ). \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro. <sup>NS</sup> não significativo. F: teste F; GL: Grau de liberdade; DMS: Diferença mínima significativa; CV: coeficiente de variação.

Fonte: Carneiro (2017)

**Tabela 4.** Análise de variância entre os fatores espaçamento entre linhas e densidade de semeadura para as variáveis massa de mil grãos.

Fator	ANOVA				
	F	GL	DMS	DMS coluna	DMS linha
Espaço. entre linhas (EEL)	0,12 <sup>NS</sup>	1	0,203	-	-
Densidade de sem. (DS)	0,96 <sup>NS</sup>	2	0,302	-	-
EEL x DS	0,18 <sup>NS</sup>	2	-	0,352	0,427
Espaç. entre linhas (m)	Massa de mil grãos (g)				CV (%)
	25	35	45		
0,25	3,33 aA	3,30 aA	3,49 aA		7,05
0,50	3,26 aA	3,35 aA	3,41 aA		

Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si segundo o Teste de Tukey ( $p \geq 0,05$ ). \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro. <sup>NS</sup>não significativo. F: teste F; GL: Grau de liberdade; DMS: Diferença mínima significativa; CV: coeficiente de variação.

Fonte: Carneiro (2017)

A variável siliquas por planta diferiu em função do fator espaçamento entre linhas e não diferiu em função da densidade de semeadura. O maior número de siliquas foi verificado no espaçamento de 0,5 m, sendo obtida média de 300 siliquas na densidade de 25 e 45 plantas  $m^{-1}$ , e 302 siliquas na densidade de 35 plantas  $m^{-1}$ . Estas quantidades são aproximadamente 13% maiores que a encontrada no espaçamento entre linhas de 0,25 m.

O resultado condiz com o encontrado por Krüger et al. (2011), que ao avaliarem os espaçamentos entre linhas de 0,2; 0,4 e 0,6 m na expressão dos componentes de produtividade de canola no município de Augusto Pestana/RS, identificaram maior número de siliquas, 331 por planta, no maior espaçamento, seguido de 237,4 no espaçamento de 0,4 m. Bandeira, Chavarria e Tomm (2013), no município de Passo Fundo/RS, avaliaram o número de siliquas por plantas em função dos espaçamentos entre linhas de 0,17 m, 0,34 m, 0,51 m e 0,68 m, e identificaram que o número de siliquas por planta aumentou linearmente à medida que aumentou o espaçamento entre linhas. O número de siliquas por planta obtido no espaçamento de 0,17 m, foi de 271,62, e no de 0,68 m foi de 339,75. Entre o menor e o maior espaçamento entre linhas, houve acréscimo de 25,08% do número de siliquas por planta. A cada aumento de um centímetro no

espaçamento entre linhas, ocorreu acréscimo de 1,54 siliquas por planta.

Segundo Krüger et al. (2011) os resultados podem ser explicados possivelmente devido a modificação no arranjo de plantas via espaçamento entre linhas reduzir a densidade de plantas por unidade de área, ocasionando competição intraespecífica e consequentemente desencadeando maior área foliar, produção de ramos e siliquas por plantas. Tomm (2007) reforça que a canola tem grande capacidade de compensação e cita bom desempenho em espaçamento de até 0,45 m.

Os fatores espaçamento entre linhas e densidade de semeadura não diferiram da variável massa de mil grãos. Os resultados corroboram com Krüger et al. (2011), que não encontraram diferenças na massa de mil grãos de canola semeada em espaçamentos entre linhas de 0,2; 0,4 e 0,6 m e densidades equivalentes a até 50 plantas  $m^{-1}$ . As médias encontradas pelos autores foram de 3,7; 3,54 e 3,73 g para os espaçamentos entre linhas de 0,2; 0,4 e 0,6 m respectivamente.

Os resultados de produtividade de grãos de canola são apresentados na Tabela 5. O fator espaçamento entre linhas não diferiu da produtividade de grãos somente na densidade de semeadura de 35 plantas  $m^{-1}$ , nas densidades de 25 e 45 plantas  $m^{-1}$  as produtividades diferiram.

Na densidade de 25 plantas  $m^{-1}$  a maior produtividade de grãos foi obtida no



espaçamento entre linhas de 0,25 m, sendo de 1442,01 kg ha<sup>-1</sup>, diferença de 14,2% em relação a obtida no espaçamento de 0,5 m entre linhas. Na densidade de 45 plantas m<sup>-1</sup> a maior produtividade foi obtida no espaçamento entre linhas de 0,5 m, 1417,16 kg ha<sup>-1</sup>, sendo 7,1% maior que a verificada no espaçamento de 0,25 m.

