

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**EFEITO DO ESPAÇAMENTO E DA POPULAÇÃO DE
PLANTAS NO DESENVOLVIMENTO DA CANOLA E
EM ATRIBUTOS FÍSICOS DE UM LATOSSOLO.**

WALQUÍRIA BIGATÃO RAMOS

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2013**

**EFEITO DO ESPAÇAMENTO E DA POPULAÇÃO DE PLANTAS
NO DESENVOLVIMENTO DA CANOLA E EM ATRIBUTOS
FÍSICOS DE UM LATOSSOLO.**

WALQUÍRIA BIGATÃO RAMOS
Engenheira agrônoma

Orientador: PROF. DR. EDGARD JARDIM ROSA JUNIOR
Co-Orientador: PROF. DR. Munir Mauad

Dissertação apresentada à
Universidade Federal da Grande
Dourados, como parte das exigências
do Programa de Pós- Graduação em
Agronomia - Produção Vegetal, para
obtenção do título de Mestre.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da UFGD, Dourados, MS, Brasil

R175e Ramos, Walquíria Bigatão.
Efeito do espaçamento e da população de plantas no desenvolvimento da canola e em atributos físicos de um latossolo / Walquíria Bigatão Ramos – Dourados-MS : UFGD, 2013.
34 f.

Orientador: Prof. Dr. Edgard Jardim Rosa Junior.
Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Canola (planta). 2. Planta oleaginosa. I. Rosa Junior, Edgard Jardim. II. Título.

CDD: 633

**EFEITO DO ESPAÇAMENTO E DA POPULAÇÃO DE PLANTAS
NO DESENVOLVIMENTO DA CANOLA E EM ATRIBUTOS
FÍSICOS DE UM LATOSSOLO.**

por

Walquíria Bigatão Ramos

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de MESTRE EM AGRONOMIA.

Aprovada em: 30/08/2013

Prof. Dr. Edgard Jardim Rosa Junior
Orientador – UFGD/FCA

Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza

Prof. Dr. Fábio Régis de Souza
UNIGRAN

**Ao meu marido Airson Batista.
Aos nossos filhos Rebeca, Otávio e Luísa.**

DEDICO

Aos meus pais Luis Vieira Ramos e Elsa Maria Bigatão Ramos.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, meu Senhor, pela minha vida, por ter me proporcionado saúde, coragem e tantas realizações nestes dois anos de mestrado. Obrigada Senhor Deus!

Ao meu marido pelo apoio, companheirismo e incentivo.

À minha filha Rebeca que mesmo tão pequena soube compreender minhas ausências e me proporcionou momentos de alegrias e esperança para realizar esta meta em minha vida.

Aos meus pais Luis e Elsa por todo apoio, dedicação, amor e carinho neste período, especialmente, todo cuidado despendido à neta.

Ao Prof. Dr. Edgard Jardim Rosa Junior pela orientação e sugestões.

Ao Prof. Dr. Munir Mauad pela co-orientação e conhecimentos transmitidos.

À Prof^a. Dra. Yara Jardim Rosa Brito pela ajuda nas análises estatísticas.

Ao Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza que desde a época da graduação e tutor do PET foi meu grande incentivador e entusiasta.

À Universidade Federal da Grande Dourados e ao Programa de Pós-Graduação pela oportunidade concedida e a CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos membros da banca, pelas correções e sugestões.

Aos funcionários da UFGD Jesus Felizardo de Souza, Milton Bernardo de Lima e João Augusto Machado da Silva por toda ajuda na instalação do experimento no campo e nas análises laboratoriais.

Às amigas Mônica Franco Nunes, Jerusa Rech, Mirianny Elena de Freitas, Simone Bottega, Danielly Pieretti e Camila Rosa Soares pelos momentos de estudo, de descontração, oração, de ajuda mútua e companhia.

E por fim, a todos aqueles que de alguma maneira contribuíram para que este trabalho fosse concluído.

SUMÁRIO

PÁGINA

RESUMO.	i
ABSTRACT.	ii
1. INTRODUÇÃO.	9
2. MATERIAIS E MÉTODOS.	13
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.	18
3.1 Desempenho agronômico da planta.	18
3.2 Atributos físicos do solo.	25
4. CONCLUSÃO.	29
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	30

RESUMO

Ramos, Walquíria Bigatão. Universidade Federal da Grande Dourados, 2013. **Efeito do espaçamento e da população de plantas no desenvolvimento da canola e em atributos físicos de um latossolo.** Orientador: Edgard Jardim Rosa Junior. Co-Orientador: Munir Mauad.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de espaçamentos e populações de plantas no desenvolvimento da canola assim como as alterações em alguns atributos físicos do solo. Esta pesquisa foi desenvolvida na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias/UFGD, em Dourados-MS, localizada nas coordenadas geográficas 22°12'S latitude 54°56'W Grw e altitude média de 452 m. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 3, sendo três espaçamentos entre linhas (0,20, 0,40 e 0,60 m); e 3 populações de plantas (40; 80 e 120 plantas por m²), com 4 repetições, totalizando 36 unidades experimentais. A semeadura da canola foi realizada nas safras 2010/2011 e 2011/2012, sendo utilizado o híbrido Hyola 61. As características agronômicas avaliadas foram altura de plantas, número de ramos por planta, número de síliquas por planta, massa seca da parte aérea, comprimento de raízes, produtividade, massa de mil grãos e teor de óleo. As variáveis de solo analisadas foram densidade do solo, densidade de partículas e porosidade total. Os fatores espaçamento e população de plantas influenciaram a altura de planta, número de ramos por planta e a produtividade. O comprimento de raiz e massa de mil grãos foram influenciados apenas pelo espaçamento entre linhas de semeadura e a massa seca da parte aérea apenas pela população de plantas. Os diferentes espaçamentos e populações de plantas não interferiram no número de síliquas por planta e no teor de óleo nos grãos. Apenas o fator população de plantas influenciou os atributos densidade do solo e porosidade total. Os valores de densidade do solo, independente da profundidade, foram menores quando a população de plantas de canola utilizada foi de 120 plantas por m².

Palavras-chave: *Brassica napus*; manejo cultural; arranjo populacional; agregação.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of row spacing and plant populations in the development of canola as well as changes in some soil physical properties. This research was conducted at the Experimental Farm of Agricultural Sciences / UFGD in Dourados, MS, located in the geographic coordinates latitude 22^o12'S 54^o56'W GRW, with an average altitude of 452 m. The experimental design was a randomized block in factorial 3 x 3, three row spacings (0.20, 0.40 and 0.60 m) and three plant populations (40, 80 and 120 plants per m²) with 4 replications, totaling 36 experimental units. The sowing of canola crops was conducted in 2010/2011 and 2011/2012, by using the hybrid Hyola 61. The agronomic traits analyzed were plant height, number of branches per plant, number of pods per plant, shoot dry mass, root length, yield, thousand grain weight and oil content. The soil variables analyzed were soil bulk density, particle density and porosity. Factors spacing and plant populations influenced the plant height, number of branches per plant, number of seeds per pod and productivity. The root length and thousand grain weight were affected only by row spacing sowing and dry mass of shoots only by plant populations. The different spacing and plant populations did not affect the number of pods per plant and oil content in grain. Only plant population factor influenced the attributes density and soil porosity. The bulk density of the soil, regardless of depth, was lower when the plant population used was 120 canola plants per m².

Keywords: Brassica napus; cultural management; arrangement population; aggregation.

1. INTRODUÇÃO

A canola (*Brassica napus L.*) é uma oleaginosa desenvolvida a partir do melhoramento genético da colza. Pertence à família das *brassicaceae* e ao gênero *Brassica* e vem tendo sua área de produção ampliada pelo interesse na produção de óleo de alta qualidade (TOMM et al., 2004).

