

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

**ARRANJO DE PLANTAS E SEUS EFEITOS NA
PRODUTIVIDADE DE GRÃOS E TEOR DE
ÓLEO EM CANOLA**

TESE DE DOUTORADO

Cleusa Adriane Menegassi Bianchi Krüger

Santa Maria, RS, Brasil

2011

**ARRANJO DE PLANTAS E SEUS EFEITOS NA
PRODUTIVIDADE DE GRÃOS E TEOR DE ÓLEO EM
CANOLA**

Cleusa Adriane Menegassi Bianchi Krüger

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

Orientador: Prof. Dr. Sandro Luis Petter Medeiros

Santa Maria, RS, Brasil

2011

K94a Krüger, Cleusa Adriane Menegassi Bianchi
Arranjo de plantas e seus efeitos na produtividade de grãos e teor de óleo em
canola / por Cleusa Adriane Menegassi Bianchi Krüger. – 2011.
89 f. ; il. ; 30 cm

Orientador: Sandro Luis Petter Medeiros
Coorientador: José Antonio Gonzalez da Silva
Tese (doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências
Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, RS, 2011

1. Agronomia 2. Brassica napus L. 3. Densidade de plantas 4. Rendimento de
grãos 5. Variáveis climáticas 6. Caracteres adaptativos 7. Teor de óleo
I. Medeiros, Sandro Luis Petter II. Silva, José Antonio Gonzalez da III. Título

CDU 631

Ficha catalográfica elaborada por Cláudia Terezinha Branco Gallotti – CRB 10/1109
Biblioteca Central UFSM

@ 2011

Todos os direitos autorais reservados a Cleusa Adriane Menegassi Bianchi Krüger. A reprodução de
partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço: Rua Dona Leopoldina, 19/22, Ijuí, RS, 98700-000

Fone (0xx) 55 3331 1640; Fax (0xx) 55 3332 0420; End. cleusa_bianchi@yahoo.com.br

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

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

**ARRANJO DE PLANTAS E SEUS EFEITOS NA PRODUTIVIDADE
DE GRÃOS E TEOR DE ÓLEO EM CANOLA**

elaborada por
Cleusa Adriane Menegassi Bianchi Krüger

como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Agronomia

Comissão Examinadora:

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

José Antonio Gonzalez da Silva, Dr. (Coorientador/UNIJUÍ)

Arno Bernardo Heldwein, Dr. (UFSM)

Genei Antonio Dalmago, Dr. (EMBRAPA TRIGO)

Nereu Augusto Streck, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 20 de janeiro de 2011.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela tão sublime e enigmática VIDA.

Agradeço ao Fábio pelo amor, dedicação, carinho e por estar sempre ao meu lado. Te amo.

Agradeço aos meus pais Aldino e Miria por tudo o que eles realizaram ao longo destes anos para que eu chegasse até aqui. Também ao meu irmão Luis, que torce sempre por mim, obrigada.

À família dos queridos tios Evaldo e Glaci Menegassi, que abriram as portas de sua casa e me acolheram como filha, as palavras me fogem para mostrar o quanto vocês foram e são importantes para mim.

Agradeço ao Ary e a Nelci pela ajuda, o carinho e acolhimento.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da UFSM, pela a oportunidade de realização do curso. E, também a todos os professores que contribuíram para a minha formação acadêmica ao longo dos anos, em especial aos Profs. Arno Heldwein e Nereu Streck, pelos ensinamentos e acolhimento junto com seus orientados em suas salas de estudo.

Ao professor Sandro Luis Petter Medeiros, a quem agradeço de coração a orientação durante esses anos de doutorado, e também, por ter despertado em mim o interesse pelo estudo da Agronomia, obrigada, tenha certeza que um pouco da minha formação profissional devo a ti.

Ao professor José Antonio Gonzalez da Silva, por toda a ajuda, paciência, dedicação, amizade e orientação, sem a qual não seria possível a realização deste trabalho.

Agradeço à UNIJUÍ, através do Departamento de Estudos Agrários e do Instituto de Desenvolvimento Rural (IRDeR) que contribuíram, para a realização desta tese, bem como os colegas professores dos curso de Agronomia e Medicina Veterinária do DEAg/IRDeR pelo sempre agradável convívio, e em especial ao amigos Adair J. da Silva, César Sartori, Eroni Pommerening, Leonir Terezinha Uhde, Adriano Rudi Maixner, Sandra Fernandes, Valmir José de Quadros, Daniela Busanello, Alécio Radons e Carlos Fiorin, que sempre incentivaram a realização deste curso.

À CAMERA AGROALIMENTOS que disponibilizou as sementes de canola para a realização dos experimentos e ajuda sempre que possível via seu técnico Sedemar Geremia, muito obrigada.

A todos os alunos do Curso de Agronomia da UNIJUÍ que de alguma maneira ajudaram no trabalho de campo, sem os quais não teria sido possível sua realização. Em especial aos meus orientados: Elder D. Mello, Maurício Stasiak, Uelinton Noronha, Cleverson D. dos Santos, Sandro Bach e Diego Dambrós.

Aos meus queridos amigos e ajudantes: Ana Paula Fontana Valentini, Felipe Zambonato, Juliano Wagner, João Martins, Adair José da Silva, Gabriel Batistti, Juliana de Oliveira, Tânia Mattioni, Taiane P. Banderira, Edegar Matter, Diovani Antonow, Jordana Schiavo, Emílio Arenhardt, Juliano e Fernando Gaviraghi, Geverson e Iurgues Capellari, Tiago Boff, Renan Wents, Fernando Abreu, Rogério Vieira, Marcos Calbe, Leandro Rithel e Evertow Gheler.

Agradeço aos colegas de curso de Pós-graduação pelas horas de debate, alegrias e estudos, em especial aos novos amigos que fiz: Dionéia Piton, Hamilton T Rosa, Lidiane Walter, Gizelli Moiano de Paula, Sandra Maziero e Evandro Jost.

Aos meus amigos Genei A. Dalmago, Ricardo Wanke de Mello, Tatiana Fontoura, Naracelis Poletto, Fabiane Lamego, Luccieta Martorano e Miriane Dal Picio por compartilharem momentos importantes da minha vida, e que apesar da distância continuam sempre em meus pensamentos.

Agradeço à Maristela B. Busnello, que despertou em mim a vontade de ser professora, ao João R. Borin, pela ajuda na fase de iniciação à docência. À Glaucia Menegassi, pelas longas horas de conversa e à Cláudia C. Didoné, minha amiga de todas as horas.

A todos meus familiares e amigos, que de uma forma ou outra estiveram presente nesta etapa da minha vida, obrigada.

RESUMO

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

ARRANJO DE PLANTAS E SEUS EFEITOS NA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS E TEOR DE ÓLEO EM CANOLA

AUTORA: CLEUSA ADRIANE MENEGASSI BIANCHI KRÜGER

ORIENTADOR: SANDRO LUIS PETTER MEDEIROS

Santa Maria, 20 de janeiro de 2011.

O ajuste do arranjo de plantas representa um dos termos de manejo fundamental para a canola mostrar reação positiva na capacidade de absorção de energia luminosa, nutrientes e água, o que reflete em maximizar a produção de fotoassimilados direcionados a planta e aos grãos. O objetivo deste trabalho foi verificar a interferência do arranjo de plantas sobre os componentes diretos e indiretos do rendimento de grãos em canola, incluindo também, a determinação dos efeitos proporcionados no conteúdo de óleo. Nesse sentido, foi desenvolvido um experimento nos anos agrícolas de 2008 e 2009 no Instituto Regional de Desenvolvimento Rural, pertencente ao Departamento de Estudos Agrários da Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul (IRDeR/DEAg/UNIJUÍ), localizada no município de Augusto Pestana, RS. Para o estudo dos diferentes arranjos de população, foram utilizados três espaçamentos entrelinhas (0,20, 0,40 e 0,60 m), quatro densidades de plantas por metro quadrado (20, 40, 60 e 80 plantas m⁻²) e utilizando dois híbridos de canola (Hyola 432 e Hyola 61). O delineamento experimental foi o de blocos completamente casualizados com quatro repetições, num esquema fatorial 2 x 3 x 4, para ano, genótipo e densidade de cultivo em três distintos espaçamentos entre linhas, respectivamente. Foram determinados os componentes direto e indiretos do rendimento de grãos, o conteúdo de óleo, caracteres morfológicos e adaptativos, bem como a soma térmica e a insolação durante o período de enchimento de grãos. O ano de cultivo foi mais efetivo em alterar o rendimento de grãos e demais caracteres diretos de produção em canola, bem como o teor de óleo, seguido do potencial genético de cultivar e de menor participação da densidade de cultivo. A cultivar Hyola 432 mostra maior efetividade em maximizar a produção de grãos em relação a Hyola 61, independente do ano, espaçamento entre linhas e densidade de cultivo. Além disso, no menor espaçamento de cultivo, os caracteres diretos e indiretos do rendimento de grãos apresentam elevados valores de herdabilidade e o caráter número de ramos terciários evidencia forte estabilidade quando submetido a variações no arranjo de plantas. A soma térmica não apresenta correlação com o rendimento de grãos e teor de óleo. Por outro lado, variáveis relacionadas ao ciclo da cultura apresentam associação com a soma térmica e com a insolação acumulada na fase de enchimento de grãos de canola.

Palavras-chave: *Brassica napus* L.. Densidade de plantas. Componentes do rendimento de grãos. Correlações. Variáveis climáticas. Caracteres adaptativos.

ABSTRACT

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

PLANTS ARRANGEMENT AND ITS EFFECTS ON GRAIN YIELD AND OIL CONTENT IN CANOLA

AUTHOR: CLEUSA ADRIANE MENEGASSI BIANCHI KRÜGER

ADVISER: SANDRO LUIS PETTER MEDEIROS

Santa Maria, January 20nd, 2011.

The adjustment plant arrangement is one of the fundamental management techniques for canola show positive reaction in the ability to absorb light energy, nutrients and water, which reflects on maximizing the production of photosynthate directed to the plant and grains. The aim of this study was to assess the interference of arrangement plant on direct and indirect components of yield in canola, and includes determining the effects produced in oil content. The study was conducted at the Instituto Regional de Desenvolvimento Rural do Departamento de Estudos Agrários da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (IRDeR/DEAg/UNIJUÍ) in Augusto Pestana, RS, involving the execution of three experiments for different spacing of 0.20, 0.40 and 0.60m. The experimental design consisted of a factorial arrangement in randomized blocks with four replicates of 2 x 2 x 4, for the crop year (2008 and 2009), genotype (Hyola 432 and 61) and plant density (20, 40, 60 and 80 plants m⁻²) in each set line spacing. Components were determined direct and indirect grain yield, oil content, morphological and adaptive, as well as the thermal and solar radiation during the grain filling. The year of cultivation was more effective in changing the grain yield and other traits in canola direct production and oil content, followed by the genetic potential to grow and smaller share of the planting density. The cv. Hyola 432 shows greater effectiveness in maximizing grain yield over Hyola 61 regardless of year, row spacing and planting density. Moreover, in the shortest space of culture, the character of direct and indirect yield high values of heritability and character number of tertiary branches shows stability when subjected to strong variations in the plants arrangement. The thermal shows no correlation with grain yield and oil content. On the other hand, variables related to the crop cycle are associated with the thermal and solar radiation accumulated in the grain filling stage of canola.

Keywords: *Brassica napus* L. Plant density. Yield grain components. Correlation. Meteorological variables. Trait adaptatives.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO I	16
Tabela 1 - Resumo das análises de variância para o rendimento de grãos e componentes do rendimento de grãos, em canola cultivada em espaçamento de 0,20, 0,40 e 0,60m entre linhas. Augusto Pestana, 2010.	33
Tabela 2 - Análise de médias para o rendimento de grãos e componentes do rendimento de grãos, em canola no espaçamento de 0,20m entre linhas, para as densidades de 20, 40, 60 e 80 plantas m ⁻² . Augusto Pestana, 2010.	34
Tabela 3 - Análise de médias para o rendimento de grãos e componentes do rendimento de grãos, em canola no espaçamento de 0,40m entre linhas para as densidades de 20, 40, 60 e 80 plantas m ⁻² . Augusto Pestana, 2010.	35
Tabela 4 - Análise de médias para o rendimento de grãos e componentes diretos do rendimento, em canola no espaçamento de 0,60m entre linhas, para as densidades de 20, 40, 60 e 80 plantas m ⁻² . Augusto Pestana, 2010.	36
ARTIGO II	37
Tabela 1 - Quadrados médios da análise de variância, médias, parâmetros genéticos e estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica (r_F) do rendimento de grãos e caracteres ligados ao rendimento de grãos em canola cultivada no espaçamento de 0,20m entre linhas. Augusto Pestana, 2010.....	56
Tabela 2 - Quadrados médios da análise de variância, médias, parâmetros genéticos e estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica (r_F) do rendimento de grãos e caracteres ligados ao rendimento de grãos em canola cultivada no espaçamento de 0,40m entre linhas. Augusto Pestana, 2010.....	57
Tabela 3 - Quadrados médios da análise de variância, médias, parâmetros genéticos e estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica (r_F) do rendimento de grãos e caracteres ligados a produção em canola cultivada no espaçamento de 0,60m entre linhas. Augusto Pestana, 2010.....	58
ARTIGO III	59
Tabela 1 - Quadrado médio da análise da variância para rendimento de grãos, teor de óleo, fases fenológicas, soma térmica dos dias da floração final a maturação e insolação acumulada no período de maturação da canola, cultivada em distintos espaçamentos entre linhas (0,20, 0,40 e 0,60m). Augusto Pestana, 2010.	80
Tabela 2 - Estatística descritiva e contribuição relativa de variáveis de importância agrônômica em canola. Augusto Pestana, 2010.	81
Tabela 3 - Coeficiente de correlação de Pearson entre variáveis de importância agrônômica e meteorológicas para a canola, cultivada em distintos espaçamentos entre linhas (0,20, 0,40 e 0,60m). Augusto Pestana, 2010.	82