Comparando as produtividades de grãos em função do fator densidade de

semeadura, no espaçamento entre linhas de 0,25 m a menor produtividade foi obtida da densidade de 45 plantas m<sup>-1</sup>, 1315,31 kg ha<sup>-1</sup>, sendo 8,7 e 12,7% menor que as obtidas nas densidades de 25 e 35 plantas m<sup>-1</sup>. Entre as densidades de 25 e 35 plantas m<sup>-1</sup> a produtividade de grãos não diferiu, sendo a média entre elas de 1474,51 kg ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 5.** Análise de variância entre os fatores espaçamento entre linhas de semeadura e densidade de semeadura para a variável produtividade de grãos de canola (kg ha<sup>-1</sup>).

Fator	ANOVA				
	F	GL	DMS	DMS coluna	DMS linha
Espaç. entre linhas (EEL)	6,16*	1	40,891	-	-
Densidade de sem. (DS)	14,44**	2	60,837	-	-
EEL x DS	17,64**	2	-	70,825	86,037
Espaç. entre linhas (m)	Densidade de semeadura (plantas m <sup>-1</sup> )				CV (%)
	25	35	45		
0,25	1442,01 aA	1507,01 aA	1315,31 bB		3,41
0,50	1262,58 bB	1439,65 aA	1417,16 aA		

Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si segundo o Teste de Tukey ( $p \geq 0,05$ ). \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro. NS não significativo. F: teste F; GL: Grau de liberdade; DMS: Diferença mínima significativa; CV: coeficiente de variação.

Fonte: Carneiro (2017)

No espaçamento entre linhas de 0,5 m o resultado de menor produtividade de grãos, 1262,58 kg ha<sup>-1</sup>, foi obtido na densidade de 25 plantas m<sup>-1</sup>, sendo 12,2 e 10,9% menor que as obtidas nas densidades de 35 e 45 plantas m<sup>-1</sup>. As densidades de 35 e 45 plantas m<sup>-1</sup> não diferiram da produtividade de grãos, sendo a média entre elas de 1428,4 kg ha<sup>-1</sup>.

Os resultados de produtividade divergem aos encontrados por Krüger et al. (2014). Comparando espaçamentos entre linhas de 0,2; 0,4 e 0,6 m no cultivo de canola no estado do Rio Grande do Sul, os autores encontraram menor produtividade no espaçamento de 0,6 m, 834 kg ha<sup>-1</sup>, e não encontraram diferenças de produtividade entre 0,2 e 0,4 m, sendo de 958,5 kg ha<sup>-1</sup> a média entre elas. Possivelmente as diferenças de médias de produtividade entre os trabalhos ocorrem devido a utilização de híbridos diferentes, realização de irrigação e adubação de cobertura com N. De acordo com Conceição et al. (2016) a cultura responde com

aumento de produtividade de grãos e matéria seca a disponibilidade de água por irrigação. Os resultados de produtividade se assemelham aos encontrados por Sanches et al. (2014), que em cultivos irrigados de canola Hyola 61 encontraram produtividades superiores a 1354,5 kg ha<sup>-1</sup>. Pull e Rasche-Alvarez (2015), ao utilizarem 15 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura e 46 kg ha<sup>-1</sup> na cobertura aos 35 dias após a semeadura, encontraram produtividade de 1478 kg ha<sup>-1</sup>.

#### 4 CONCLUSÕES

Os resultados encontrados foram satisfatórios comparados à literatura e favoráveis para a região do trabalho.

O espaçamento de 0,5 m com 45 plantas por metro possibilita plantas mais altas, e com 35 plantas por metro plantas com maior diâmetro de haste.

Maior número de síliquas é possível com espaçamento 0,5 m entre linhas.

Maior produtividade de grãos é possível com densidade de 35 plantas por metro. Massa de mil grãos não difere por espaçamento entre linhas e densidade de semeadura.

## 5 AGRADECIMENTOS

A Embrapa Trigo e Celena alimentos pela contribuição com sementes e apoio técnico ao projeto.

## 6 REFERÊNCIAS

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 6, p. 1075-1084, 2001.

BANDEIRA, T. P.; CHAVARRIA, G.; TOMM, G. O. Desempenho agrônomo de canola em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades de plantas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 10, p. 1332-1341, 2013.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JUNIOR, W. AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônomo. Versão 1.1. Jaboticabal: Departamento de Ciências Exatas, 2010.

BILIBIO, C. **Manejo da irrigação na cultura da canola (*Brassica napus*)**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola/Engenharia de Água e Solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

CANOLA. **Acompanhamento da Safra Brasileira: grãos**, Brasília, DF, v. 4, n. 7, p. 1-144, 2017. Safra 2016/17, Oitavo levantamento. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/gaos/boletim-da-safra-de-gaos?start=30>>. Acesso em: 20 de Mai/2017.

CHAVARRIA, G.; TOMM, G. O.; MULLER, A.; MENDONÇA, H. F.; MELLO, N.; BETTO, M. S. Índice de área foliar em canola cultivada sob variações de espaçamento e de densidade de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 12, p. 2084-2089, 2011.