Os grãos de canola produzidos no Brasil apresentam em torno de 40% de óleo, sendo utilizado para várias finalidades, tais como na indústria alimentícia, cosmética, farmacêutica, ração animal, entre outras. O principal uso está na alimentação humana onde o consumo de óleo de canola tem sido indicado por médicos e nutricionistas para atender pessoas interessadas em dietas saudáveis por possuir a melhor composição de ácidos graxos (PERBONI, 2011).

Os cultivos brasileiros de canola concentram-se, principalmente, no Rio Grande do Sul e Paraná, mas também com algumas áreas nos Estados de Mato Grosso do Sul e Santa Catarina. A área estimada com a canola no Brasil na safra 2012/13 é de aproximadamente 43,8 mil hectares, com um aumento de 3,3% em relação à safra 2011/2012. A estimativa da produção é de 60,5 mil toneladas, com produtividade média de 1.381 kg ha⁻¹ (CONAB, 2013).

O cultivo de canola no Centro-Oeste brasileiro se adequa perfeitamente no sistema de produção de grãos, como opção de cultura de inverno, constituindo uma alternativa de renda e rotação de culturas, podendo tornar o Brasil um grande produtor para atender a crescente demanda mundial de óleos vegetais (TOMM, 2006).

A expansão do cultivo de canola tende a ser estimulada pelos benefícios indiretos advindos da cultura, como a redução de inoculo de doenças causadas por fungos necrotróficos como a mancha de diplodia (*Stenocarpella macrospora*) e a cercosporiose (*Cercospora zea-maydis*) na cultura do milho, assim como pelo fato da canola não ser hospedeira do nematóide do cisto da soja (*Heterodera glycines*), contribuindo para a redução das populações de pragas e doenças, e consequente diminuição da aplicação de fungicidas e inseticidas (TOMM, 2006).

Outro aspecto favorável é a precocidade que a cultura oferece, assim como a estabilidade no rendimento, tolerância a geadas e estresses hídricos, suportando períodos mais longos de estiagem (ZIMMERMANN, 2005). Geadas de intensidade leve e moderada, com duração de dois ou três dias consecutivos, não

causam danos significativos às plantas de canola aclimatadas ao frio, em estádios iniciais do ciclo de desenvolvimento (DAMALGO et al., 2010).

Em Mato Grosso do Sul a cultura da canola é uma opção ao agricultor em anos em que não é possível realizar o plantio do milho safrinha na época recomendada pelo zoneamento agrícola, pois o milho safrinha tem sua produtividade afetada pelo regime de chuvas e pelas limitações da radiação solar e temperatura. Já a cultura da canola é tolerante a estas variações climáticas.

Um dos aspectos importantes do manejo e produção da cultura que muitas vezes limitam a produtividade é o espaçamento inadequado para cultura à campo. A produtividade de grãos ocorre em função da interação entre fatores genéticos e ambientais, incluindo o tipo de solo, época e método de semeadura, densidade de sementes, fertilizantes e irrigação. Entre esses fatores o espaçamento para a cultura da canola desempenha papel vital na obtenção de maior rendimento (HUSSAIN et al., 2003).

A tecnologia de semeadura para a cultura da canola de acordo com Tomm (2007) recomenda empregar o menor espaçamento entre linhas que a semeadora disponível permitir, sendo favorável a utilização de espaçamento de até 45 cm. Segundo o mesmo autor, a semeadora deve ser regulada para distribuir uniformemente 40 plantas aptas por m². Populações excessivas geram plantas com caules finos e suscetíveis ao acamamento e reduzem o rendimento de grãos (TOMM, 2007).

A redução do espaçamento entre as linhas propicia distribuição mais uniforme entre as plantas por área de cultivo, aumentando a eficiência na interceptação de radiação fotossinteticamente ativa, reduzindo a competição pelos recursos do ambiente, além de favorecer maior velocidade de sombreamento do solo, fazendo com que ocorra menor perda de água por evaporação e limitando o desenvolvimento de plantas daninhas (VON PINHO et al., 2008; KAPPES, 2010).

Assim como o espaçamento entre linhas, a densidade de plantio é considerada um fator importante para adequação da população de plantas. O estabelecimento de uma população de canola adequada é fundamental para alcançar alta produtividade de grãos (SHAHIN e VALIOLLAH, 2009).

A densidade de plantas é uma das formas mais fáceis e eficientes de aumentar a interceptação da radiação solar incidente nas plantas (DEMÉTRIO et al., 2008). Uma densidade inadequada pode comprometer o desempenho da área em

cultivo através da competição interespecífica com plantas invasoras, no caso de baixas densidades ou, ainda, pela elevada competição intraespecífica, no caso de alta densidade de semeadura (ZANIN, 2007).

A densidade de plantas tem o maior efeito sobre os componentes de produção de sementes de plantas individuais de canola (DIEPENBROCK, 2000; LEACH et al., 1999). O uso de baixas densidades de semeadura diminui a eficiência de interceptação da radiação solar por área, aumentando a produção de grãos por planta, mas ocasionando redução da produtividade por área. Por outro lado, altas populações incrementam a competição intraespecífica por fotoassimilados, principalmente no estágio de florescimento da cultura (STACCIARINI et al., 2010).

O arranjo de plantas das culturas também pode desempenhar importante função na recuperação ou manutenção das qualidades físicas do solo, por promoverem proteção sobre as variações de temperatura, particularmente próximo da superfície, podendo alterar o ambiente para o desenvolvimento da sua flora e fauna, sendo importante para o aumento da porosidade do solo, além de incorporarem grande quantidade de matéria orgânica, contribuindo através da biomassa produzida, para o sequestro e fixação de carbono no solo (SANCHES, 2012).

Para Perusi e Carvalho (2007), as culturas quando adequadamente manejadas, especialmente em sistemas de rotação, são agentes importantes na agregação do solo, que por sua vez melhora a porosidade do solo.

O desenvolvimento das raízes de canola contribui para consolidação de macroporos que aumentam a aeração e infiltração de água e desenvolvimento de raízes de cultivos subsequentes (TOMM et al., 2009).

A planta de canola possui um caule ereto e raiz pivotante, com grande número de raízes secundárias fasciculadas, que favorecem a descompactação natural das áreas em que é cultivada, por se aprofundar mesmo em solos compactados (TOMM et al., 2009). A raiz pivotante da canola permite explorar uma área maior do solo, por atingir camadas mais profundas do solo, e assim ter melhor aproveitamento da água, bem como a reciclagem de nutrientes que estão abaixo da profundidade explorada por outros cultivos agrícolas (TOMM et al., 2009; SILVA et al., 2011).

O conhecimento e o entendimento dos efeitos de determinadas plantas numa possível melhoria das condições físicas do solo, como porosidade, densidade e resistência à penetração, é de grande importância na busca da manutenção da estrutura e física do solo de áreas agrícolas.

Desta maneira, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de espaçamentos e populações de plantas no desenvolvimento da canola assim como as alterações em alguns atributos físicos do solo.

2. Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, em Dourados, localizada nas coordenadas geográficas 22°12'S latitude 54°56'W, com altitude média de 452 m. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 2006). Os resultados das análises química do solo, realizadas antes da semeadura dos experimentos, na profundidade de 0-20 cm, são apresentados na Tabela 1 e demonstram que o solo estava adequado para o cultivo de canola.