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RG	rendimento de grãos
RGP	rendimento de grãos por planta
MMG	massa de mil grãos
NSP	número de síliquas por planta
NGP	número de grãos por síliqua
NGS	número de grãos por síliqua
MS	massa de síliqua
CS	comprimento de síliqua
NRS	número de ramos secundários
AIRS	altura da inserção do ramo secundário
CR	comprimento de ramo
NRT	número de ramos terciários
EST	estatura da planta
TO	teor de óleo
DEIF	dias da emergência ao início da floração
DEFF	dias da emergência ao final da floração
TDF	tempo de duração da floração
DEM	dias da emergência a maturação
DIFM	dias do início da floração a maturação
DFFM	dias do final da floração a maturação
ST	soma térmica do final da floração a maturação
IAC	insolação acumulada do final da floração a maturação

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 - Características químicas do solo e condições meteorológicas do período de cultivo da canola na área experimental. Augusto Pestana, 2010.....	88
ANEXO 2 - Precipitação e temperatura média do ar durante a condução do experimento, nos anos de 2008 (a) e 2009 (b). Augusto Pestana, 2010.	89

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
ARTIGO I	16
ARRANJO DE PLANTAS NA EXPRESSÃO DOS COMPONENTES DO RENDIMENTO DE GRÃOS DE CANOLA	16
Resumo	16
Abstract	17
Introdução	17
Material e métodos	19
Resultados e discussão.....	21
Conclusões	29
Referências	30
ARTIGO II	37
RELAÇÕES ENTRE CARACTERES LIGADOS A PRODUÇÃO EM CANOLA POR ALTERAÇÃO DO ARRANJO DE PLANTAS	37
Resumo	37
Abstract	38
Introdução	38
Material e métodos	40
Resultados e discussão.....	42
Conclusões	50
Referências	51
ARTIGO III	59
ARRANJO DE PLANTAS E VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS NA EXPRESSÃO DE CARACTERES AGRONÔMICOS EM CANOLA	59
Resumo	59
Abstract	60
Introdução	61
Material e métodos	62
Resultados e discussão.....	65
Conclusões	73
Referências	74
DISCUSSÃO	83
CONCLUSÃO	85
REFERÊNCIAS	86
ANEXOS	88

INTRODUÇÃO

A canola (*Brassica napus* L. var oleífera) vem se mostrando como uma importante espécie alternativa produtora de grãos no período de estação fria do ano nas condições do sul do Brasil. Isso se deve ao considerável potencial de produção de grãos e do óleo e o farelo serem de excelente qualidade para alimentação humana e animal (SANTOS et al., 1990; KRÜGER et al., 2010). Além disso, é uma espécie de grande potencial no sistema de rotação e/ou sucessão de culturas, proporcionando adequado ajuste com as espécies subseqüentes de verão, como a soja e o milho (COIMBRA et al., 2004; SILVA; FREITAS, 2008). De acordo com TOMM (2007), o emprego da canola na rotação de culturas pode diminuir a severidade de doenças causadas por fungos que sobrevivem nos restos culturais de milho e trigo, além de determinar grande disponibilidade de nitrogênio no solo pela reduzida relação C/N, proporcionando ao solo mais rápida liberação de nutrientes. Atualmente, em virtude da necessidade de obtenção de energia renovável e menos poluente ao ambiente, existe a perspectiva de que o óleo produzido por esta brassica seja, também destinado à utilização de combustível alternativo (SILVA; FREITAS, 2008; GAZZONI et al., 2009).

No Rio Grande do Sul, a cultura da canola tem apresentado maior incremento de cultivo na região noroeste do Estado. Isso tem ocorrido, principalmente, pelas condições de clima e de solo favoráveis, melhoria de tecnologia aplicada à cultura e pela introdução de híbridos mais produtivos e de maior estabilidade, em comparação as variedades de polinização aberta. Estas são de menor uniformidade na lavoura, resultando em maior dificuldade de colheita, e são suscetíveis a incidência do fungo causador da canela preta (*Leptosphaeria maculans/Phoma lingam*), devido a presença de alelos que conferem suscetibilidade em variedades de polinização aberta (CANOLA, 2010).

Em virtude de diferenças existentes entre os novos genótipos empregados, principalmente por serem provenientes de países que exportam sementes para o Brasil, da época de semeadura com grande amplitude de indicação, dos distintos níveis de tecnologia que são empregados na lavoura e, dos diferentes espaçamentos entre linhas na semeadura para ajuste com as culturas de soja e milho para facilitar o manejo, se verifica a necessidade de conhecer um arranjo de plantas ajustado em vista de tais considerações, principalmente alicerçado nos aspectos voltados ao ajuste de planta por modificações do espaçamento da entre linha e do número de plantas na linha para melhor arranjo populacional e,

consequentemente, incrementos no rendimento de grãos. Aliado a isso, a obtenção de uma maior uniformidade de maturação em canola pelo melhor arranjo de plantas na lavoura pode facilitar a colheita com menores perdas decorrentes da debulha. A modificação do arranjo de plantas determina a alteração do espaço aéreo e no solo ocupado pela mesma. Portanto, as culturas somente expressam o seu potencial produtivo máximo (produção de grãos, folhas, tubérculos, etc) em condições de ausência de fatores de estresse e com a máxima interceptação de radiação solar, o que justifica a necessidade do ajuste do arranjo do dossel em virtude da espécie, cultivar, e demais fatores que podem contribuir em sua expressão morfológica.

Na cultura da canola, as informações a respeito do arranjo de plantas (no que se refere ao espaçamento entre linhas e entre plantas na linha de cultivo) e seus reflexos na alteração da morfologia da planta e nos componentes indiretos e diretos de produção de grãos são escassas, além do que, é fundamental conhecer os efeitos na morfologia que a planta expressa para manutenção do equilíbrio de produção, dando suporte em aprimorar o manejo de lavoura. Em relação aos híbridos atuais, que apresentam alto vigor em razão da heterose, há pouca informação sobre o desempenho produtivo desta espécie causado por mudanças no espaçamento entre linhas e das plantas na linha, aliado a expressão fenotípica e genotípica de padrão de ciclo precoce e tardio nos genótipos empregados na região noroeste do Estado do RS. Conforme os indicativos tecnológicos para a produção de canola no Rio Grande do Sul, recomenda-se uma densidade populacional em torno de 40 plantas m^{-2} , o que, muitas vezes, nas observações de campo, pode não representar o dossel ideal de acordo com o manejo de cultivo e época de semeadura empregada na lavoura, pois não atende a uma uniformidade de distribuição de plantas (TOMM, 2007).

Portanto, existe a necessidade de estudos que visem estabelecer arranjos mais ajustados de forma a proporcionar, de modo simultâneo, incrementos consideráveis tanto na produção de grãos, uniformidade de maturação e conteúdo de óleo.

Os objetivos nesta tese de doutorado foram:

- 1) determinar a densidade de plantas que proporcione adequado arranjo de plantas, em relação aos espaçamentos entre linhas empregados, visando favorecer maior rendimento de grãos;
- 2) verificar se as alterações promovidas no arranjo populacional em genótipos híbridos de canola interferem no conteúdo de óleo presente no grão;
- 3) estimar as correlação entre os caracteres ligados ao rendimento de grãos, teor óleo e variáveis meteorológicas em diferentes arranjos populacionais;

4) analisar a herdabilidade dos distintos caracteres expressos em canola, a fim de esclarecer quais caracteres nesta espécie expressam maior interferência das modificações do ambiente ou do potencial genético do híbrido.

ARTIGO I

Arranjo de plantas na expressão dos componentes do rendimento de grãos de canola

RESUMO - A canola se apresenta como espécie de interesse agrônômico voltado para a produção de grãos e óleo no período de estação fria do ano. O ajuste no arranjo de plantas representa uma técnica de manejo que pode maximizar os componentes de produção. O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos proporcionados nos componentes diretos do rendimento de grãos e da produção final em canola por alterações do arranjo de plantas. O trabalho foi desenvolvido no Instituto Regional de Desenvolvimento Rural/IRDeR, pertencente ao DEAg da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, envolvendo a realização de três experimentos com dois híbridos com espaçamento entre linhas de 0,20, 0,40 e 0,60m. O desenho experimental consistiu de um arranjo fatorial em blocos ao acaso com quatro repetições do tipo 2 x 2 x 4, para ano de cultivo (2008 e 2009), genótipo (Hyola 432 e Hyola 61) e densidade de plantas (20, 40, 60 e 80 plantas m⁻²) em cada espaçamento entre linhas estabelecido. Os efeitos proporcionados pelo ano de cultivo são mais efetivos em alterar a produção de grãos e demais componentes do rendimento de grãos em canola, seguido do potencial genético da cultivar e com menor participação da densidade de cultivo. A cultivar Hyola 432 mostra maior produção de grãos em relação a Hyola 61, independente do ano, espaçamento entre linhas e densidade de cultivo.

Termos para indexação: *Brassica napus* L., densidade de plantas, interação genótipo x ambiente.

Plants arrangement in the expression of yield components of canola

ABSTRACT - The canola is a specie of agronomic interest turned to the grain and oil production during cold season. The adjustment of the plant arrangement is a management technique that can maximize the production components. The objective of this work was to evaluate the effects caused in the direct yield components and of final production in canola by changes in the plant arrangement. The study was conducted at the Instituto Regional de Desenvolvimento Rural – IRDeR/DEAg/UNIJUI, involving three t experiments with two hybrids with row spacing of 0.20, 0.40 and 0,60m. The experimental design consisted of a factorial arrangement in randomized blocks with four replicates for the cultivation years (2008 and 2009), genotypes (Hyola 61 and Hyola 432) and plant density (20, 40, 60 and 80 plants m⁻²). The effects of cultivation years are more effective in altering the grain production and other yield components in canola, followed by the genetic potential of cultivar and with smaller effect of the planting density. The Hyola 432 shows higher grain yield that Hyola 61, independent of year, row spacing and plant density.

Index terms: *Brassica napus* L., plant density, interaction genotype x environment

1. INTRODUÇÃO

Na safra 2010, houve crescimento de 45,9% na área de semeadura, com estimativa de 30 mil hectares e expectativas de produtividade mínima de grãos de 1200 kg ha⁻¹ Conab (2010). Esse incremento anual na área vêm ocorrendo, principalmente, em razão da espécie reduzir problemas fitossanitários de culturas de verão e, também, pela garantia de compra de

grãos pela agroindústria para a fabricação de ração e óleo comestível de relevantes qualidades nutricionais (Krüger et al., 2010).

A herança genética para o rendimento de grãos é muito complexa, atuando vários genes de pequeno efeito no fenótipo e com grande efeito do ambiente (práticas de manejo e fatores edafoclimáticos). Portanto, a ação desses genes sobre os processos fisiológicos pode ter interferência direta ou indireta no rendimento de grãos (Silveira et al., 2010). A formação do rendimento de grãos em canola é consequência da multiplicação dos componentes diretos que o compõem, representados pelo número de plantas por unidade de área, número de siliques por planta, número de grãos por síliqua e massa média de grãos, que vão se formando ao longo do seu ciclo, determinados possivelmente em cada subperíodo para compor o rendimento final (Coimbra et al., 1999).

Cada componente do rendimento de grãos em canola é influenciado pelo ambiente e pelas práticas agrônomicas, de tal forma que a distribuição de plantas em uma área pode modificar seu desenvolvimento vegetativo e reprodutivo (Thomas, 2003). Estas modificações estão relacionadas à competição entre indivíduos em consequência da variação no espaçamento entre linhas e na densidade de plantas na linha (Strieder et al., 2008).

A modificação no arranjo de plantas, via espaçamento entre linhas e/ou entre plantas, pode ser uma alternativa para se alcançar aumento da uniformidade de maturação e maior produção de grãos em canola. Para a canola de inverno, Diepenbrok (2000) verificou que a compensação na produção de grãos em baixas densidades de plantas é obtida via produção de maior área foliar, maior produção de ramos e siliques por plantas. O aumento da densidade de plantas em canola tende afetar os componentes do rendimento de grãos, modificando sua qualidade através do conteúdo de óleo e redução do índice de colheita da cultura (Leach et al., 1999; Angadi et al., 2003).

As informações sobre o arranjo de plantas para cultivares de canola são escassas, além do que a maioria dos estudos trata de variedades do padrão população, de resposta diferente dos genótipos hoje empregados em escala comercial, que expressam vigor híbrido. Nesse sentido, objetivou-se com o trabalho avaliar os efeitos proporcionados por alterações do arranjo de plantas nos componentes diretos do rendimento de grãos e da produção final em dois híbridos canola em dois anos de cultivo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos nos anos agrícolas de 2008 e 2009 no Instituto Regional de Desenvolvimento Rural (IRDeR), pertencente ao Departamento de Estudos Agrários (DEAg) da UNIJUÍ, localizado no município de Augusto Pestana (28° 26' 30,26" S, 54° 00' 58,31" W; altitude média de 298 m). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico Típico (Santos et al., 2006). O clima da região segundo classificação de Köppen é do tipo Cfa, com verão quente sem estação seca (Moreno, 1961).