CONCEIÇÃO, C. G.; SOARES, F. C.; PARIZI, A. R. C.; RODRIGUES, S. A.; PEITER, M. X.; ROBAIANA, A. D.; GIRARDI, L. B.; BEN, L. H. Análise dos componentes do rendimento da canola irrigada na região Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 10, n. 1, p. 40-45, 2016.

CORREIA, T. P. S.; PALUDO, V.; SOUZA, S. F. G.; BAILO, T. P.; SILVA, P. R. A. **Distribuição de sementes de soja com tecnologia Rampflow no disco horizontal**, Botucatu: Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo, 2015.

DALMAGO, G. A.; CUNHA, G. R. D.; 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.

ERASMO, E. A. L.; PINHEIRO, L. L. A.; COSTA, N. V. Phyto-sociological survey of weed communities in flooded rice areas cultivated under different management systems. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 2 p. 195-201, 2004.

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

GAN, Y.; ANGADI, S. V.; CUTFORTH, H.; POTTS, D.; ANGADI, V. V.; MCDONALD, C. L. Canola and mustard response to short periods of temperature and water stress at different developmental stages. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 84, n. 3, p. 697-704, 2004.

HOEBERICHTS, F. A.; WOLTERING, E. J.; Multiple mediators of plant programmed cell death: interplay of conserved cell death mechanisms and plant-specific regulators. **Bioessays**, v. 25, n. 1, p. 47-57, 2003.

KAEFER, J. E.; GUIMARÃES, V. F.; 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, n. 4, p. 273-280, 2014.

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.11, p.1448- 1453, 2011.

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

NERY-FLAVIA, F. A.; BERTAN, F. O.; SOUZA, G. M.; FERNANDES, S. N. **Diagnóstico da Cultura da Canola na Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba do estado de Minas Gerais**. In: 1º SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CANOLA. Passo Fundo, p. 1-6, 2014.

PAVINATO, A.; AITA, C.; CERETTA, C. A.; BEVILAQUA, G. A. P. Resíduos culturais de espécies de inverno e o rendimento de grãos de milho no sistema de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 9, p. 1427-1432, 1994.

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.

RAMBO, L.; COSTA, J. A.; PIRES, L. F.; PARCIANELLO, G.; FERREIRA, F. G. Rendimento dos grãos de soja em função do arranjo de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n. 3, p.405-411, 2003.

RODOLFO JUNIOR, F.; ARAÚJO, L. G.; SOUZA, R. Q.; BATISTA, F. P. S.; OLIVEIRA, D. N. S.; LACERDA, M. P. C.; Relações solo-paisagem em topossequências na fazenda Água Limpa, Distrito Federal. **Nativa**, Sinop, v. 3, n. 1, p. 27-35, 2015.

SANCHES, A. C.; GOMES, E. P.; RAMOS, W. B.; MAUAD, M.; SANTOS, S.; BISCARO, G. A. Produtividade da canola sob irrigação e doses de adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 7, p. 688-693, 2014.

SILVA, P. R. A.; TAVARES, L. A. F.; SOUSA, S. F. G.; CORREIA, T. P. S.; RIQUETTI, N. B. Rentabilidade na semeadura cruzada da cultura da soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.19, n.3, p. 293-297, 2015.

STRÖHER, S. M.; RIBEIRO, R. D. J.; GARCIA, R.; CERNY, B. L. M.; LEAL, L. D. N. Desempenho da canola (*Brassica napus* L.) submetida a diferentes testes de polinização-

Performance of canola (*Brassica napus* L.) submitted to different pollination tests. **Revista Eletrônica da Veterinária**, Málaga, v. 19, n. 5, p. 1-11, 2018.

TIRONI, L. F.; UHLMANN, L. O.; STRECK, N. A., SAMBORANHA, F. K.; FREITAS, C. P. O.; SILVA, M. R. Desempenho de cultivares de mandioca em ambiente subtropical. **Bragantia**, Campinas, v. 74, n. 1, v. 74, n. 1, p. 58-66, 2015.

TOMM, G. O. **Indicativos tecnológicos para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 32p. (Embrapa Trigo. Sistema de produção, 4)

TOMM, G. O.; FERREIRA, P. E. P.; AGUIAR, J. L. P.; CASTRO, A. M. G.; LIMA, S. M. V.; MORI, C. **Panorama atual e indicações para aumento de eficiência da produção de canola no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009a. 34 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 118).

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, 2009b. 41p. (Embrapa Trigo. Documentos, 92).

VON PINHO, R. G.; GROSS, M. R.; STEOLA, A. G.; MENDES, M. C. Adubação nitrogenada, densidade e espaçamento de híbridos de milho em sistema plantio direto na região sudeste do Tocantins. **Bragantia**, v. 67, n. 3, p. 733-739, 2008.

ZARDO, L.; CASIMIRO, E. L. N. Plantabilidade de diferentes tecnologias de disco para semeadura sob duas velocidades. **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, edição especial, p. 92-101, 2016.