O clima da região é classificado como Cwa de acordo com a classificação de Koppen, que significa clima temperado quente, com chuvas no verão e seca no inverno. Os dados da pluviosidade e das temperaturas máximas e mínimas registradas durante o período dos experimentos estão nas Figuras 1 e 2 para 2011 e 2012, respectivamente. No decorrer do experimento ocorreram duas geadas, cujas épocas estão indicadas na Figura 1, por setas.

Tabela 1. Valores médios de fósforo (P), potássio (K⁺), Alumínio trocável (AL⁺³), cálcio (Ca⁺⁺), Magnésio (Mg⁺⁺), acidez trocável (H⁺ + Al⁺³), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (T) e saturação de bases (V). Dourados-MS, 2013.

Ano	pH	pH	P	K ⁺	Al ⁺³	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺ +Al ⁺³	SB	T	V
	CaCl ₂	H ₂ O	mg dm ⁻³mmol _c .dm ⁻³							(%)
2011	5,28	6,12	3,64	3,9	0,0	90,1	33,3	17,6	127,3	144,9	87,8
2012	5,40	6,20	3,64	3,2	0,0	92,0	34,1	17,4	129,3	146,7	88,1

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 x 3, sendo três espaçamentos entre linhas (0,20; 0,40 e 0, 60 m) e 3 populações de plantas (40; 80 e 120 plantas m⁻²), com 4 repetições, totalizando 36 unidades experimentais. Cada unidade experimental constituiu-se de 6 linhas com 5 metros de comprimento, dentre as quais foram consideradas as quatro linhas centrais da parcela como área útil, descartando-se meio metro de cada extremidade. A semeadura da canola foi realizada em dois anos consecutivos, nas safras 2010/2011 e 2011/2012.

Nos dois anos antecedentes ao experimento, a área foi cultivada com soja no verão e milho no inverno, no sistema plantio direto.

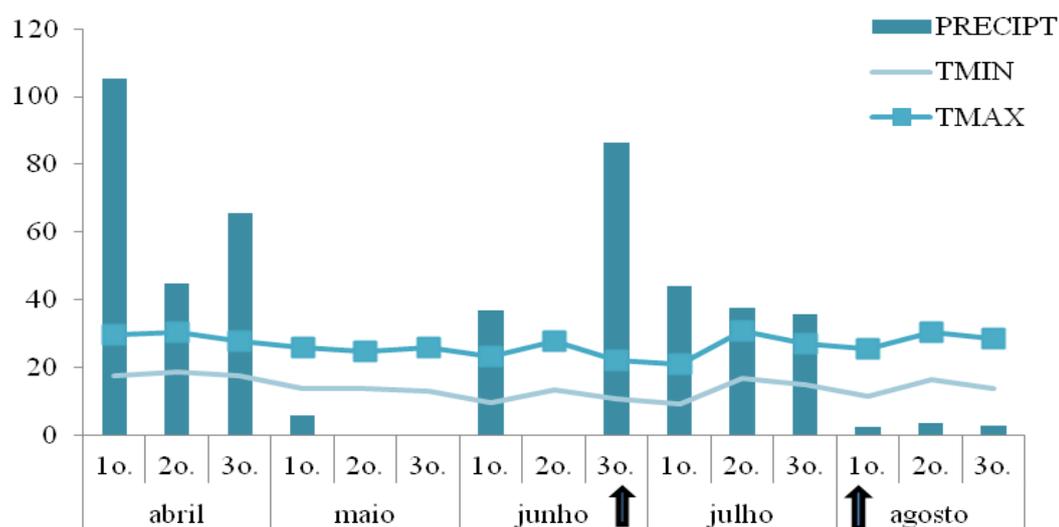


Figura 1. Dados de precipitação (mm), temperaturas máxima e mínima (°C) por decêndio no período de abril a agosto de 2011. Fonte: EMBRAPA-CPAO. Dourados-MS, 2011.

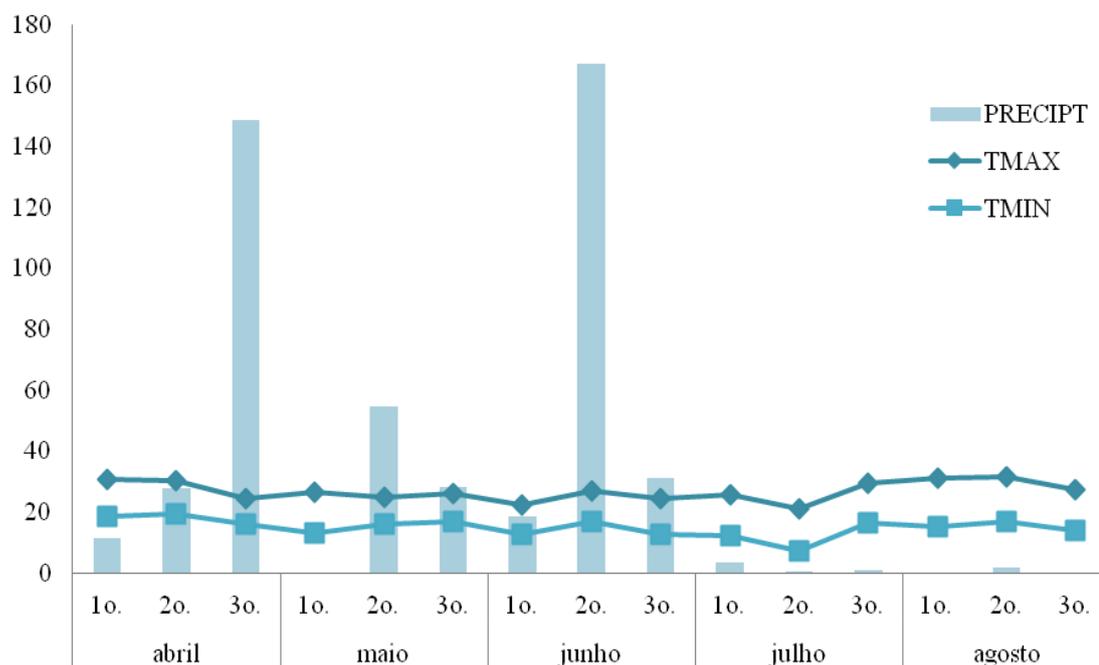


Figura 2. Dados de precipitação (mm), temperaturas máxima e mínima (°C) por decêndio no período de abril a agosto de 2011. Fonte: EMBRAPA-CPAO. Dourados-MS, 2012.

A cultivar de canola utilizada foi a Hyola 61, de ciclo médio (123 a 155 dias), com início da floração de 53 a 77 dias após a emergência, com duração de 28 a 52 dias, com altura de plantas variando de 88 a 136 cm. Esta cultivar apresenta

resistência poligênica à canela- preta e tem grande estabilidade de rendimento de grãos e ampla adaptação (TOMM et al., 2009).

Na safra de 2011 a semeadura da cultura da canola foi realizada manualmente no dia 11 de abril, sendo que a emergência ocorreu quatro dias após a semeadura.

Para a adubação de semeadura utilizou-se 550 kg ha⁻¹ da fórmula 08-20-20. A adubação de cobertura foi feita com 40 kg ha⁻¹ de N, utilizando-se como fonte do elemento a ureia, no estágio fenológico de 4 folhas desenvolvidas, conforme indicações técnicas para a cultura da canola (TOMM, 2007). No estágio 1, de duas a três folhas, as plantas foram desbastadas para obter as densidades de plantas desejadas para o experimento, conforme Tabela 2. Foi realizado capina manual para o controle de plantas invasoras e foram efetuadas duas aplicações do inseticida endossulfan (0,8 L ha⁻¹) para o controle de lagartas (*Spodoptera* spp).

Tabela 2. Número de plantas por metro linear obtido com base nos espaçamentos e população de plantas em cada parcela.