O trabalho envolveu a realização de três experimentos com distintos espaçamentos entre linhas (0,20, 0,40 e 0,60m), alterando em cada situação, a densidade de plantas por área, com cultivares de canola de distintos ciclos de desenvolvimento bem como os anos de cultivo. Em cada espaçamento o desenho experimental consistiu de um arranjo fatorial 2x2x4 em blocos ao acaso com quatro repetições para ano de cultivo (2008 e 2009), genótipo (Hyola 432 e Hyola 61) e densidade de plantas (20, 40, 60 e 80 plantas m⁻²), respectivamente. A unidade experimental foi constituída de cinco linhas de cinco metros de comprimento, alterando a dimensão por área de acordo com o espaçamento entre linhas adotado, compondo parcelas de cinco (0,20m), dez (0,40m) e quinze (0,60m) metros quadrados.

Os manejos de correção do solo e a adubação de cobertura foram feitos de acordo com os resultados da análise de solo para produtividade de grãos de aproximadamente 1500 kg ha^{-1} . Foi aplicada adubação de cobertura de $60 \text{ kg de N ha}^{-1}$, na forma de uréia, no estágio fenológico de quatro folhas desenvolvidas (Meier, 2001), conforme indicações técnicas da cultura da canola propostas por Tomm (2007). A semeadura foi realizada nos anos de 2008 e 2009 na terceira semana de maio, de forma manual com quantidade de sementes superior a mínima necessária. No estágio 1, de duas a três folhas (Meier, 2001), as plantas foram desbastadas de forma a obter as densidades de plantas desejadas no estudo. As variáveis mensuradas foram: rendimento de grãos (RG), obtido pela colheita manual total da parcela e convertidos em kg ha^{-1} ; massa de mil grãos (MMG, em g) pela pesagem de uma amostra de 250 grãos coletados aleatoriamente do volume colhido na parcela e multiplicado por quatro. Para a avaliação do rendimento de planta individual e estimativa de seus componentes, foram retiradas de cada unidade experimental cinco plantas colhidas de forma aleatória, a fim de compor a média das seguintes determinações: a) rendimento de grãos por planta (RGP, em g planta^{-1}), pela trilha de cada planta individual; b) número de síliquas por planta (NSP, em unidade), pela contagem das síliquas de cada planta; c) número de grãos por síliquas (NGS, em unidade), obtido pela coleta ao acaso de 20 síliquas por planta e; d) número de grãos por planta (NGP, em unidade), obtido pelo produto entre a estimativa média do NSP e o NGS.

Os dados foram submetidos ao teste de hipótese (ANOVA) para a análise dos efeitos principais e de interação, e se necessário, teste de médias por Tukey a 5% de probabilidade de erro. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados com o auxílio do programa computacional Genes (Cruz, 2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram constatadas diferenças estatísticas mais pronunciadas nos efeitos principais ano e genótipo para o rendimento de grãos (RG) em canola (Tabela 1). A fonte de variação densidade de plantas não mostrou alteração no RG, independente do espaçamento entre linhas empregado, mostrando que ocorrem alterações nos componentes de produção de forma a estabilizar o RG, fenômeno conhecido como plasticidade fenotípica. Bradshaw, (1965) relatou que a estabilidade de produção das espécies agronômicas pode ser alcançada por alterações na morfologia das partes que a compõem, denominando de plasticidade fenotípica.

A interação genótipo x densidade no espaçamento 0,20m mostrou a maior magnitude de QM na alteração do RG (Tabela 1). Esse tipo de resposta também foi observado em outras culturas graníferas. Em trigo, Silveira et al. (2010) observaram que a adaptabilidade e a estabilidade do rendimento de grãos para a espécie estão altamente ligados as condições de densidade de plantas e do ano de cultivo, tornando importante conhecer genótipos adaptados a condições específicas e de comportamento previsível. No milho, Strieder et al. (2008), comentam que o rendimento de grãos é responsivo às condições de ambiente, seguido do tipo de híbrido empregado (simples, duplo e triplo). Na soja, espécie de maior semelhança em morfologia com a canola, Lima et al. (2008) encontraram valores de produtividade fortemente influenciada pelas condições do ambiente na alteração do local de cultivo, ano e genótipo.

A análise do rendimento de grãos por planta (RGP) evidenciou que todas as fontes de variação foram significativas no espaçamento de 0,20m (Tabela 1), destacando os valores mais expressivos de QM para ano e a densidade, o mesmo acontecendo para o número de síliquas por planta (NSP). Os resultados foram distintos comparado-se o RGP e RG, visto a ausência de diferenças na densidade de plantas sobre a produção final e com efeito significativo na análise da planta individual. Esta diferença pode estar relacionada a outros

componentes ligados ao rendimento final que não compõem unicamente os diretos do RG, como o número de síliques por planta (NSP), número de grãos por síliqua (NGS) e massa média de grãos (MMG). Além disso, o maior cuidado no processo da colheita da planta individual minimiza a quebra de estruturas e rompimento de síliques, perdas que são mais expressivas na colheita em “bulk”.

A diferença entre a avaliação do rendimento de grãos baseada nos componentes de rendimento com aquela observada pela colheita em área também foram constatados por Guidolin et al. (1998) e Navarro Júnior & Costa (2002), para feijão e soja, respectivamente, nos quais, em grande parte ocorre uma super estimativa da produção pela amostragem individual de planta.

A variável número de grãos por planta (NGP) no espaçamento de 0,20m também mostrou diferenças no QM em todas as fontes de variação (Tabela 1), destacando o ano de cultivo como de efeito mais pronunciado sobre a variável, com genótipo e densidade de plantas mostrando magnitudes similares na influência sobre o caráter. As diferenças verificadas no NGS para as fontes de variação ano e genótipo e da interação genótipo x densidade ratificam que ano de cultivo e a constituição genética de uma cultivar expressaram as maiores contribuições em alterar esta variável. Para tanto, a MMG foi o componente de produção que mostrou maior estabilidade fenotípica, inclusive, não evidenciando mudanças nos anos de avaliação (no espaçamento de 0,20m). Os resultados corroboram com a tendência de maior estabilidade no componente ligado ao enchimento de grãos, como constatado por Carvalho et al. (2008) e Silveira et al.(2010).

No espaçamento entre linhas de 0,40m, o ano de cultivo apresentou maior valor de QM para o RG, seguido do padrão genético da cultivar e a ausência de diferença para a densidade de plantas analisada de forma isolada (Tabela 1). Cabe destacar que foi verificada interação entre as fontes de variação ano e genótipo somente no espaçamento de 0,40m,

indicando a necessidade de conhecer o desempenho genético da cultivar frente a alterações de ano de cultivo, mesmo quando se altera o arranjo de plantas para esta espécie.

Na avaliação de RGP, para o espaçamento de 0,40m, observa-se que o QM do genótipo tem maior influência sobre esta variável, superando inclusive, os anos de avaliação, também observado no QM do maior espaçamento (0,60m), suportando as diferenças que ocorrem no RG em comparação ao RGP (Tabela 1). A densidade de plantas foi expressiva em na alteração do RGP, porém não interferiu o RG. Os efeitos principais de ano, genótipo e densidade determinaram alteração das variáveis NSP e NGP. No entanto, a interação ano x genótipo foi detectada no NGP e inexistente no NSP. O NGS foi alterado quando envolveu a comparação dos efeitos de ano, com ausência de diferenças nas demais fontes de variação. Cabe ressaltar, que a variável MMG também foi alterada pelo ano de cultivo e dos efeitos de interação ano x genótipo e genótipo x densidade.

Os efeitos principais ano e genótipo foram significativos em alterar a variável RG no espaçamento de 0,60m, tendo o genótipo proporcionando maior contribuição sobre o caráter indicado pela maior magnitude de QM (Tabela 1). Estes resultados similares foram obtidos por Jahson & Hanson (2003) e Coimbra et al. (2004) que encontraram ação mais efetiva da cultivar na alteração do RG quando em comparação a outros fatores de ambiente, como local e ano de cultivo. O forte efeito no genótipo parece estar alicerçado na necessidade da planta ocupar espaços que foram proporcionados no incremento do espaçamento de semeadura. Cabe ressaltar, concordância nesta condição com valores obtidos no RGP, fortalecendo essa constatação. Os efeitos significativos nas fontes de variação foram menos expressivos na condição de espaçamento de 0,60m do que os observados no de 0,20 e 0,40m, sugerindo que a maior exigência de expressão do potencial genético nesta situação foi direcionado a alterações na morfologia da planta, mantendo similares os caracteres ligados a produção.

Os valores da média geral do RG e do RGP mostraram tendências distintas (Tabela 1), visto que, o aumento de espaçamento entre linhas (0,20, 0,40 e 0,60m) proporcionou redução na média geral do RG na ordem de 1037, 941 e 848,12 kg ha⁻¹, enquanto o RGP, aumentou de produção com o incremento do espaçamento, apresentando valores de 9,87, 11,61 e 17,03 g planta⁻¹. Foi detectado por Krüger (2011) que os menores espaçamentos proporcionaram redução de ramos secundários e terciários na planta, o que pode ter favorecido a maturação fisiológica mais uniforme das siliques, acarretando em menores perdas no processo de colheita em “bulk”, ao passo que, maiores espaçamentos acarretam em incremento dos ramos e desuniformidade de siliques por ramo. Aliado a isto, à colheita da planta individual, tende reduzir as perdas pelo cuidado na coleta.

As respostas do arranjo de plantas em várias culturas com objetivo de aumentar o rendimento final de grãos é altamente dependente da espécie. Santos et al. (1990), observaram diminuição no rendimento de grãos de colza na medida em que se ampliou o espaçamento entre linhas de 20 para 60cm, confirmando os dados observados nesse trabalho. Para a cultura da soja, o uso de espaçamentos menores entre linhas tem favorecido a produção de grãos (Thomas et al., 1998; Rambo et al., 2003). Em feijão, Horn et al. (2000) não obtiveram aumentos no rendimento com a diminuição do espaçamento, enquanto que, Shimada et al. (2000) observaram que o aumento do espaçamento entre linhas determinou aumento nos componentes do rendimento, como número de legumes e de grãos por planta, promovendo maior produção por planta porém, o maior rendimento de grãos por área foi observado no menor espaçamento entre linhas, semelhante ao observado neste trabalho.

No ano de 2008, os valores de RG do genótipo Hyola 432 foram maiores em relação ao Hyola 61 em cada ponto de densidade populacional (Tabela 2), mas que, na densidade de 20 plantas m⁻² não foram constatados. Destaca-se neste ano agrícola, a densidade de 80 plantas m⁻² que maximizou o rendimento de grãos do Hyola 432, porém, as densidades de 20

a 80 plantas m^{-2} não mostraram alterações para o RG para o Hyola 61. No ano de 2009, as densidades de 40, 60 e 80 plantas m^{-2} diferiram entre os genótipos para RG. Contudo, os valores médios de RG foram maiores no ano de 2009, em comparação ao ano anterior, sendo a densidade de 80 plantas m^{-2} o de maior produção no Hyola 432, e no Hyola 61, na menor densidade de cultivo. O fato da maior produção de grãos ter ocorrido no ano de 2009 pode estar relacionado a maior precipitação pluvial ocorrida neste ano (total no ciclo= 1124mm) , principalmente durante o enchimento de grãos, já no ano de 2008 a precipitação durante o ciclo da cultura foi de 967mm, sendo a fase de maturação a de maior volume acumulado.

Não foram observadas diferenças entre as cultivares nas quatro de densidade de plantas para a variável RGP no ano de 2008 (Tabela 2). Por outro lado, em 2009 a densidade inferior (20 plantas m^{-2}) maximizou o RGP da Hyola 61 (28 g planta $^{-1}$). Nos dois anos o RGP foi expressivo na Hyola 61, considerando a menor densidade de plantas, com valores médios de 11 e 28 g planta $^{-1}$, respectivamente. A Hyola 432 maximizou o RGP no ano de 2009, alcançando o valor de 15 g planta $^{-1}$.

Na expressão do NSP, no espaçamento de 0,20m, foram observadas diferenças entre os dois genótipos apenas na menor densidade (20 plantas m^{-2}) no ano de 2008 (2008: Hyola 432=183 e Hyola 61= 234 NSP) e em 2009, a de 80 plantas m^{-2} também apresentou esta resposta (20 plantas m^{-2} : Hyola 432=303 e Hyola 61=572 NSP; 80 plantas m^{-2} : Hyola 432=184 e Hyola 61=281NSP) (Tabela 2).

Fato relevante foi a magnitude de expressão do NSP, que em densidade reduzida (20 plantas m^{-2}) mostrou valores mais elevados em comparação as demais densidades testadas (Tabela 2), o que corroborou em aumentar o NGP sob esta condição. Na análise do NGS as diferenças foram observadas apenas entre genótipos para a menor densidade de cultivo, destacando a Hyola 61 em relação a Hyola 432, com valores de 18 e 15 NGS, respectivamente. Para o efeito principal do ano de cultivo, o NGS foi superior no em 2008,

com 17 grãos, em comparação a 2009, com 14 grãos por síliqua.

Para cada nível tecnológico empregado em cultivos agrícolas existe uma densidade de plantas adequada que maximiza o uso dos recursos disponíveis, ou seja, densidade ótima para atingir a maior produtividade da lavoura naquele ambiente. Leach et al. (1999), observaram que a combinação densidade de plantas e espaçamento reduzido em canola de inverno tem demonstrando que as altas populações, na faixa de 50 a 100 plantas m^{-2} foram decisivas para maior rendimento de grãos. Porém, em maiores densidades, estes efeitos não se confirmaram no atual estudo, possivelmente em vista da competição inter e intra específica por água, nutrientes e radiação, além do aumento de pragas e doenças. Por outro lado, Angadi et al. (2003) observaram maximização da variável número de síliquas por planta na menor densidade em canola de primavera, fato atribuído às condições ambientais de cultivo, como a boa disponibilidade hídrica, sendo que os componentes do rendimento número de grãos por síliqua e a massa média de grãos não foram afetados pela densidade de plantas. Já, estudos realizados por Johnson & Hanson (2003) não constataram aumento na produtividade de canola em vista do uso de menor espaçamento, atribuindo estes resultados às interações entre o ambiente de cultivo e o padrão genético da cultivar.

Para o espaçamento de 0,40m, que envolve a análise de médias dos efeitos principais dos tratamentos e de interação, foi possível perceber que no ano de 2008 as diferenças para o RG entre os genótipos não foram observadas, independente das densidades de plantas (Tabela 3). Por outro lado, em 2009, superioridade no RG foi constatada para a Hyola 432 sobre a Hyola 61, também independente destas densidades. No ano de 2008 o efeito da densidade de plantas mostrou estabilidade para a Hyola 432 enquanto que para a Hyola 61 a densidade de 40 plantas m^{-2} foi mais expressiva para promover maior RG.

No RGP a Hyola 432 mostrou maior valor na densidade de 20 plantas m^{-2} diferindo das demais (Tabela 3). Por outro lado, a diferença entre as densidades não foram alteradas

para a Hyola 61. Fato relevante é que, nesta condição de manejo (espaçamento de 0,40m), as densidades de 20, 40 e 60 plantas m^{-2} mostraram rendimento superior da Hyola 432 sobre a Hyola 61. Para tanto, o NGP foi maximizado também na menor densidade de plantas.

Para a variável MMG, no que se refere a interação genótipo x ano, o genótipo Hyola 432 somente mostrou superioridade neste caráter sobre a Hyola 61 no ano de 2008 (Tabela 3). A Hyola 432 expressou mais enchimento de grãos em 2008 do que em 2009 e, com a Hyola 61 mostrando similaridade entre os dois anos de estudo. No RGP, com vistas à interação genótipo x ano, a Hyola 432 teve rendimento de grãos superior para o ano de 2009, enquanto a Hyola 61 apresentou similaridade entre os anos. No entanto, independente dos dois anos de avaliação, a Hyola 432 mostrou superioridade na produtividade de grãos, mostrando uma maior tendência a estabilidade fenotípica em relação a Hyola 432.

No NSP, o ano de 2009 foi superior comparado a 2008 (Tabela 3). Para o NGS, a resposta foi contrária, com valores de 17 e 14 grãos por síliqua nos anos de 2008 e 2009, respectivamente. Além disso, a média geral entre cultivares mostrou diferenças com superioridade da Hyola 432 neste caráter (NSP=257) sobre o Hyola 61 (NSP=206). As variáveis NSP e o NGP diferiram apenas na densidade de cultivo, sendo que a redução da densidade de plantas no espaçamento de 0,40 m alterou de modo expressivo estas variáveis com valores de 310 síliquas e 5075 grãos, respectivamente.

Para as culturas de verão, como a soja e o milho, o espaçamento de cultivo de 0,40m entre linhas tem sido largamente utilizado. Em vista disso, os agricultores da região noroeste do RS optam por este espaçamento no momento da semeadura da canola, por apresentar vantagens como menor mão de obra, por evitar modificações na semeadura adaptada para as culturas de verão e, proporciona melhor distribuição de sementes por sulco, devido à menor velocidade de trabalho (Reunião Técnica Anual de Milho e Sorgo, 2009).

O genótipo Hyola 432 mostrou superioridade sobre o Hyola 61 para a variável RGP

em todas as densidades de plantas no espaçamento de 0,60m (Tabela 4). Além disso, a maior densidade de plantas na Hyola 432 reduziu o valor de RGP. O NSP mostrou melhores resultados nas densidades de 20 e 40 plantas m^{-2} , de forma que na Hyola 61, apenas a menor densidade mostrou melhores resultados. O incremento de planta por unidade de área a partir da densidade de 40 plantas m^{-2} , minimizou a expressão do NSP na Hyola 432. Os resultados de NGP e NSP indicam que a redução da densidade de plantas maximiza a produção individual de grãos, independente dos genótipos testados (Hyola 432=7928 grãos; Hyola 61=7475 grãos), mostrando maior estabilidade na densidade de 40 plantas m^{-2} , fato também observado por Rambo et al. (2003) com a cultura da soja.

No ano de 2008, os valores de MMG para a Hyola 432 no espaçamento de 0,60m foram superiores aos de 2009 (Tabela 4), sendo observado efeito inverso para a Hyola 61, dando suporte em inferir que, por se tratar de um genótipo (Hyola 61) que apresenta maior comprimento de ramos sob menores densidades de cultivo, poderia, de certa forma, reduzir a MMG, em virtude da maior partição de fotoassimilados ao maior comprimento de ramo, como também observado em soja por Thomas et al.(1998).

A Hyola 432 se destacou como genótipo de maior enchimento médio de grãos (4 g) no ano de 2008 (Tabela 4). Os anos de cultivo não influenciaram o RGP, sendo a Hyola 432 superior a Hyola 61, nos dois anos testados. Na avaliação dos efeitos principais para RG, NSP e NGP, o ano de 2009 foi superior ao de 2008, com valores médios de 917 $kg\ ha^{-1}$, 359 síliquas e 6797 grãos, respectivamente. Considerando a média geral, a produção da Hyola 432 foi significativamente superior a Hyola 61, com 931 e 765 $kg\ ha^{-1}$, respectivamente.

Quanto ao uso de espaçamentos maiores, como o de 0,60m na canola, pode ser justificado pelo fato das alterações no microclima serem favoráveis para os controles fitossanitários (Zabot, 2009), pois a eficácia das medidas de controle de patógenos está na escolha de fungicidas, momento ideal para aplicação e volume de calda, mas também de

fatores relacionados à penetração e cobertura de todo dossel (Madalosso et al., 2006). Aliado a isso, o espaçamento maior entre linhas determina maior quantidade de luz incidente no interior do dossel favorecendo maior produtividade de grãos, a qual seria explicada por uma relação linear entre fitomassa produzida e a energia radiante absorvida ao longo do ciclo em grande número de espécies (Tollenaar & Bruulsema, 1988). Entretanto, Kunz et al. (2007), mencionam que esta relação está ligada a fatores como forma, densidade populacional e espaçamento entre linhas que afetam a distribuição da área foliar na área.

Para a canola, o aumento do espaçamento entre linhas não contribuiu para o maior rendimento de grãos. Fato semelhante ao observado por Zabot (2009) em soja, sendo que a maior quantidade de luz incidente no interior do dossel não promoveu maior rendimento de grãos e se refletiu em maximizar o surgimento de espécies invasoras.

4. CONCLUSÕES

1. Os efeitos proporcionados pelo ano de cultivo são mais efetivos em alterar a produção de grãos e demais componentes do rendimento de grãos em canola, seguido do potencial genético da cultivar e com menor participação da densidade de cultivo.

2. A cultivar Hyola 432 mostra maior produção de grãos em relação a Hyola 61, independente do ano, espaçamento entre linhas e densidade de cultivo.

REFERÊNCIAS

- ANGADI, S.V.; CUTFORTH, H.W.; Mc CONKEY, B.G.; GAN, Y. Yield adjustment by canola grown at different plant populations under semiarid conditions. **Crop Science**, v.43, p.1358-1366, 2003.
- BRADSHAW, A.D. Advances in genetics. In: CASPARY, E.M. & THODAY, J.M. (Ed.). **Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants**. New York: Academic Press, 1965. p.115-155.
- COIMBRA, J.L.M.; GUIDOLIN, A.F.; JÚNIOR, A.M.; SANGOI, L.; ENDER, M.; CARVALHO, F.I.F. Estabilidade fenotípica em genótipos de canola no planalto catarinense. **Científica Rural**, v.4, p.74-82, 1999.
- COIMBRA, J.L.M. GUIDOLIN, A.F.; ALMEIDA, M.L.; SANGOI, L.; ENDER, M.; JÚNIOR, A.M. Análise de trilha dos componentes do rendimento de grãos em genótipos de canola. **Ciência Rural**, v. 34, p. 1421-1428, 2004.
- CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2009/2010**-Décimo Segundo Levantamento-Setembro de 2010. 2010, 47p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 05 set. 2010.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes**: versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648 p.
- DIEPENBROK, W. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. **Field Crops Research**. v. 67; p. 35-49. 2000.
- GUIDOLIN, A.F.; JÚNIOR, A.M.; ENDER, M; SANGOI, L.; DUARTE, I.A. Efeitos do arranjo e da população de plantas sobre o crescimento do feijão em semeadura tardia. **Ciência Rural**, v. 28, p. 547-551, 1998.
- HORN, F.L; SCHUCH, L.O.B; SILVEIRA, E.P.; ANTUNES, I.; VIEIRA, J.C.; MARCHIORO, G.; MEDEIROS, D.F.; SCWENGBER, E. Avaliação de espaçamentos e populações de plantas de feijão visando à colheita mecanizada direta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.41-46, 2000.
- JOHNSON, B. L.; HANSON, B. K. Row-Spacing interactions on spring canola performance in the northern great plains. **Agronomy Journal**, v. 95, p. 703-708, 2003.
- KUNZ, G.; BERGONCI, J.I.; BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G.A.; HECKLER, B.M; COMIRAN, F. Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo, espaçamento e disponibilidade hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1511-1520, 2007.

- KRÜGER, C.A.M.B. **Arranjo de plantas e seus efeitos na produtividade de grãos e teor de óleo em canola**. 2011. 89 p. Tese (Doutorado)–Universidade Federal da Santa Maria, Santa Maria.
- KRÜGER, C.A.M.B; SILVA, A.J. da; BACH, S.; DAMBRÓS, D.; SANTOS, C.D.; BANDEIRA, T.P.; BATISTTI, G.C.; WENTZ, R.; MEDEIROS, S.L.P.; SILVA, J.A.G. da. Percentual de óleo em canola cultivada sob diferentes arranjos de plantas. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 18., 2010, IJUÍ. **ANAIS**. IJUÍ: UNIJUÍ, 2010.
- 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, 173-180. 1999.
- LIMA, W.F.; PÍPOLO, A.E.; MOREIRA, J.U.V.; CARVALHO, C.G.P.; PRETE, C.E.C.; ARAIS, C.A.A.; OLIVEIRA, M.F.; SOUSA, G.E.; TOLEDO, J.F.F. Interação genótipo-ambiente de soja convencional e transgênica resistente a glifosato, no Estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.729-736, 2008.
- MADALOSSO, M.G.; DEBORTOLI, M.P.; MENEGHETTI, R.C.; DIDONE, H.; CERBARO, L.; GULART, C.; MOREIRA, M.T.; DEBONA, D.; FAVERA, D.D.; BALARDIN, R.S. **Tecnologia de Aplicação & Manejo Cultural: Binômio da Produção**. UFSM. Santa Maria, 2006. (Informativo Técnico, n. 24).
- MEIER, U. **Growth stages of mono-and dicotyledonous plants**. Berlin: Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001. 158p. (BBCH Monograph).
- MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura. 1961, 46p.
- NAVARRO JÚNIOR, H. M.; COSTA, J.A. Expressão do potencial de rendimento de cultivares de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, p.275-279, 2002.
- RAMBO, L.; COSTA, J.A.; PIRES, J.L.F; PARCIANELLO, G.; FERREIRA, F.G. Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. **Ciência Rural**, v.33, p. 405-411, 2003.
- REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 54.; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 37., 2009, Veranópolis. **Indicações técnicas para o cultivo de milho e sorgo no Rio Grande do Sul: 2009/2010 E 2010/2011**. Veranópolis: FEPAGRO, 2009. 179p.
- SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; OLIVEIRA, J.B. de; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F.; CUNHA, T.J.F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

- SANTOS, H.P., LHAMBY, J.C.B., DIAS, J.C.A. Efeito do espaçamento e da densidade de semeadura sobre o comportamento agrônomo da colza. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, p. 701-707, 1990.
- SHIMADA, M.M.; ARF, O.; SÁ, M.E. Componentes do rendimento e desenvolvimento do feijoeiro de porte ereto sob diferentes densidades populacionais. **Bragantia**, v. 59, p.181-187, 2000.
- SILVEIRA, G. da; CARVALHO, F.I.F; OLIVEIRA, A.C.; VALÉRIO, I.P.; BENIN, G.; RIBEIRO, G.; CRESTANI, M.; LUCHE, H.S.; SILVA, J.A.G. Efeito da densidade de semeadura e potencial de afilhamento sobre a adaptabilidade e estabilidade em trigo. **Bragantia**, v. 69, p.63-70. 2010.
- STRIEDER, M.L.; SILVA, P.R.; RAMBO, L.; SANGOI, L.; SILVA, A.A.; ENDRIGO, P.C.; JANDREY, D.B. Crop management systems and maize grain yield under narrow row spacing. **Scientia Agrícola**, v. 65, p.346-353. 2008.
- THOMAS, A.L., COSTA, J.A.; PIRES, J.L. Rendimento de grãos de soja afetado pelo espaçamento entre linhas e fertilidade do solo. **Ciência Rural**, Dez, v. 28, n. 4, p. 543-546, 1998.
- THOMAS, P. **Canola grower's manual**. Winnipeg: Canola Council of Canada, 2003. Disponível em: http://www.canolacouncil.org/canola_growers_manual.aspx. Acesso em: 15 set 2010.
- TOLLENAAR, M.; BRUULSEMA, T.W. Efficiency of maize dry matter production during periods of complete leaf area expansion. **Agronomy Journal**, v.80, p.580-585, 1988.
- TOMM, G.O. **Indicativos tecnológicos para a produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 68p. (Embrapa Trigo. Sistema de produção, 4).
- ZABOT, L. **Caracterização agrônoma de cultivares transgênicas de soja cultivadas no Rio Grande do Sul**. 2009. 280f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

Tabela 1 - Resumo das análises de variância para o rendimento de grãos e componentes do rendimento de grãos, em canola cultivada em espaçamento de 0,20, 0,40 e 0,60m entre linhas.