Espaçamento de semeadura (m)	População de plantas (m ²)	Plantas por metro linear
0,20	40	08
0,20	80	16
0,20	120	24
0,40	40	16
0,40	80	32
0,40	120	48
0,60	40	24
0,60	80	48
0,60	120	72

A colheita foi efetuada manualmente colhendo-se as quatro linhas centrais de cada parcela, no dia 11 de agosto de 2011, totalizando um ciclo de 120 dias.

Na safra de 2012 a semeadura da canola efetuou-se manualmente no dia 17 de abril, com emergência no dia 22 de abril.

Para a adubação de semeadura utilizou-se 200 kg ha⁻¹ da fórmula 10-15-15. A adubação de cobertura foi feita com 40 kg ha⁻¹ de N, utilizando-se ureia como

fonte do elemento, sendo realizada no estágio fenológico de quatro folhas desenvolvidas, conforme indicações técnicas para a cultura da canola (TOMM, 2007). No estágio 1, de duas a três folhas, as plantas foram desbastadas para obter as densidades de plantas desejadas para o experimento (Tabela 2). Foi realizado capina manual para o controle de plantas invasoras e foram efetuadas quatro aplicações do inseticida endossulfan ($0,8 \text{ L ha}^{-1}$) para o controle de lagartas (*Spodoptera spp*).

A colheita foi realizada manualmente, colhendo-se as quatro linhas centrais de cada parcela, no dia 15 de agosto de 2012, totalizando um ciclo de 118 dias.

As características agronômicas avaliadas foram:

Altura de planta: obtida no florescimento pleno, medindo-se a distância entre a superfície do solo e a última folha em dez plantas ao acaso na área útil da parcela.

Número de ramificações por planta: determinado no momento da colheita, contando-se as ramificações de cinco plantas escolhidas aleatoriamente na área útil da parcela.

Massa seca da parte aérea: determinada na fase de florescimento, sendo amostradas cinco plantas por parcela. Estas foram acondicionadas em saco de papel e secas em estufa com circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas e pesadas em balança de precisão, para a determinação da massa seca por planta.

Comprimento de raízes: determinado durante o florescimento, utilizando amostrador de ferro de forma retangular com 200 cm^3 , 800 cm^3 e 1.200 cm^3 , para as parcelas com espaçamento de 0,20, 0,40 e 0,60 m, respectivamente. A separação das raízes foi realizada utilizando-se um jogo de três peneiras, onde o solo foi separado das raízes com jato de água. Imediatamente após a separação das raízes, procedeu-se a contagem, aplicando o método da intersecção de Newman modificado por Tennant (1975) adaptada por Rosa Junior (2000). O método consiste em distribuir as raízes obtidas em cada volume de solo em um retângulo de vidro com 25 x 35 cm. Esse foi colocado sobre um papel com linhas horizontais e verticais, formando um quadriculado 3 x 3 cm. Cada raiz que interceptou uma linha foi computada por contador manual.

Com base no número de interseções, o comprimento de raízes é dado pela expressão: $C = N.L.11/14$, em que, C= comprimento das raízes (cm); N= número de interseções e L= lado da malha (cm).

Número de síliquas por planta: determinado no momento da colheita, contando-se as síliquas, de cinco plantas coletadas ao acaso na área útil da parcela.

Para realizar a coleta do solo, com o respectivo sistema radicular das plantas de canola, utilizou-se um retângulo de chapa de ferro com dimensões que variavam de acordo com o número de plantas por metro linear e o espaçamento de cada parcela, correspondendo a um quarto da área ocupada pelas raízes dessas plantas.

Produtividade: determinada após a trilha e limpeza dos grãos, colhidos dentro da área útil de cada parcela. A massa foi determinada em balança de precisão com duas casas decimais, com valores expressos de kg ha^{-1} , corrigindo-se o grau de umidade para 13%.

Massa de mil grãos: determinada pela contagem de oito sub-amostras de 100 grãos por parcela segundo metodologia proposta por BRASIL (2009).

Teor de óleo nos grãos: obtido pelo método de extração por solvente, conhecido como Soxhlet descrito por Goes e Lima (2010). Utilizou-se como solvente o hexano.

Os atributos físicos do solo determinados foram:

Densidade do solo: determinada pelo método do anel volumétrico, conforme Claessen (1997), onde as amostras de solo, coletadas em anéis cilíndricos de 100 cm^3 , foram secas em estufa até peso constante, sendo então pesadas e a razão entre massa do solo seco e o volume do anel representa a densidade do solo, expressa em Mg m^{-3} .

Densidade de partículas: obtida pelo método do balão volumétrico, utilizando-se álcool como líquido penetrante (CLAESSEN, 1997).

Porosidade total: foi determinada a partir dos valores de densidade do solo e de partículas, utilizando a fórmula $P_t = (D_p - D_s/D_p) \times 100 (\%)$, de acordo com Claessen (1997).

Os dados foram submetidos ao Teste F, ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$) e as médias foram submetidas ao Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$). As análises de variância foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2006).

3. Resultados e Discussão

3.1. Desempenho agrônômico da cultura

Na safra 2011 houve efeito significativo em função do espaçamento para altura de plantas, número de ramos por planta, comprimento de raiz, massa de mil grãos e produtividade de grãos (Tabela 3). Enquanto para a população de plantas houve efeito significativo para número de ramos por planta, matéria seca da parte aérea e produtividade de grãos.

Na safra 2012 houve efeito significativo em função do espaçamento para altura de plantas, número de ramos por planta, comprimento de raiz, massa de mil grãos e produtividade de grãos. Enquanto que para a população de plantas houve efeito significativo para altura de plantas, número de ramos por planta e matéria seca da parte aérea (Tabela 3).

3.1.1. Altura de plantas

Quando se reduziu o espaçamento entre linhas, houve diminuição significativa da altura da planta de canola Hyolla 61, sendo os menores valores obtidos nos espaçamentos de 0,20 m, em ambos os anos (Tabela 4). Isto provavelmente ocorreu porque a redução do espaçamento entre linhas reduz a competição das plantas, na linha de semeadura, por água, luz e nutrientes (PENARIOL et al., 2003; SILVA et al., 2008).

Kruger et al. (2011) obtiveram resultados semelhantes trabalhando com canola nos espaçamentos de 0,20, 0,40 e 0,60 m, onde a menor altura de plantas foi observada no espaçamento de 0,20 m. Silva et al. (2011) relatam que maiores espaçamentos em canola podem requerer a maior expressão de componentes ligados à arquitetura da planta, como forma de ajuste no dossel.

Quanto à população de plantas, em 2011 não houve efeito significativo sobre a altura de plantas (Tabela 4). Provavelmente, essa característica tenha sido afetada pelo veranico ocorrido no mês de maio, no estágio vegetativo da cultura (Figura 1). Em 2012, a ocorrência de precipitação foi regular (Figura 2) e verificou-se que a maior altura de planta foi observada na densidade mais elevada (Tabela 4). Este resultado deve-se à competição das plantas por luz, proporcionando estímulo à dominância apical.

Tabela 3. Resumo das análises de variância para altura de plantas (AP), número de ramificações por planta (NRP), número de síliquas por planta (NSP), massa seca da parte aérea (MSPA), comprimento de raiz (CR), teor de óleo (TO), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PG) observados em canola, nas safras de 2011 e 2012. Dourados-MS, UFGD, 2013.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios 2011							
		AP (m)	NRP (n ⁰)	NSP (n ⁰)	MSPA (g)	CR (m)	TO (%)	MMG (g)	PG (kg ha ⁻¹)
Bloco	3	0,04 ^{ns}	1,01 ^{ns}	1038,96 ^{ns}	64,52 ^{ns}	0,01 ^{ns}	8,46 ^{ns}	0,01 ^{ns}	6,19 ^{ns}
Espaçamento	2	0,04**	5,06**	2201,89 ^{ns}	81,16 ^{ns}	0,24**	0,03 ^{ns}	0,06**	149,44**
População	2	0,004 ^{ns}	2,06**	114,94 ^{ns}	243,54*	0,01 ^{ns}	3,86 ^{ns}	0,01 ^{ns}	96,91*
Esp x Pop	4	0,006 ^{ns}	0,51 ^{ns}	1444,41 ^{ns}	109,54 ^{ns}	0,05 ^{ns}	10,38 ^{ns}	0,01 ^{ns}	27,13 ^{ns}
Resíduo	24	0,004	0,36	796,62	48,22	0,02	8,92	0,01	21,73
CV(%)		5,48	13,87	7,87	11,67	3,3	7,73	1,72	13,9
Média geral		1,14	4,34	174,82	30,68	1,5	38,63	3,89	1154,39
F.V.	G.L.	Quadrados Médios 2012							
Bloco	3	0,016 ^{ns}	0,26 ^{ns}	3128,96 ^{ns}	36,26 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,01 ^{ns}	162,46 ^{ns}
Espaçamento	2	0,023*	25,38**	422,97 ^{ns}	35,13 ^{ns}	0,41**	0,28 ^{ns}	0,26**	298,91**
População	2	0,020*	4,33**	348,34 ^{ns}	100,11*	0,01 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,01 ^{ns}	269,96 ^{ns}
Esp x Pop	4	0,004	0,22 ^{ns}	1300,37 ^{ns}	23,86 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,07 ^{ns}	205,29 ^{ns}
Resíduo	24	0,006	0,21	1701,68	18,05	0,02	0,16	0,06	160,54
CV(%)		6,17	8,14	13,37	15,27	3,12	1,11	2,02	14,28
Média geral		1,24	5,59	153,97	27,83	1,62	36,58	3,83	1341,81

*Significativo pelo teste F a 5% de probabilidade

** Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade

^{ns} não significativo

Em altas densidades populacionais pode ocorrer o incremento da quantidade de vermelho distante (VD) e diminuição do vermelho (V). O aumento da relação VD/V pode alterar a arquitetura de planta, estimulando a dominância apical, com alongação dos entrenós (SANGOI, 2000; SHAHIN e VALIOLLAH, 2009).

Os valores crescentes para altura de plantas, com o aumento da população de plantas também foram observados em outras culturas como o milho (BARBIERI et al., 2005; ROCHA et al., 2011) e a soja (KOMORI et al., 2004; MAUAD et al., 2010), sendo que este aumento foi atribuído ao maior alongamento dos entrenós, proporcionado pelo efeito combinado da competição intraespecífica por luz e estímulo da dominância apical das plantas.

Embora tenha ocorrido variação quanto a altura da planta de canola em função do espaçamento e densidade de plantas utilizada, os valores encontrados estão de acordo com os descritos por Toom et al. (2009) que varia de 83 a 136 cm para a cultivar Hyola 61.

3.1.2. Número de ramos por planta

Houve efeito significativo para número de ramos por planta (NRP) em função do espaçamento e da população de plantas em ambos os anos de cultivo. Para o espaçamento, as maiores médias foram observadas no espaçamento de 0,60 m. O NRP foi de 5,07 ramos em 2011 e de 7,22 em 2012 (Tabela 4). Visualmente, no espaçamento de 0,60 m, os ramos eram mais finos, menos vigorosos e as plantas mais altas. Isto pode ser explicado pelo fato de que em espaçamentos maiores ocorre maior competição por fotoassimilados em uma mesma planta, o que leva à produção de ramos mais finos e em maior número (THOMAS, 2003).

Para a população de plantas, o maior número de ramos foi obtido na população de 40 plantas por m² (Tabela 4), com 4,82 ramos em 2011 e de 6,28 em 2012. Morrison e Stewart (1995) verificaram que o aumento do estande estimula uma competição intraespecífica, aumento da altura de plantas e reduzindo o número de ramos.

Observou-se que em maiores populações, a planta cresceu mais em detrimento da quantidade do número de ramos (Tabela 4), isto é devido à competição intraespecífica mais intensa no dossel que pode ter potencializado a dominância apical, em detrimento do desenvolvimento das ramificações.

Tabela 4. Valores médios para altura de plantas (AT), número de ramos por planta (NRP), massa seca da parte aérea (MSPA), comprimento de raiz (CR) e teor de óleo (TO) de canola em função dos espaçamentos e população de plantas, nas safras 2011 e 2012. Dourados-MS, 2013.

	AP (m)	NRP (n ⁰)	MSPA (g)	CR (m)	TO (%)
SAFRA 2011					
Espaçamento entre linhas (m)					
0,2	1,07c	3,82b	33,57a	1,65a	35,40a
0,4	1,14b	4,32b	28,52a	1,44b	35,88a
0,6	1,19a	5,07a	29,95a	1,38c	36,07a
População de plantas (pls m ⁻²)					
40	1,15a	4,82a	35,79a	1,50a	36,00a
80	1,14a	4,32b	28,97ab	1,48a	35,78a
120	1,12a	4,07b	27,28b	1,49a	35,99a
SAFRA 2012					
Espaçamento entre linhas (m)					
0,2	1,19c	4,44c	29,75a	1,78a	36,42a
0,4	1,25ab	5,09b	27,28a	1,66b	36,73a
0,6	1,27a	7,22a	26,47a	1,42c	36,60a
População de plantas (pls m ⁻²)					
40	1,19c	6,28a	30,90a	1,62a	36,72a
80	1,24ab	5,31b	25,16b	1,62a	36,50a
120	1,27a	5,17b	27,46ab	1,61a	36,52a

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si (Tukey 5% de probabilidade).

Estudos com oleaginosas tem demonstrado que o adensamento excessivo favorece a redução no número de ramos por planta como observado nos trabalhos com cártamo (RECH, 2012) e com níger (BOTTEGA, 2012).

3.1.3. Matéria seca da parte aérea

Foi observado aumento significativo nos valores de matéria seca da parte aérea por planta (MSPA) para menor densidade populacional (40 plantas por m²), o qual pode estar relacionado com o aumento na taxa fotossintética, proporcionado pela maior intensidade na interceptação de luz pelo dossel, em razão da menor competição intraespecífica. Outro fator que pode ter influenciado a redução da matéria seca nas maiores densidades é o fato de que o sombreamento causado pelo adensamento de plantio, a parte da folha sombreada tem a produção de fotoassimilados reduzida, entretanto efetua a respiração e gasta energia nesse processo.

Freitas (2010) estudando a cultura do crambe relatou que a maior produção de massa seca foi obtida na densidade de 20 plantas por metro quando comparadas com

a densidade de 30 plantas por metro. A autora concluiu que isto se deve ao fato de que em densidades maiores pode ocorrer maior competição entre as plantas por água, luz, nutrientes e espaço físico.

Entretanto, Castro e Boaretto (2004) pesquisando o efeito dos espaçamentos de 18 e 36 cm e nas densidades de 60, 90 e 120 plantas por m² de canola, cultivar Iciola 41, não observaram influência na produção de massa seca.

3.1.4. Comprimento de raiz

Para o comprimento de raiz houve efeito significativo apenas em função do espaçamento, em ambos os anos. O maior comprimento de raiz foi observado no espaçamento de 0,20 m, com 1,65 m em 2011 e 1,78 m, em 2012 (Tabela 4). O rápido sombreamento da superfície do solo obtido com espaçamentos reduzidos reduz a quantidade de água perdida por evaporação no início do ciclo da cultura, o que, em associação à melhor exploração do solo pelo sistema radicular decorrente da distribuição mais equidistante das plantas, aumenta a eficiência de absorção e uso da água (SANGOI et al., 2004).