Augusto Pestana, 2010.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio 0,20m					
		RG	RGP	MMG	NSP	NGP	NGS
Bloco	3	58613	13,90	0,16	868	758843	1,60
Ano (A)	1	2954058*	362,42*	0,01 ^{ns}	166668*	53661118*	108,42*
Genótipo (G)	1	1289161*	71,19*	0,20 ^{ns}	56050*	36073537*	28,22*
Densidade (D)	3	66923 ^{ns}	282,41*	0,46 ^{ns}	101062*	34452950*	2,60 ^{ns}
A x G	1	15860 ^{ns}	25,62*	2,17*	14580*	6846726*	2,32 ^{ns}
A x D	3	174526*	80,54*	0,89 ^{ns}	30238*	10374603*	2,26 ^{ns}
G x D	3	391368*	72,18*	0,20 ^{ns}	24095*	11047282*	3,14*
A x G x D	3	85519*	31,85*	0,29 ^{ns}	13800*	5401954*	1,37 ^{ns}
Erro	45	25486	5,11	0,34	2839	1114528	2,30
Total	63	-	-	-	-	-	-
Média Geral	-	1037,00	9,87	3,70	207,00	3684,00	16,16
CV (%)	-	19,39	22,91	15,90	25,64	28,65	9,38
Fonte de variação	GL	Quadrado médio 0,40m					
		RG	RGP	MMG	NSP	NGP	NGS
Bloco	3	6709	35,22	0,30	13332	5380573	4,40
Ano (A)	1	1118702*	220,15*	3,56*	85118*	25742939*	133,11*
Genótipo (G)	1	890451*	568,22*	0,43 ^{ns}	59170*	12654027*	1,78 ^{ns}
Densidade (D)	3	13413 ^{ns}	121,19*	0,25 ^{ns}	42154*	17502400*	0,68 ^{ns}
A x G	1	547581*	79,43*	2,52*	23409 ^{ns}	6633200*	2,76 ^{ns}
A x D	3	20178 ^{ns}	0,97 ^{ns}	0,39 ^{ns}	1112 ^{ns}	384397 ^{ns}	2,89 ^{ns}
G x D	3	36620	37,24*	0,49*	7998 ^{ns}	3450009 ^{ns}	2,37 ^{ns}
A x G x D	3	102675*	8,30 ^{ns}	0,12 ^{ns}	3628 ^{ns}	10957770 ^{ns}	2,87 ^{ns}
Erro	45	29442	12,14	0,20	5035	1582436	2,23
Total	63	-	-	-	-	-	-
Média Geral	-	941,00	11,61	3,54	237,37	4223,00	16,30
CV (%)	-	18,21	30,00	12,72	29,89	29,78	9,17
Fonte de variação	GL	Quadrado médio 0,60m					
		RG	RGP	MMG	NSP	NGP	NGS
Bloco	3	51730	98,72	0,22	19150	12871264	7,05*
Ano (A)	1	283729*	132,25*	0,01 ^{ns}	50323*	17547456*	352,50*
Genótipo (G)	1	440613*	676,00*	0,45 ^{ns}	43108*	11627247*	1,38 ^{ns}
Densidade (D)	3	12745 ^{ns}	157,22 ^{ns}	0,67 ^{ns}	64841*	20663292*	6,23*
A x G	1	4100 ^{ns}	14,06*	2,48*	1181 ^{ns}	434775 ^{ns}	7,15 ^{ns}
A x D	3	10235 ^{ns}	2,16 ^{ns}	0,24 ^{ns}	947 ^{ns}	402279 ^{ns}	5,01 ^{ns}
G x D	3	31179 ^{ns}	90,41*	0,36 ^{ns}	75294*	19834807*	6,21*
A x G x D	3	10242 ^{ns}	7,72 ^{ns}	0,20 ^{ns}	3260 ^{ns}	1106688 ^{ns}	1,72 ^{ns}
Erro	45	17305	19,17	0,18	7624	2474455	2,11
Total	63	-	-	-	-	-	-
Média Geral	-	848,00	17,03	3,73	331,00	6269,00	16,52
CV (%)	-	15,51	25,37	11,40	26,33	25,08	8,79

GL = Graus de liberdade; CV = Coeficiente de variação; * Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey, ^{ns} Não significativo, RG = Rendimento de grãos, em Kg ha⁻¹; MMG = Massa de mil grãos, em g; RGP = Rendimento de grãos por planta, em g planta⁻¹; NSP= número de síliquas por planta, em unidade; NGP= número de grãos por planta, em unidade; NGS= número de grãos por síliqua, em unidade.

Tabela 2 - Análise de médias para o rendimento de grãos e componentes do rendimento de grãos, em canola no espaçamento de 0,20m entre linhas, para as densidades de 20, 40, 60 e 80 plantas m⁻². Augusto Pestana, 2010.

Genótipo	RG (kg ha ⁻¹)							
	2008				2009			
	20	40	60	80	20	40	60	80
Hyola 432	781Ba	846Ba	923Ba	1242Aa	1314Ba	1211Ba	1368Ba	1743Aa
Hyola 61	574Aa	586Ab	594Ab	608Ab	1381Aa	966Bb	1091Bb	939Bb

Genótipo	RGP (g planta ⁻¹)							
	2008				2009			
	20	40	60	80	20	40	60	80
Hyola 432	9,0Aa	6,9Aa	6,0Aa	6,3Aa	15,0Ab	10,0Ba	8,5Ba	8,5Ba
Hyola 61	11,0Aa	7,2Ba	4,6Ca	8,0Ba	28,0Aa	7,0Ba	8,2Ba	12,0Ba

Genótipo	NSP (n°)							
	2008				2009			
	20	40	60	80	20	40	60	80
Hyola 432	183Ab	147Ba	137Ba	131Ba	303Ab	212Ba	197Ba	184Bb
Hyola 61	234Aa	158Ba	152Ba	179Ba	572Aa	187Ba	202Ba	281Ba

Genótipo	NGP (n°)							
	2008				2009			
	20	40	60	80	20	40	60	80
Hyola 432	2963Ab	2458Ba	1907Ba	2181Ba	4908Ab	3548Ba	2590Ba	3040Ba
Hyola 61	4433Aa	2956Ba	1954Ca	3425Ba	10847Aa	2931Ba	3516Ba	5417Ba

Genótipo	NGS (n°)							
	20		40		60		80	
Hyola 432	15Ab		15Aa		15Aa		15Aa	
Hyola 61	18Aa		15Aa		15Aa		17Aa	

Ano	NGS (n°)
2008	17a
2009	14b

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de significância. 2008 e 2009 = anos de cultivo; 20, 40, 60 e 80 = densidade de plantas m⁻²; RG = Rendimento de grãos, em Kg ha⁻¹; MMG = Massa de mil grãos, em g; RGP = Rendimento de grãos por planta, em g planta⁻¹; NSP= número de siliques por planta, em unidade; NGP= número de grãos por planta, em unidade; NGS= número de grãos por síliqua, em unidade.

Tabela 3 - Análise de médias para o rendimento de grãos e componentes do rendimento de grãos, em canola no espaçamento de 0,40m entre linhas para as densidades de 20, 40, 60 e 80 plantas m⁻². Augusto Pestana, 2010.

Genótipo	RG (kg.ha ⁻¹)								
	2008				2009				
	20	40	60	80	20	40	60	80	
Hyola 432	976Aa	753Aa	856Aa	752Aa	1150Aa	1287Aa	1338Aa	1362Aa	
Hyola 61	638Ba	983Aa	777Ba	739Ba	886Aa	852Aa	883Aa	831Ab	
Genótipo	RGP (g.planta ⁻¹)								
	20	40	60	80	20	40	60	80	
Hyola 432	20Aa	12,0Ba	14,0Ba	11,0Ba	14,0Ba	12,0Ba	11,0Ba	11,0Ba	
Hyola 61	10Ab	7,2Ab	9,1Ab	7,8Ab	9,1Ab	8,5Ab	7,8Aa	7,8Aa	
Genótipo	MMG (g)								
	2008					2009			
Hyola 432	4,0Aa					3,1Ba			
Hyola 61	3,5Ab					3,4Aa			
Genótipo	RGP (g.planta-1)								
	2008					2009			
Hyola 432	11,0Ba					17,0Aa			
Hyola 61	7,8Ab					9,3Ab			
Genótipo	NGP (n°)								
	2008					2009			
Hyola 432	3711Ba					5624Aa			
Hyola 61	3446Aa					4091Ab			
Ano	NSP (n°)				NGS (n°)				
2008	200b				17a				
2009	273a				14b				
Genótipo	NSP (n°)								
	257a				206b				
Hyola 432	257a				206b				
Hyola 61	206b								
Variável	20	40	60	80	20	40	60	80	
NSP (n°)	310A	194B	231B	211B	310A	194B	231B	211B	
NGP (n°)	5705A	3363B	4188B	3636B	5705A	3363B	4188B	3636B	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de significância. 2008 e 2009 = anos de cultivo; 20, 40, 60 e 80 = densidade de plantas m⁻²; RG = Rendimento de grãos, em Kg ha⁻¹; MMG = Massa de mil grãos, em g; RGP = Rendimento de grãos por planta, em g planta⁻¹; NSP= número de síliquas por planta, em unidade; NGP= número de grãos por planta, em unidade; NGS= número de grãos por síliqua, em unidade.

Tabela 4 - Análise de médias para o rendimento de grãos e componentes diretos do rendimento, em canola no espaçamento de 0,60m entre linhas, para as densidades de 20, 40, 60 e 80 plantas m⁻². Augusto Pestana, 2010.

Genótipo	RGP (g planta ⁻¹)			
	20	40	60	80
Hyola 432	24Aa	24Aa	22Aa	18Ba
Hyola 61	17Ab	12Bb	12Bb	10Cb
Genótipo	NSP (n°)			
	20	40	60	80
Hyola 432	419Aa	471Aa	336Ba	313Ba
Hyola 61	393Aa	253Bb	222Bb	239Bb
Genótipo	NGP (n°)			
	20	40	60	80
Hyola 432	7928Aa	8413Aa	6325Ba	5997Ba
Hyola 61	7475Aa	4913Bb	4444Bb	4659Bb
Genótipo	MMG (g)			
	2008		2009	
Hyola 432	4,0Aa		3,6Ba	
Hyola 61	3,4Bb		3,8Aa	
Genótipo	RGP (g planta ⁻¹)			
	2008		2009	
Hyola 432	18Aa		22Aa	
Hyola 61	12Ab		14Ab	
Ano	RG (kg ha ⁻¹)	NSP (n°)	NGP (n°)	NGS (n°)
2008	781b	303b	5741b	18a
2009	917a	359a	6797a	14b
Genótipo	RG (kg ha ⁻¹)			
	Hyola 432			
	Hyola 61			

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de significância. 2008 e 2009 = anos de cultivo; 20, 40, 60 e 80 = densidade de plantas m⁻²; RG = Rendimento de grãos, em Kg ha⁻¹; MMG = Massa de mil grãos, em g; RGP = Rendimento de grãos por planta, em g planta⁻¹; NSP= número de síliquas por planta, em unidade; NGP= número de grãos por planta, em unidade; NGS= número de grãos por síliqua, em unidade.

ARTIGO II

RELAÇÕES ENTRE CARACTERES LIGADOS A PRODUÇÃO EM CANOLA POR ALTERAÇÃO DO ARRANJO DE PLANTAS

RESUMO

As estimativas de correlação e herdabilidade representam informações valiosas aos programas de melhoramento e no manejo de plantas de espécies cultivadas. O objetivo do trabalho foi avaliar a relação existente em caracteres da planta de canola ligados aos componentes diretos e indiretos do rendimento de grãos e daqueles que influenciam em sua morfologia. Além disso, empregando a estimativa de herdabilidade como forma de prever a estabilidade do caráter. O trabalho foi desenvolvido no Instituto Regional de Desenvolvimento Rural, pertencente ao DEAg/UNIJUÍ, envolvendo a realização de três experimentos distintos para espaçamento entre linhas de 0,20, 0,40 e 0,60m. O desenho experimental consistiu de um arranjo fatorial em blocos ao acaso com quatro repetições do tipo 2 x 2 x 4, para ano de cultivo (2008 e 2009), genótipo (Hyola 432 e Hyola 61) e densidade de plantas (20, 40, 60 e 80 plantas m⁻²) em cada espaçamento entre linhas estabelecido. O rendimento de grão por área e de planta individual apresentam maiores herdabilidades no menor espaçamento entre linhas. Os componentes do rendimento número de síliquas e de grãos por planta são aqueles que evidenciam maior efetividade na relação direta e positiva com o rendimento de grãos.

Palavras-chave: *Brassica napus* L., correlação, espaçamento entre linhas, densidade de plantas, caracteres morfológicos, componentes do rendimento.