3.1.5. Teor de óleo

Nas condições experimentais não houve efeito significativo para o teor de óleo em função do espaçamento e da população de plantas. Vários trabalhos estudando o efeito do espaçamento e da população de plantas na cultura da canola obtiveram resultados semelhantes (POTTER et al., 1999; LEACH et al., 1999; SHAHIN e VALIOLLAH, 2009).

3.1.6. Número de siliquas

Para o número de siliquas por plantas não houve efeito significativo nas condições experimentais em função do espaçamento e da população de plantas (Tabela 5). Isto pode ser explicado pelo fato da planta de canola apresentar grande plasticidade fenotípica, que é a capacidade das plantas alterarem a sua expressão fenotípica, mediante alterações morfológicas e fisiológicas em resposta a alterações do meio ambiente.

De acordo com Kruger et al. (2011), o número de siliquas por planta é uma característica de herança quantitativa e, deste modo, é governado por grande número de genes de pequeno efeito cumulativo para a expressão do caráter e fortemente responsivo a mudanças no ambiente.

Tabela 5. Valores médios para altura de plantas (AT), número de ramos por planta (NRP), massa seca da parte aérea (MSPA), comprimento de raiz (CR) e teor de óleo (TO) de canola em função dos espaçamentos e população de plantas, nas safras 2011 e 2012. Dourados-MS, 2013.

	NSP (n ⁰)	MMG (g)	PG (kg ha ⁻¹)
Espaçamento entre linhas (m)		Ano 2011	
0,2	159,98 a	3,98 a	1415,83 a
0,4	186,53 a	3,86 b	1048,35 b
0,6	177,96 a	3,84 b	999,00 b
População de plantas (pls m ⁻²)			
40	175,64 a	3,92 a	948,31 b
80	171,40 a	3,89 a	1310,22 a
120	177,42 a	3,86 a	1204,63 ab
Espaçamento entre linhas (m)		Ano 2012	
0,2	159,55 a	3,99 a	1892,35 a
0,4	139,60 a	3,70 b	1214,13 b
0,6	159,80 a	3,80 b	918,96 c
População de plantas (pls m ⁻²)			
40	123,35 a	3,80 a	1191,57 b
80	158,45 a	3,87 a	1491,55 a
120	159,55 a	3,82 a	1342,32 b

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si (Tukey 5% de probabilidade).

Embora para número de siliques por planta não tenha sido observada diferença significativa em ambos os anos, alguns estudos apontam que o aumento na densidade de plantas proporciona uma redução no número de siliques (MORRISON et al., 1990; SHAHIN e VALIOLLAH, 2009).

3.1.7. Massa de mil grãos

Para os valores obtidos de massa de mil grãos houve diferença significativa em função do espaçamento entre linhas, observando a maior massa de mil grãos no espaçamento de 0,20 m (Tabela 5). Provavelmente, esses resultados ocorreram em virtude da menor competição entre as plantas por nutrientes e água no solo, proporcionada pela distribuição equidistante das plantas na linha de semeadura, além de conferir maior capacidade de interceptação de radiação solar (NUMMER FILHO, 2006; KAPPES, 2010).

Este resultado está de acordo com Sangoi et al. (2001) que também observaram aumento da massa de grãos de milho com a redução do espaçamento e

justificaram o resultado pelo fato de que a menor competição entre plantas dentro da linha de semeadura por luz, água e nutrientes, devido à sua distribuição mais equidistante na área, nos menores espaçamentos, aumenta a disponibilidade de carboidratos, permitindo que a planta forme grãos com maior massa.

3.1.8. Produtividade de grãos

Quanto à produtividade, observou-se que o espaçamento de 0,20 m proporcionou maior rendimento, 1.415 kg ha⁻¹ em 2011 e 1.892 kg ha⁻¹ em 2012 (Tabela 5). Isto pode ser explicado pelo fato de que em espaçamentos reduzidos ocorre melhor adequação na distribuição de plantas na área de cultivo, permitindo maior aproveitamento de água e luz pelas plantas, o que garantiu maior taxa de fotossíntese e conseqüentemente maior produtividade (STACCIARINI et al., 2010).

Shahin e Valiollah (2009) estudando o efeito do espaçamento nos componentes de produção de canola, onde utilizaram os espaçamentos de 12, 18 e 24 cm, obtiveram a maior produtividade no menor espaçamento. Os autores concluíram que o menor espaçamento proporcionou o arranjo equidistante das plantas, proporcionando uma distribuição uniforme e a mesma oportunidade para interceptar mais luz e produzir mais matéria seca.

Em relação à população de plantas, observou-se que a maior produtividade foi obtida na densidade de 80 plantas por m², não diferindo estatisticamente da densidade de 120 plantas por m². Isto pode indicar que apesar das reduções observadas em resposta ao aumento da população de plantas para as variáveis número de ramos, número de grãos por siliqua e massa seca, elas provavelmente foram suplantadas pelos acréscimos advindos do aumento da população de plantas.

A produtividade de canola ocorre em função da densidade populacional, número de síliquas por planta, número de grãos por siliqua e peso de sementes. Entretanto, os componentes do rendimento tem elevada plasticidade e é ajustável através de uma grande variedade de populações (DIEPENBROCK, 2000).

3.2. Atributos físicos do solo

Houve efeito significativo sobre os atributos físicos do solo apenas em função da população de plantas de canola, tanto para o ano de 2011 (Tabela 6) como para o ano de 2012 (Tabela 7).

3.2.1. Densidade do solo

Os valores de densidade do solo, independente da profundidade, foram menores quando a população de plantas de canola foi de 120 plantas por m² para os anos de 2011 (Tabela 6) e de 2012 (Tabela 7).

Tabela 6. Densidade do solo (DS), densidade de partícula (DP) e porosidade total (PT) de um Latossolo Vermelho distroférico sob diferentes densidades de plantas de canola, em diferentes profundidades, para o ano de 2011. Dourados-MS. UFGD, 2013.

Ano 2011			
Profundidade (0,00-0,04 m)			
População de plantas (m ²)	DS (Mg m ⁻³)	DP (Mg m ⁻³)	PT (m m ⁻³)
40	1,14 a	2,78 a	0,58 b
80	1,12 b	2,79 a	0,59 ab
120	1,10 c	2,75 a	0,60 a
Profundidade (0,04-0,08 m)			
40	1,17 a	2,75 a	0,57 b
80	1,16 b	2,76 a	0,59 a
120	1,14 b	2,79 a	0,59 a
Profundidade (0,08-0,12 m)			
40	1,19 a	2,74 a	0,56 b
80	1,18 b	2,79 a	0,57 ab
120	1,18 b	2,74 a	0,58 a
Profundidade (0,12-0,16 m)			
40	1,20 a	2,76 a	0,55 b
80	1,21 a	2,73 a	0,55 b
120	1,18 b	2,74 a	0,57 a
Profundidade (0,16-0,20 m)			
40	1,18 a	2,75 a	0,57 b
80	1,16 b	2,76 a	0,57 b
120	1,13 c	2,77 a	0,59 a

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Observou-se que nas camadas de 0,00-0,04 m e 0,04-0,08 m ocorreram os menores valores de densidade do solo em relação às demais profundidades (1,10 e

1,14 Mg m⁻³ respectivamente para 2011 e 1,11 e 1,15 Mg m⁻³ para 2012), quando se utilizou a referida população para ambos os anos (Tabelas 6 e 7).