RELATIONS BETWEEN TRAITS ASSOCIATED WITH CANOLA PRODUCTION BY CHANGING OF THE PLANT ARRANGEMENT

ABSTRACT

The correlation coefficients and heritability represent valuable information for breeding programs and management of plants cultivated species. The objective was to evaluation in canola related traits to direct and indirect components of grain yield and those that influence its morphology. Moreover, using the estimate of heritability as a predictor of the trait stability. The study was conducted at the Instituto Regional de Desenvolvimento Rural of DEAg/UNIJUÍ, involving the performance of three different experiments for spacing 0.20, 0.40 and 0.60m. The experimental design consisted of a factorial arrangement in randomized blocks with four replicates of kind 2 x 2 x 4, for the crop year (2008 and 2009), genotype (Hyola 432 and 61) and plant density (20, 40, 60 and 80 plants m⁻²) in each set line spacing. The grain yield per area unit and individual plant has higher heritability in narrow rows. The yield components number of pods and seeds per plant are those that show greater effectiveness in direct relationship with grain yield.

Keywords: *Brassica napus L.*, correlation, row spacing, plant density, morphological traits, yield components.

1. INTRODUÇÃO

As medidas de correlação entre os caracteres que compõem os componentes do rendimento de grãos podem auxiliar em aumento da produtividade das culturas, indicando

alternativas quando se conhece os reflexos da alteração de um caráter sobre a expressão de outro (s) com ele relacionado (BENIN et al., 2009).

A correlação fenotípica entre os caracteres é a única que pode ser diretamente medida (FALCONER E MACKAY, 1996) podendo dar subsídios nos componentes do rendimento de grãos que podem ser alterados para atender uma maior produtividade (COIMBRA et al., 2004). Este caráter é descrito como produto de vários componentes que o compõem (FRANCO E CARVALHO, 1989). Em canola, os diretos é função da densidade populacional, número de síliques por planta, número de grãos por síliqua e da massa de grãos. E, daqueles indiretos, tais como comprimento de síliqua, comprimento e número de ramos, entre outros (DIEPENBROK, 2000). Portanto, alterações promovidas nestas estruturas podem determinar em modificações no rendimento final.

A expressão dos componentes que constituem a planta pode ser entendida de forma mais eficiente através da natureza e intensidade das variações de origem genética e de ambiente que atuam sobre o fenótipo, sendo a herdabilidade o efeito cumulativo de todos os locos que o afetam. Portanto, conhecida a herdabilidade, pode ser dimensionado a intensidade com que as variações de ambiente afetam sua expressão (AMORIM et al., 2008). As estimativas de herdabilidade segundo CARVALHO et al., (2001), podem ser facilmente obtidas com base nos componentes de variância por intermédio da estimativa do quadrado médio da anova em um experimento com repetições de igual número de plantas ou parcelas.

O incremento da produção final de uma cultura esta relacionada com os seus componentes diretos e indiretos do rendimento e suas relações, aliado a estimativa dos parâmetros genéticos como forma de conhecer os componentes da variância fenotípica responsáveis na expressão destes caracteres, dando subsídios em identificar aqueles de maior ou menor estabilidade de sua expressão (SILVA et al., 2005; CARVALHO et al., 2001).

O objetivo do trabalho foi avaliar a relação existente em caracteres da planta de canola ligados aos componentes diretos e indiretos do rendimento de grãos e daqueles que possuem maior herdabilidade, estimando-se os componentes da variância fenotípica para avaliar a estabilidade de sua expressão.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos nos anos agrícolas de 2008 e 2009 no Instituto Regional de Desenvolvimento Rural (IRDeR), pertencente ao Departamento de Estudos Agrários (DEAg) da UNIJUÍ, localizado no município de Augusto Pestana (28° 26' 30,26" S, 54° 00' 58,31" W; altitude média de 298 m). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico Típico (Santos et al., 2006). O clima da região segundo classificação de Köppen é do tipo Cfa, com verão quente sem estação seca (Moreno, 1961).

O trabalho envolveu a realização de três experimentos com distintos espaçamentos entre linhas (0,20, 0,40 e 0,60m), alterando em cada situação, a densidade de plantas por área, com cultivares de canola de distintos ciclos de desenvolvimento bem como os anos de cultivo. Em cada espaçamento o desenho experimental consistiu de um arranjo fatorial 2x2x4 em blocos ao acaso com quatro repetições para ano de cultivo (2008 e 2009), genótipo (Hyola 432 e Hyola 61) e densidade de plantas (20, 40, 60 e 80 plantas m⁻²), respectivamente. A unidade experimental foi constituída de cinco linhas de cinco metros de comprimento, alterando a dimensão por área de acordo com o espaçamento entre linhas adotado, compondo parcelas de cinco (0,20m), dez (0,40m) e quinze (0,60m) metros quadrados.

Os manejos de correção do solo e a adubação de cobertura foram feitos de acordo com os resultados da análise de solo para produtividade de grãos de aproximadamente 1500 kg ha⁻¹. Foi aplicada adubação de cobertura de 60 kg de N ha⁻¹, na forma de uréia, no estágio

fenológico de quatro folhas desenvolvidas (Meier, 2001), conforme indicações técnicas proposta por Tomm (2007). A semeadura foi realizada nos anos de 2008 e 2009 na terceira semana de maio, de forma manual com quantidade de sementes superior a mínima necessária. No estágio 1, de duas a três folhas (Meier, 2001), as plantas foram desbastadas de forma a obter as densidades de plantas desejadas no estudo. As variáveis mensuradas foram: rendimento de grãos (RG), obtido pela colheita manual total da parcela e convertidos em kg ha^{-1} ; massa de mil grãos (MMG, em g) pela pesagem de uma amostra de 250 grãos coletados aleatoriamente do volume colhido na parcela e multiplicado por quatro. Para a avaliação do rendimento de planta individual e estimativa de seus componentes, foram retiradas de cada unidade experimental cinco plantas colhidas de forma aleatória, a fim de compor a média das seguintes determinações: a) rendimento de grãos por planta (RGP, em g planta^{-1}), pela trilha de cada planta individual; b) número de síliquas por planta (NSP, em unidade), pela contagem das síliquas de cada planta; c) número de grãos por síliquas (NGS, em unidade), obtido pela coleta ao acaso de 20 síliquas por planta e; d) número de grãos por planta (NGP, em unidade), obtido pelo produto entre a estimativa média do NSP e o NGS; e) massa de síliqua (MS, em g) obtido via pesagem de 20 síliquas, coletadas ao acaso na planta antes da debulha; f) comprimento de síliqua (CS, em cm) obtido da média de 20 síliquas coletadas ao acaso; g) número de ramos secundários (NRS, em unidade) obtido pela contagem de todos os ramos inseridos no caule principal da planta; h) altura de inserção do ramo secundário (AIRS, em cm) obtida pela medida entre o ponto de corte da superfície do solo até a inserção da primeira ramificação; i) comprimento de ramo (CR, em cm) determinado via medida da inserção do ramo no eixo central até sua extremidade; j) número de ramos terciários (NRT, em unidade) obtido pela contagem dos ramos provenientes dos ramos secundários, e k) estatura (EST, em cm): medida feita do ponto de corte rente ao solo até o ápice da planta.

No teste de hipótese, a fonte de variação tratamento se constituiu do efeito conjunto dos fatores densidade de plantas, genótipos e anos de cultivo em cada espaçamento entre linhas, como forma de obter os valores de quadrado médio (QM) para estimativa da correlação fenotípica, conforme modelo de STELL E TORRIE (1980) e de herdabilidade de acordo com CARVALHO et al. (2001). Para estas análises foi utilizado o programa computacional Genes (CRUZ, 2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas de herdabilidades (h) se mostraram mais elevadas quando considerado o RG (Tabela 1), tanto de planta como de área de observação, com valores de 0,85 e 0,84. Os componentes diretos de produção NSP e NGP, também apresentaram elevados valores de h (NSP: $h=0,87$ e NGP: $h=0,80$), mostrando maior estabilidade na expressão destes componentes diretos. Em outras espécies como feijão (LONDERO et al., 2006), girassol (AMORIN et al., 2008) e soja (MIRANDA, 2006), os efeitos de herdabilidade se mostraram reduzidos em caracteres ligados ao rendimento de grãos, ou seja, com maiores tendências de modificação pelo efeito do ambiente. Ressalta-se que estas variáveis são caracterizadas do tipo quantitativas pelo grande número de genes de pequeno efeito sobre sua expressão e, portanto, fortemente responsivas as mudanças de ambiente (fatores edafoclimáticos e técnicas de manejo).

No espaçamento de 0,20m elevadas magnitudes de h foram observadas no RG, RGP, NSP e NGP (Tabela 1), mostrando que a redução do espaçamento entre linhas na canola tende a permitir maior uniformidade de planta, de forma que, mesmo a espécie apresentando hábito de crescimento indeterminado a condição imposta pelo menor espaçamento possivelmente tenha permitido uniformizar estes caracteres.

A canola, devido ao hábito de crescimento indeterminado, possui floração ao longo dos ramos, a tal ponto que evidencia grande desuniformidade de florescimento e formação de síliquis e, por consequência, desuniformidade no ponto de colheita (GARCIA, 2007; TOMM, 2007; LUERSEN et al., 2007; KRÜGER et al., 2010). Em consequência, têm sido verificadas perdas de grãos no processo de colheita e trilha pela abertura natural de síliquis (SILVA et al., 2011). Dessa forma, a utilização de redução de espaçamento pode ser uma técnica que permita melhorar a uniformidade da maturação, mas que, por outro lado, exige maior acurácia em definir o momento de colheita com base na melhor definição do estágio e do horário no dia, visando menor perda de grãos por deiscência natural, pois de acordo com DIAS, (1992) em alguns casos, ocorrer perdas de até 50%. Técnicas como o corte-enleiramento seguido de colheita com automotriz e colheita nas primeiras horas do dia também são recomendadas por TOMM (2002) e TOMM (2007) para evitar as perdas de grãos.

Nos caracteres ligados à inflorescência da canola, como o NGS e a MS, magnitudes intermediárias foram observadas, com valores de herdabilidade de 0,56 e 0,55, respectivamente (Tabela 1). Além disso, os de ramificação, como NRS, AIRS e NRT mostraram também valores médios de h (NRS: $h=0,41$; AIRS: $h=0,57$; NRT: $h=0,64$), em comparação ao CR ($h=0,28$) e a EST ($h=0,10$). Esses resultados evidenciaram fortes tendências do ambiente na alteração de CR e de EST em condições de menores espaçamentos entre linhas.

Pela análise dos caracteres correlacionados no espaçamento de 0,20m é possível perceber que o RG mesmo mostrando reduzida magnitude de correlação com o RGP (Tabela 1), suporta a possibilidade de sua utilização como subsídio do desempenho do RG. O NSP e NGP evidenciaram correlação significativa e positiva com o RG ($RG \times NSP = 0,31$; $RG \times NGP = 0,26$) de tal forma que as condições de ambiente quando favorecidas na expressão desses caracteres, são os mais efetivos em promover incrementos positivos na produção final.

Cabe destacar que o caráter morfológico NRS, também mostrou relação de ordem positiva com o RG, podendo proporcionar efeitos positivos nesta variável quando a produção de ramos secundários é estimulada. A relação entre o NGS com o RG foi negativa ($RG \times NGS = -0,44$), evidenciando, de acordo com FLOSS (2008) e THOMAS, (2003), que a maior formação de grãos por siliqua demanda na planta energia para a manutenção do óvulo fertilizado. Para SILVA et al., (2011), a fim de compensar deficiências, a planta de certa maneira procura diminuir o número de síliquas por planta, favorecendo que a siliqua formada suporte o processo de enchimento final, visto que, a massa média de grãos é o caráter de produção que evidencia maior estabilidade.

Nas relações que envolvem os componentes diretos e indiretos de produção com da planta individual, cabe destacar a forte relação direta com NSP ($RGP \times NSP = 0,96$) e NGP ($RGP \times NGP = 0,95$) suportando as relações verificadas também com o RG (Tabela 1). Cabe ressaltar que não foi observado efeito direto entre RGP com o NGS e NRT. Por outro lado, na análise da planta individual, a AIRS mostrou relação negativa e significativa com o RGP, indicando que o aumento da inserção da ramificação tende a reduzir o RGP. O NSP mostrou forte relação positiva com o NGP, pois de acordo com DIEPENBROK (2000) cada siliqua formada tem por base a produção de no mínimo 15 grãos. Foram observadas correlações com valores significativos e de efeito positivo do NGS com MS, CS e NRT e EST, de tal forma que os caracteres que conferem efeito compensatório de área, como a EST e NRT, contribuíram também na expressão do caráter. A MS mostrou efeito direto sobre o CS, CR, NRT e EST e negativo para AIRS. Tanto o NRT quanto a EST mostraram efeito direto e positivo sobre o componente direto NGS e estas relações também foram verificadas na MS. Contudo, o NRT mostrou ser mais efetivo em proporcionar alterações e de forma positivas com os demais caracteres morfológicos em comparação a EST.

No espaçamento de 0,40m (Tabela 2), as herdabilidades foram intermediárias em RG ($h=0,60$) e do RGP ($h=0,62$), quando comparada aos valores verificados no espaçamento entre linhas de 0,20m, que foram superiores a 0,80. Nos demais componentes de rendimento, o NSP, NGS e NGP mostraram também valores inferiores em relação ao espaçamento de 0,20m, na ordem de 0,46, 0,40 e 0,48, respectivamente. Cabe destacar, que nesta condição, o favorecimento de espaço influenciou na maior participação do ambiente em alterar estes caracteres em relação ao espaçamento inferior (0,20m). Fato relevante, foi a expressão de caracteres como o CR e NRT que, mostraram maior estabilidade em sua expressão, evidenciando efeitos ligados ao potencial genético da espécie estudada. O espaçamento entre linhas de 0,40m permite expressar de forma mais ajustada os componentes ligados à arquitetura da planta de canola, caracterizado principalmente pelo NRT e CR. Em canola, os efeitos negativos em alguns caracteres nos espaçamentos menores mostram ser compensados por maior rendimento de grãos, conforme demonstrado por JOHNSON E HANSON (2003) e KRÜGER et al. (2010). Como o rendimento de grãos está diretamente relacionado à capacidade da planta converter energia solar em órgãos e grãos, a eficiência de uso da radiação tende também a interferir via manipulação na arquitetura de plantas (ARGENTA et al., 2001).