Tabela 7. Densidade do solo (DS), densidade de partícula (DP) e porosidade total (PT) de um Latossolo Vermelho distroférico sob diferentes densidades de plantas de canola, em diferentes profundidades, para o ano de 2012. Dourados-MS. UFGD, 2013.

Ano 2012			
Profundidade (0,00-0,04 m)			
População de plantas (m ²)	DS (Mg m ⁻³)	DP (Mg m ⁻³)	PT (m m ⁻³)
40	1,15 a	2,76 a	0,58 b
80	1,12 b	2,76 a	0,59 ab
120	1,11 c	2,77 a	0,60 a
Profundidade (0,04-0,08 m)			
40	1,18 a	2,82 a	0,57 b
80	1,16 b	2,83 a	0,59 a
120	1,15 b	2,83 a	0,59 a
Profundidade (0,08-0,12 m)			
40	1,21 a	2,75 a	0,56 b
80	1,18 b	2,76 a	0,57 ab
120	1,18 b	2,74 a	0,58 a
Profundidade (0,12-0,16 m)			
40	1,23 a	2,74 a	0,55 b
80	1,23 a	2,74 a	0,55 b
120	1,19 ab	2,74 a	0,57 a
Profundidade (0,16-0,20 m)			
40	1,20 a	2,77 a	0,57 b
80	1,18 b	2,77 a	0,57 b
120	1,15 c	2,77 a	0,59 a

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As menores densidades de solo observadas na camada mais superficial podem estar relacionadas à maior densidade de raízes da cultura, o que pode ter favorecido a redução da densidade do solo em função da ação do sistema radicular da canola, a qual possui grande número de raízes secundárias fasciculadas, propiciando a formação de poros no solo. O desenvolvimento das raízes de canola contribui para consolidação de macroporos que aumentam a aeração e infiltração de água no solo (TOMM et al., 2009). Também, a cobertura do solo, segundo Andreola et al., (2000) influencia diretamente na agregação, densidade do solo, na retenção de água, na porosidade e na aeração do solo.

Silva et al (2012) estudando a melhoria da estrutura de um Latossolo por sistemas de culturas em plantio direto concluíram que a ação das raízes de aveia-preta e ervilhaca reduziram a densidade do solo na camada superficial de 0,0-0,04 m.

A exploração radicular no perfil do solo pode acelerar o efeito da agregação do solo, uma vez que, no processo de crescimento, promove a aproximação das partículas à medida que as raízes exercem pressão sobre as partículas minerais no seu avanço pelo espaço poroso (CALONEGO e ROSOLEM, 2008). Também a absorção de água pelas raízes causa secamento na região adjacente às raízes, promovendo aumento na força de coesão entre as partículas (CALONEGO e ROSOLEM, 2008). À medida que houve aumento da população de plantas, a densidade do solo diminuiu possivelmente resultante da maior concentração das raízes e sua ação neste atributo físico do solo, estimulando a formação de poros pela intensificação dos ciclos de umedecimento e secamento, liberação de exsudatos radiculares, formação de agregados pela ação direta das raízes.

Em profundidade, houve aumento da densidade do solo para todas as populações de plantas estudadas, demonstrando que a partir da camada de 0,08-0,12 m as ações das raízes de canola não são eficazes.

3.2.2. Densidade de partícula

Os valores de densidade de partículas (Tabelas 6 e 7) não apresentaram diferenças significativas pelas populações de plantas utilizadas. Isto já era esperado, uma vez que a densidade de partículas tem sua variação associada à constituição mineralógica e ao conteúdo de matéria orgânica e não por alterações mecânicas de preparo do solo (BEUTLER et al., 2001).

3.2.3. Porosidade total

A porosidade total variou inversamente à densidade do solo (Tabelas 6 e 7). A amplitude dos valores foi de 0,55 a 0,60 m³ m⁻³ para os anos de 2011 e 2012. Houve redução significativa da porosidade do solo quando a população de plantas da canola foi de 40 e 80 plantas m⁻².

Santos et al. (2009) avaliando possíveis alterações em atributos físicos de um latossolo vermelho-amarelo, após cultivo de um ano com plantas de cobertura, inferiram que a cobertura vegetal influenciou significamente os valores da microporosidade, entretanto não afetou a densidade do solo, macroporosidade e porosidade total. Resultado similar ao obtido por Sanches (2012) comparando

resultados obtidos com plantas de cobertura, nas propriedades físicas do solo, não foram observadas diferenças significativas para a porosidade do solo.

De acordo com Albuquerque et al. (1995) para o solo desenvolver uma porosidade mais favorável ao crescimento de raízes, são necessários de três a quatro anos sob condições de cultivo mínimo e semeadura direta, associados à rotação de culturas e à utilização de plantas de cobertura de inverno.

4. Conclusão

No espaçamento de 0,20 m e população de plantas de 80 plantas m⁻² obtém-se maior produtividade de grãos.

O espaçamento entre linhas interfere no crescimento da raiz de canola.

A população de plantas de canola influencia na densidade do solo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada. **R.Bras. Ci. Solo**, 24: 857-865, 2000.

ALBUQUERQUE, J. A.; REINERT, D. J.; FIORIN, J. E.; RUEDELL, J.; PETRERE, C.; FONTINELLE, F. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo – efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. **R.Bras. Ci. Solo**, 19: 115-119, 1995.

BARBIERI, J. M. Q.; BRITO, C. H., DUARTE, J. M., GOMES, L. S., SANTANA, D. G. Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho doce em função de espaçamentos e populações de plantas. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 826-830, 2005.

BEUTLER, A. N.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; FERREIRA, M. M.; CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Resistência à penetração e permeabilidade de latossolo vermelho distrófico típico sob sistemas de manejo na região dos cerrados. **R. Bras. Ci. Solo**, 25: 167-177, 2001.

BOTTEGA, S. P. **Estudos agronômicos do niger (*Guizotia abyssinica*), em função da adubação e da época de semeadura**. Dourados, MS: UFGD, 2012 (Dissertação de Mestrado).

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV CLAV, 2009. 395p.

CALONEGO, J. C.; ROSOLEM, C. A. Estabilidade de agregados do solo após manejo com rotações de culturas e escarificação. **R. Bras. Ci. Solo**, 32: 1399-1407, 2008.

CASTRO, A. M. C; BOARETTO, A. E. Teores e acúmulo de nutrientes em função da população de plantas de canola. **Scientia Agraria**, v.5, n.1-2, p.95-101, 2004.

CLAESSEN, M. E. C., org. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro, Embrapa - CNPS, 1997. 212p.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileira: grãos. Oitavo levantamento, maio 2013. Brasília: Conab, 2013.

DAMALGO, G. A., CUNHA, G. R., SANTI, A., PIRES, J. L. F., MULLER, A. L., BOLIS, L. M. Aclimação ao frio e dano por geada em canola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. [online]. 2010, vol.45, n.9, pp. 933-943.

DEMÉTRIO, C. S.; FORNASIERI FILHO, D.; CAZETTA, J. O.; CAZETTA, D. A. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.12, p.1691-1697, Dez., 2008.