Cabe destacar, que a relação direta entre os componentes primários de produção NSP e NGP com o RG foram incrementados nesta condição, com valores de $r=0,57$ e $r=0,51$, respectivamente (Tabela 2). Nas associações envolvendo o RG, correlações significativas negativas foram observadas com o CR ($r=-0,29$) e NRT ($r=-0,31$), indicando que o incremento nestas duas variáveis tende a reduzir o RG. Na análise da planta individual (RGP) fortes correlações foram observadas com os componentes diretos da produção NSP ($r=0,93$) e NGP ($r=0,92$), evidenciando serem aqueles que mais podem maximizar a produção final por planta via manipulação indireta. Ressalta-se que no espaçamento de 0,20m, também foram

observadas elevadas associações, de forma que, a relação negativa RGP com AIRS, também foi confirmada. Para tanto, quanto maior a AIRS menor tende a ser o RGP. Foi confirmada a relação significativa e negativa do RGP com o NRS ($r=-0,63$), estabelecendo que a amplitude da competição do dossel com base no espaçamento entre linhas atua em reduzir o RGP com aumento da NRS. O NSP é o componente direto de produção que mais maximizou o NGP, tanto no espaçamento de 0,20m como no de 0,40m, mostrando a maior correlação direta, $r=0,97$ e $r=0,98$, respectivamente.

No NGS, a ordem positiva e significativa é claramente esperada indicando que o incremento do número de grãos da própria síliqua tem incrementos positivos em aumentar a MS e o CS (Tabela 2). Por outro lado, dificulta o entendimento do efeito significativo e positivo observado para o CR ($r=0,35$), NRT ($r=0,52$) e EST ($r=0,39$). Um ponto a ressaltar, é a relação positiva entre o NGP e NRS ($r=0,54$), indicando que o maior NRS tende a influenciar, na mesma ordem o NGP, o que não se verifica com o RGP, pois quanto maior o NRS, menor é o RGP ($r=-0,63$). Este fato sugere que a tendência de incrementar o NRS por condições de competição intra específica pode maximizar a expressão do caráter e, conseqüentemente, reduzir a energia que poderia ser disponibilizada para a produção de grãos na planta. Porém, o NGP não foi significativo na relação com o NRT, de tal forma que esta variável também não confirmou associação direta no RGP. Cabe destacar que a EST mostrou efeitos positivos e significativos no NGS ($r=0,39$), MS ($r=0,36$), CS ($r=0,38$) e CR ($r=0,63$) e NRT ($r=0,46$).

Existem estudos que mostram o efeito de diferentes arranjos entre plantas ou manejo de densidades sobre os componentes da produção. Em feijão caupi cultivado sob diferentes espaçamentos entre linhas e densidades de plantas na linha, não foram observadas alterações nos caracteres número de nós no ramo principal, o número de grãos por vagem e o peso de 100 grãos, porém, as densidades maiores promoveram reduções significativas no número de

ramos laterais, no número de vagens por planta e na produção de grãos por planta (BEZERRA et al., 2009). Para a soja, alterações no arranjo de plantas modificam o rendimento de grãos com forte ligação ao genótipo empregado com modificações na morfologia evidentes (ZABOT, 2009). Em milho, alterações de 14% no rendimento de grãos foram constatadas com a redução do dossel de plantas, e o componente mais afetado nesta situação foi o número de grãos por área (STRIEDER et al., 2008). Em trigo, modificações na densidade de cultivo podem determinar incrementos no rendimento de grãos, sendo que a distribuição equidistante de sementes por área contribuiu para maior produtividade (SILVEIRA et al., 2010).

Na Tabela 3, que envolve os parâmetros genéticos no espaçamento entre linhas 0,60m o RG e RGP indicaram os mais reduzidos valores de herdabilidade, com valores de 0,39 e 0,54, respectivamente. O NSP que representa o componente mais diretamente ligado à produção de grãos, também evidenciou maior participação do ambiente em sua expressão fenotípica ($h=0,48$). Por outro lado, ressalta-se a elevada herdabilidade encontrada para o componente direto de produção em canola NGS, com valores de $h=0,75$, de forma que, nos outros espaçamentos, mostraram reduzida a média magnitude (0,20m: $h=0,56$; 0,40m: $h=0,49$). O CS também alavancou sua expressão genética, com valores de $h=0,71$. A herdabilidade mais expressiva nos caracteres morfológicos foi obtida para o NRT, além de que, nas demais condições estudadas este resposta também foi verificada (0,20m: $h=0,64$; 0,40m: $h=0,82$ e 0,60m: $h=0,87$), indicando menor alteração deste caráter por alteração de ambiente.

Foram encontrados valores menores de herdabilidade (Tabela 3) para o NRS ($h=0,30$), AIRS ($h=0,37$) e EST ($h=0,30$), enfatizando claramente que a plasticidade fenotípica da espécie influi principalmente nestes caracteres, no sentido de ajustar as plantas para melhor aproveitamento de sua área de exploração. Indo ao encontro do que comentam BENIN et al. (2005) da necessidade de identificar nas distintas espécies, as modificações que

maximizem o aproveitamento de estímulos do ambiente. Para a soja, TOURINO et al. (2002) e RAMBO et al., (2003) verificaram que as modificações no arranjo de plantas determinam maior rendimento de grãos em maiores espaçamentos em vista do maior número de ramos, nós férteis e legumes férteis por unidade de área, além da menor porcentagem de acamamento. Importante destacar, que em canola de inverno, cultivada sob altas densidades de plantas, LEACH et al. (1999) não constaram diferenças no rendimento de grãos e componentes diretos de produção, sendo atribuído a possíveis modificações nos componentes indiretos ligados à morfologia da planta o forte efeito compensatório da estabilidade no RG.

Houveram correlações diretas e positivas entre RG com o RGP ($r=0,45$), NSP ($r=0,40$) e NGP ($r=0,43$) (Tabela 3). É importante destacar, que nesta condição, as menores correlações foram obtidas do RGP com o RG ($r=0,45$). Além disso, na análise do RGP, os valores de correlação com os componentes diretos de produção NSP ($r=0,81$) e NGP ($r=0,84$) foram altos, porém, de menor magnitude aos encontrados nos espaçamentos de 0,20 e 0,40m, dando indícios de condição menos favorável na expressão destes caracteres, conseqüentemente, na produção final

Na condição de maior espaçamento (0,60m), a elevada disponibilidade de área para expressão da morfologia da planta permitiu mostrar efeitos compensatórios associado de forma direta e positiva da MS, CS e NRS com a produção (Tabela 3). Estes fatos sugerem que as alterações destes caracteres foram importantes para compensar as reduções provocadas em outros nos ambientes de menor competição. Ainda assim, forte associação também foi verificada no NSP com o NGP ($r=0,97$), permitindo associar efeitos positivos no NRS com o NSP ($r=0,47$). Para tanto, o caráter ligado à morfologia da planta que permitiu incrementar o NSP foi unicamente o NRS. Cabe destacar que o NGS, como observado nos outros espaçamentos (0,20 e 0,40m) mostrou relação direta com a MS e CS, com valores de $r=0,67$ e

$r=0,70$, respectivamente, ao passo que no espaçamento de 0,60m, os caracteres morfológicos CR, NRT e EST foram relacionados ao incremento no NGS.

Na relação entre os caracteres ligados à morfologia da planta, destaca-se o NRS com efeitos significativos sobre os demais, de forma que o incremento dessa variável tende a aumentar na mesma proporção o CR ($r=0,56$), NRT ($r=0,59$) e EST ($r=0,25$), com efeito contrário e significativo para o AIRS ($r=-0,56$). Contudo, destaca-se neste espaçamento de 0,60m, que o AIRS mostra relação inversa com CR e NRT. Ainda, o CR mostrou elevada correlação positiva com o NRT, o que é claramente justificado, mostrando que o aumento dos ramos secundários permite explorar pontos de produção de nós que se direcionam a produção de flores e ramos terciários. E, a EST evidenciou relações apenas positivas no espaçamento de 0,60m nos caracteres NGS ($r=0,46$), MS ($r=0,43$), CS ($r=0,53$), NRS ($r=0,25$), CR ($r=0,72$) e NRT ($r=0,46$).

Numa análise conjunta envolvendo os três espaçamentos de cultivo (0,20, 0,40 e 0,60m), as médias gerais mostram diminuição do RG com o aumento do espaçamento (Tabelas 1, 2 e 3). Porém, para o RGP, foi o contrário, incluindo também os demais caracteres diretos de produção como o NSP e NGP, sendo o NGS estável ao longo do aumento dos espaçamentos. As variáveis ligadas a morfologia da planta como a MS, AIRS, CR e NRT, mostraram, também, tendência de aumento com o acréscimo da distância entre as linhas de cultivo. Contudo, se ressalta que, no aumento do espaçamento entre linhas, o RG e o RGP apresentaram também redução nos valores de herdabilidade, demonstrando que estes caracteres tendem a ser mais estáveis em sua redução, ao contrário dos caracteres ligados à morfologia da planta (CS e NRT).

Foram verificadas correlações entre o RG e RGP com os componentes diretos do rendimento NSP e NGP foram observadas nos três espaçamentos, porém as associações com RGP foram positivas e de elevada magnitude. A relação entre o caráter NSP com o RG, foi

significativa e de média magnitude nos espaçamentos de 0,20 e 0,40m e, com ausência de correlação com o RGP em cada condição. Ressalta-se que o NGS é o componente de produção diretamente ligado o rendimento de grãos conforme COIMBRA et al. (2004). E, a ausência de associação do NGS com o RG para o espaçamento de 0,60m pode estar relacionada a deiscência da síliqua no momento da colheita pela grande desuniformidade de maturação proporcionada pelo incremento do comprimento de ramos.

4. CONCLUSÕES

O rendimento de grãos de planta individual e por área apresentam maiores herdabilidades em espaçamento entre linhas mais reduzido (0,20m).

Os caracteres número de síliquis e de grãos por planta são aqueles que evidenciam maior efetividade nas relações diretas e positivas com o rendimento de grãos.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, E.P.; RAMOS, N.P.; UNGARO, M.R.G.; KIILH, T.A.M. Correlação e análise de trilha em girassol. **Bragantia**, v.67, n.2, p.307-316, 2008.
- ARGENTA, G., SILVA, P.R.F., SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho. **Ciência Rural**, dez, v. 31, n. 6, p. 1075-1084, 2001.
- BENIN, G.; CARVALHO, F.I.F. de; OLIVEIRA, A.C.; LORENCETTI, C.; VIEIRA, E.A.; COIMBRA, J.L.M.; VALÉRIO, I.P.; FLOSS, E.L.; BERTAN, I.; SILVA, G.O. da. Adaptabilidade e estabilidade em aveia em ambientes estratificados. **Ciência Rural**, v.35, p.295-302, 2005.
- BENIN, G.; SILVA, G.O. da; PAGLIOSA, E.S.; LEMES, C.; SIGNORINI, A.; BECH, E.; CAPELIN, M.A. Capacidade de combinação em genótipos de trigo estimada por meio de análise multivariada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.9, p.1145-1151, set. 2009.
- BEZERRA; A.A.C.; TÁVORA, F.J.A.; FILHO, F.R.F.; RIBEIRO, V.Q. Características de dossel e de rendimento em feijão-caupi ereto em diferentes densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.10, p.1239-1245, out. 2009.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes**: versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648 p.
- CARVALHO, F.I.F.; SILVA, S.A.; KUREK, A.J.; MARCHIORO, V.S. **Estimativas e implicações da herdabilidade como estratégia de seleção**. Pelotas: Editora da UFPel. 2001. 99p.
- COIMBRA, J.L.M.; GUIDOLIN, A.F.; ALMEIDA, M.L.; SANGOI, L.; ENDER, M.; JÚNIOR, A.M. Análise de trilha dos componentes do rendimento de grãos em genótipos de canola. **Ciência Rural**, v. 34, p. 1421-1428, 2004.

- DIEPENBROK, W. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. **Field Crops Research**. v. 67; p. 35-49. 2000.
- DIAS, J.C.A. **Canola/colza: alternativa de inverno com perspectivas de produção de óleo comestível e energético**. Pelotas: EMBRAPA-CPATB, 1992. 46p. (EMBRAPA-CPATB. Boletim de pesquisa 3).
- FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. Harlow: Longman. 1996. 464p.
- FRANCO, F.A.; CARVALHO, F.I.F. Estimativa do progresso genético no rendimento de grãos de trigo e sua associação com diferentes caracteres sob o efeito de variação no ambiente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.22. p.311-321. 1989.
- FLOSS, E.L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo do que está por trás do que se vê**. 4. Ed. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2008. 733p.
- GARCÍA, E.R. **Manual de producción canola**. Puebla: Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla, 2007. Disponível em: <http://www.sdr.gob.mx/Contenido/Cadenas%20Productivas/DOCUMENTOS%20CADENAS%20AGROPECUARIAS/agricolas/CANOLA/MANUAL%20DE%20PRODUCCION%20CANOLA.htm>. Acesso em: 11 mai. 2010.
- JOHNSON, B.L.; HANSON, B.K. Row-Spacing interactions on spring canola performance in the northern great plains. **Agronomy Journal**, v. 95, 2003, 703-708.
- KRÜGER, C.A.M.B.; MEDEIROS, S.L.P.; SILVA, J.A.G.; ANTONOW, D.; MATTIONI, T.C.; OLIVEIRA, J.M.; ARENHARDT, E.G.; SCHIAVO, J.; FONTANIVA, C.; GAVIRAGHI, J. Interação densidade x cultivar no rendimento de grãos em canola sob condições de redução e ampliação do espaçamento de cultivo. IN: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. 18.. 2010. IJUÍ. **ANAIS**. IJUÍ: ED. UNIJUÍ. 2010.