- DIEPENBROCK, W. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): A review, **Field Crops Research**, (2000) 67: 35-49.
- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2006. 306p.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar – Sistema de Análise de Variância**. 2006.
- FREITAS, M. E. Desempenho agrônômico do crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst) em função da adubação e da densidade de semeadura. Dourados, MS: UFGD, 2010. 43f. (Dissertação de Mestrado).
- GOES, R. H. T. B, LIMA, H. L. Técnicas laboratoriais na análise de alimentos. Dourados– MS, Ed: UFGD, 2010.
- HUSSAIN, I.; AYYAZ, K. M.; AHMAD, K. Effect of row spacing on grain yield and the yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.), **Pakistan Journal of Agronomy**, (2003) 2 (3): 153-159.
- KAPPES, C. Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. Ilha Solteira, SP: UNESP, 2010 (Dissertação de Mestrado).
- KOMORI, E.; HAMAWAKI, O. T.; SOUZA, M. P.de.; SHIGIHARA, D.; BATISTA, A.M. Influência da época de semeadura e população de plantas sobre características agrônômicas na cultura da soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.20, n.3 p.13-19, 2004.
- KRÜGER, C. A. M. B; SILVA, J. A. G da; MEDEIROS, S. L.P; DALMAGO, G. A.; GAVIRAGHI, J. Herdabilidade e correlação fenotípica de caracteres relacionados à produtividade de grãos e à morfologia da canola. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.46, n.12, p.1625-1632, dez. 2011.
- LEACH, J. E.; STEVENSON, H. J.; RAINBOW, A. J.; MULLEN, L. A. Effects of high plant populations on the growth and yield of winter oilseed rape (*Brassica napus*). **Journal of Agricultural Science**, v.132, p.173-180, 1999.
- MAUAD, M.; SILVA, T. L. B., NETO, A. I. A., ABREU, V. G. Influência da densidade de semeadura sobre características agrônômicas na cultura da soja. **Revista Agrarian**. V.3,n.9, p.175-181, 2010.
- MORRISON, M. J., STEWART, D.W., Radiation use efficiency in summer rape. **Agronomy Journal**. 87: 1139-1142. 1995.
- NUMMER FILHO, I.; HENTSCHEKE, C. W. Redução do espaçamento entre linhas na cultura do milho. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 92, 2006.
- PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D.; COICEV, L.; BORDIN, L.; FARINELLI, R. Comportamento de cultivares de milho semeadas em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais, na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.2, p.52-60, 2003.

PERBONI, A. T. Estresses abióticos em híbridos de canola: efeito do alagamento e de baixas temperaturas. Pelotas, RS: UFP, 2011. (Dissertação de mestrado).

PERUSI, M. C.; CARVALHO, W. A. Avaliação da estabilidade de agregados de argissolo em diferentes sistemas de uso e manejo no município de Anhumas- SP. **Energ. Agric.**, Botucatu, v. 22, n.1, p. 94-111, 2007.

POTTER T. D., KAY, J.R., LUDWIG, I.R., Effect of row spacing and sowing rate on canola cultivars with varying early vigour, in: proceedings of the 10th GCIRC International Rapeseed Congress, Canberra, Australia, 26-29 Sept. 1999, 4pp.

RECH, J. Desempenho agrônômico do Cártamo (*Carthamus tinctorius* L) em função da época de semeadura e do controle químico da mancha de alternaria. Dourados, MS: UFGD, 2012. (Dissertação de Mestrado).

ROSA JUNIOR, E. J. Efeitos de sistemas de manejo na cultura do milho (*Zea mays*) em um latossolo roxo na região de Dourados-MS. Botucatu, SP: Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, 2000. (Tese de Doutorado).

ROCHA, D. R., FORNASIERI FILHO, D., BARBOSA, J. C. Efeitos da densidade de plantas no rendimento comercial de espigas verdes de cultivares de milho. **Horticultura Brasileira**. V. 29, p. 392-397, 2011.

SANCHEZ, E. Propriedades físicas do solo e produtividade de soja em sucessão a plantas de cobertura de inverno. Guarapuava, PR: UNICENTRO, 2012. (Dissertação de Mestrado).

SANGOI L. 2000. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**, 31: 159-168.

SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F.; ALMEIDA, M. L.; HEBERLE, P. C. Row spacing reduction influencing maize grain yield in regions with a short summer. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, 861-869, 2001.

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G. Arranjo espacial de plantas de milho: como otimizá-lo para maximizar o rendimento de grãos. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., 2004, Cuiabá, MT. Anais... Cuiabá: EMBRAPA-CNPMS, 2004.

SANTOS, N. S. dos S.; PASSOS, R. R. ; CARDOSO, L.C.M.; SANTOS, L. S.; GARCIA, G de O.; CECÍLIO, R. A. Avaliação de atributos físicos de um latossolo sob diferentes coberturas vegetais em Alegre (ES). **Engenharia Ambiental**, 6 (2) p. 140-149, maio/ago 2009.

SHAHIN, Y.; VALIOLLAH, R. Effect of row spacing and seeding rates on some agronomical traits of spring canola (*Brassica napus* L.) cultivars. **Journal of Central European Agriculture**, v.10, p.115-122, 2009.

SILVA, A. G. da; CUNHA JUNIOR, C. R.; ASSIS, R. L. de; IMOLESI, A. S. Influência da população de plantas e do espaçamento entre linhas nos caracteres agronômicos do híbrido de milho P30K75 em Rio Verde, Goiás. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 24, n. 2, p. 89-96, 2008.

SILVA, D. A. da; SOUZA, L. C. F. de; VITORINO, A. C. T.; GONÇALVES, M. C. Aporte de fitomassa pelas sucessões de culturas e sua influência em atributos físicos do solo. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 147-156, 2011.

SILVA, V. L. da; DIECKOW, J.; MELLEK, J. E.; MOLIN, R.; FAVARETTO, N.; PAULETTI, V.; VEZZANI, F. M. Melhoria da estrutura de um latossolo por sistemas de culturas em plantio direto nos campos gerais do Paraná. **R. Bras. Ci. Solo**, 36:983-992, 2012.

STACCIARINI, T. de C. V.; CASTRO, P. H. C. de; BORGES, M. A.; GUERIN, H. F.; MORAES, P. A. C.; GOTARDO, M. Avaliação de caracteres agronômicos da cultura do milho mediante a redução do espaçamento entre linhas e aumento da densidade populacional. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 4, p.516-519, 2010.

TENNANT, D. A test of a modified line intersect method of estimating root length. **Journal Ecology**, London, v.63, p.995-1001, 1975.

THOMAS, P. **Canola grower's manual**. Winnipeg: Canola Council of Canada, 2003. Available at: <http://www.canolacouncil.org/canola_growers_manual>. Acesso em Agosto 2012.

TOMM, G. O. Canola: alternativa de renda e benefícios para os cultivos seguintes. **Revista Plantio Direto**, v. 15, n. 94, p. 4-8, julho/agosto de 2006. Aldeia Norte editora, Passo Fundo-RS. Disponível em www.plantiodireto.com.br. Acesso em Outubro/2010.

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

TOMM, G. O.; FERREIRA, P. E. P.; AGUIAR, J. L. P de; CASTRO, A. M. G. de; LIMA, S. M. V.; MORI, C. de. **Panorama atual e indicações para aumento de eficiência da produção de canola no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. Documentos on line. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do118.pdf>. Acesso em: Dez. 2012.

TOMM, G. O.; SOARES, A. L. S.; MELLO, M. A. B. de; DEPINÉ, D. E.; FIGER, E. **Desempenho de genótipos de canola em Goiás, em 2004**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. 11 p. html. (Embrapa Trigo. Comunicado técnico online, 118). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p_co118.htm>.

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

ZANIN, C. G. **Área foliar, senescência e uniformidade de desenvolvimento na adaptação ao adensamento de plantas de cultivares de milho com bases genéticas contrastantes.** 2007. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Agroveterinárias – UDESC, Lages, 2007.

ZIMMERMANN, J. Cultivo da Canola como alternativa de safrinha no Distrito Federal. **Boletim Técnico**, Planaltina- DF, 2005.