- 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, 173- 180. 1999.
- LUERSEN, I.; FANTON, G.; CUNHA, G.R. da; DALMAGO, G; PASINATO, A; SANTI, A.; PIRES, J.L. **Dinâmica floral em híbridos de canola**. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do82_7.htm. Acesso em: 23 set. 2010.
- LONDERO, P.M.; RIBEIRO, N.D.; FILHO, A.C.; RODRIGUES, J.A., ANTUNES, I.F. Herdabilidade dos teores de fibra alimentar e rendimento de grãos em populações de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.1, p.51-58, jan. 2006
- MEIER, U. **Growth stages of mono-and dicotyledonous plants**. Berlin: Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001. 158p. (BBCH Monograph).
- MIRANDA, F.D de. **Produção, conteúdo de proteína e óleo no grão de soja: herdabilidades, correlações e seleção de genótipos superiores**. Viçosa: UFV, 2006. 96 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) –Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura. 1961.
- TOMM, G. O. Indicativos tecnológicos para produção de canola no Rio Grande do Sul. Passo Fundo: Embrapa Trigo. 2007. 32 p. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/p_sp03_2007.pdf. Acesso em: 10 mai. de 2010.
- TOMM, G.O. Manejo da canola com dessecante. 2002. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/manejo.htm>. Acesso em: 15 nov. 2010.
- RAMBO, L.; COSTA, J.A.; PIRES, J.L.F; PARCIANELLO, G.; FERREIRA, F.G. Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. **Ciência Rural**, v.33, p. 405-411, 2003.

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

SILVA, S.A.; CARVALHO, F.I.F.; NEDEL, J.L.; CRUZ, P.J.; SILVA, J.A.G.; CAETANO, V.R; HARTWIG, I.; SOUSA, C.S. Análise de trilha para os componentes de rendimento de grãos em trigo. **Bragantia**, v.64. n.2. p.191-196. 2005.

SILVA, J.A.G. da; MOTTA, M.B.; CRESTANE, M.; WUNSCH, J.A.; FERNANDES, S.B.V.; BERTO, J.L.; GAVIRAGHI, F.; MARTINS, J.A.K.; WAGNER, J.F.; VALENTINI, A.P.F.; ZAMBONATO, F. Dessecação em pré-colheita como estratégia de manejo na redução de perdas por fatores de ambiente em canola. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 16, p. 151-158, 2011.

SILVEIRA, G. da; CARVALHO, F.I.F; OLIVEIRA, A.C.; VALÉRIO, I.P.; BENIN, G.; RIBEIRO, G.; CRESTANI, M.; LUCHE, H.S.; SILVA, J.A.G. Efeito da densidade de semeadura e potencial de afilhamento sobre a adaptabilidade e estabilidade em trigo. **Bragantia**, vol.69, n.1, p.63-70. 2010.

STRIEDER, M.L.; SILVA, P.R.; RAMBO, L.; SANGOI, L.; SILVA, A.A.; ENDRIGO, P.C.; JANDREY, D.B. Crop management systems and maize grain yield under narrow row spacing. **Scientia Agrícola**, vol.65, n. 4, p.346-353. 2008.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 2.ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 631p.

THOMAS, P. **Canola grower's manual**. Winnipeg: Canola Council of Canada, 2003. Disponível em: http://www.canolacouncil.org/canola_growers_manual.aspx. Acesso em: 15 set 2010.

TOURINO, M.C.C; REZENDE, P.M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 8, p. 1071-1077, ago. 2002.

ZABOT, L. **Caracterização agronômica de cultivares transgênicas de soja cultivadas no Rio Grande do Sul**. 2009. 280f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

Tabela 1 - Quadrados médios da análise de variância, médias, parâmetros genéticos e estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica (r_F) do rendimento de grãos e caracteres ligados ao rendimento de grãos em canola cultivada no espaçamento de 0,20m entre linhas. Augusto Pestana, 2010.

0,20m Caracteres	Análise de variância		Média	Parâmetros genéticos			
	QM _E	QM _T		V _A	V _F	V _G	h
RG	22218	478754	1010	22218	136352	114134	0,84
RGP	5,11	124,01	9,87	5,11	34,84	29,73	0,85
NSP	1653	45261	216,28	1653	12555	10902	0,87
NGS	2,30	13,78	16,16	2,30	5,17	2,87	0,56
NGP	1114528	18694117	3684	1114528	5509425	4394897	0,80
MS	0,06	0,35	1,24	0,06	0,13	0,07	0,55
CS	0,11	0,32	5,70	0,11	0,16	0,05	0,32
NRS	0,22	0,83	3,92	0,22	0,37	0,15	0,41
AIRS	22,55	143,20	32,01	22,55	52,71	30,16	0,57
CR	46,15	119,18	72,29	46,15	64,41	18,26	0,28
NRT	1,76	14,25	4,93	1,76	4,88	3,12	0,64
EST	67,59	98,00	102,83	67,59	75,19	7,600	0,10

0,20m	Correlação caracteres (r)										
	RGP	NSP	NGS	NGP	MS	CS	NRS	AIRS	CR	NRT	EST
RG	0,36*	0,31*	-0,44*	0,26*	-0,28*	-0,19	0,23*	0,07	-0,15	-0,27	0,01
RGP		0,96*	0,18	0,95*	0,06	-0,04	0,18	-0,33*	0,18	0,08	-0,02
NSP			0,17	0,97*	0,01	-0,06	0,14	-0,29*	0,15	0,02	-0,01
NGS				0,21	0,47*	0,52*	-0,18	-0,15	0,22	0,24*	0,24*
NGP					0,01	-0,07	0,10	-0,29*	0,18	0,02	0,07
MS						0,59*	0,11	-0,31*	0,48*	0,42*	0,30*
CS							0,12	-0,3*	0,38*	0,31*	0,18
NRS								-0,47*	0,49*	0,37*	0,08
AIRS									-0,66*	0,48*	0,25*
CR										0,51*	0,34*
NRT											0,09

QM_E= quadrado médio do erro; QM_T= quadrado médio de tratamento; V_A = variância de ambiente; V_F = variância fenotípica; V_G = variância genética; h = herdabilidade; RG = Rendimento de grãos, em Kg ha⁻¹; RGP = Rendimento de grãos por planta, em g planta⁻¹; NSP= número de síliquas por planta, em unidade; NGS = número de grãos por síliqua, em unidade; NGP = número de grãos por planta, em unidade; MS = massa de síliqua, em g; CS = comprimento de síliqua, em cm; NRS = número de ramos secundários em unidade; AIRS = altura de inserção do ramo secundário, em cm; CR = comprimento de ramo, em cm; NRT= número de ramos terciários, em unidade; EST=estatura de planta, em cm. * significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

Tabela 2 - Quadrados médios da análise de variância, médias, parâmetros genéticos e estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica (r_F) do rendimento de grãos e caracteres ligados ao rendimento de grãos em canola cultivada no espaçamento de 0,40m entre linhas. Augusto Pestana, 2010.

0,40m Caracteres	Análise de variância		Média	Parâmetros genéticos			
	QM _E	QM _T		V _A	V _F	V _G	h
RG	29442	204226	941	29442	73138	43696	0,60
RGP	12,14	91,39	11,61	12,14	31,95	19,81	0,62
NSP	5035,00	22158	237,37	5035	9316	4281	0,46
NGS	2,23	10,94	16,3	2,23	4,41	2,18	0,49
NGP	1582436	7488526	4223	1582436	3058959	1476523	0,48
MS	0,28	0,76	1,37	0,28	0,40	0,12	0,30
CS	0,17	0,72	5,75	0,17	0,31	0,14	0,45
NRS	0,18	0,91	3,99	0,18	0,36	0,18	0,50
AIRS	33,12	132,81	34,03	33,12	58,04	24,92	0,43
CR	37,8	394,58	73,72	37,80	127,00	89,20	0,70
NRT	1,21	23,95	5,28	1,21	6,90	5,69	0,82
EST	75,63	214,67	75,63	75,63	110,39	34,76	0,31

0,40m	Correlação caracteres (r)										
	RGP	NSP	NGS	NGP	MS	CS	NRS	AIRS	CR	NRT	EST
RG	0,61*	0,57*	-0,36*	0,51*	-0,15	-0,01	0,22	0,21	-0,29*	-0,31*	-0,07
RGP		0,93*	-0,18	0,92*	0,17	0,17	-0,63*	-0,24*	0,18	0,08	0,11
NSP			-0,27*	0,98*	0,11	-0,04	0,52*	-0,22	0,17	-0,005	0,04
NGS				-0,2	0,40*	0,59*	-0,13	-0,09	0,35*	0,52*	0,39*
NGP					0,12	-0,03	0,54*	-0,25*	0,20	0,01	0,05
MS						0,44*	0,24*	-0,35*	0,55*	0,62*	0,36*
CS							0,23*	-0,14	0,29*	0,43*	0,38*
NRS								-0,37*	0,35*	0,18	0,15
AIRS									-0,64*	-0,49*	-0,01
CR										0,74*	0,63*
NRT											0,46*

QM_E= quadrado médio do erro; QM_T= quadrado médio de tratamento; V_A = variância de ambiente; V_F = variância fenotípica; V_G = variância genética; h = herdabilidade; RG = Rendimento de grãos, em Kg ha⁻¹; RGP = Rendimento de grãos por planta, em g planta⁻¹; NSP= número de síliquas por planta, em unidade; NGS = número de grãos por síliqua, em unidade; NGP = número de grãos por planta, em unidade; MS = massa de síliqua, em g; CS = comprimento de síliqua, em cm; NRS = número de ramos secundários em unidade; AIRS = altura de inserção do ramo secundário, em cm; CR = comprimento de ramo, em cm; NRT= número de ramos terciários, em unidade; EST= estatura de planta, em cm. * significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

Tabela 3 - Quadrados médios da análise de variância, médias, parâmetros genéticos e estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica (r_F) do rendimento de grãos e caracteres ligados a produção em canola cultivada no espaçamento de 0,60m entre linhas. Augusto Pestana, 2010.

0,60m Caracteres	Análise de Variância		Média	Parâmetros genéticos			
	QM _E	QM _T		V _A	V _F	V _G	h
RG	17305	61443	848	17305	28340	11035	0,39
RGP	20,22	115,53	17,60	20,22	44,05	23,83	0,54
NSP	7475	35615	331	7475	14510	7035	0,48
NGS	2,11	27,90	16,52	2,11	8,56	6,45	0,75
NGP	2400429	10511770	6273	2400429	4428264	2027835	0,46
MS	0,05	0,33	1,41	0,05	0,12	0,07	0,58
CS	0,06	0,64	5,78	0,06	0,21	0,15	0,71
NRS	0,36	0,97	4,28	0,36	0,51	0,15	0,30
AIRS	29,85	99,83	31,49	29,85	47,35	17,50	0,37
CR	57,62	405,96	78,64	57,62	144,71	87,09	0,60
NRT	2,01	56,44	7,05	2,01	15,62	13,61	0,87
EST	74,14	198,52	109,06	74,14	105,24	31,10	0,30

0,60m	Correlação caracteres (r)										
	RGP	NSP	NGS	NGP	MS	CS	NRS	AIRS	CR	NRT	EST
RG	0,45*	0,40*	-0,21	0,43*	0,08	0,15	0,13	0,24	-0,14	-0,21	-0,02
RGP		0,81*	-0,02	0,84*	0,23*	0,44*	0,39*	-0,1	0,21	0,18	0,19
NSP			-0,17	0,97*	0,07	0,20	0,47*	-0,05	0,16	0,14	0,13
NGS				-0,13	0,67*	0,70*	0,22	-0,50*	0,60*	0,62*	0,46*
NGP					0,08	0,22	0,45*	-0,05	0,17	0,12	0,15
MS						0,80*	0,39*	-0,39*	0,53*	0,59*	0,43*
CS							0,37*	-0,37*	0,63*	0,60*	0,53*
NRS								-0,56*	0,56*	0,59*	0,25*
AIRS									-0,67*	-0,68*	-0,12
CR										0,81*	0,72*
NRT											0,46*

QM_E= quadrado médio do erro; QM_T= quadrado médio de tratamento; V_A = variância de ambiente; V_F = variância fenotípica; V_G = variância genética; h = herdabilidade; RG = Rendimento de grãos, em Kg ha⁻¹; RGP = Rendimento de grãos por planta, em g planta⁻¹; NSP= número de síliquas por planta, em unidade; NGS = número de grãos por síliqua, em unidade; NGP = número de grãos por planta, em unidade; MS = massa de síliqua, em g; CS = comprimento de síliqua, em cm; NRS = número de ramos secundários em unidade; AIRS = altura de inserção do ramo secundário, em cm; CR = comprimento de ramo, em cm; NRT= número de ramos terciários, em unidade; EST= estatura de planta, em cm. * significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

ARTIGO III

ARRANJO DE PLANTAS E VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS NA EXPRESSÃO DE CARACTERES AGRONÔMICOS EM CANOLA

RESUMO

O conhecimento dos efeitos do arranjo de plantas e das condições meteorológicas na expressão do rendimento de grãos, teor de óleo e dos subperíodos em canola representam contribuições valiosas para o manejo da espécie. O objetivo do estudo foi o de avaliar os efeitos proporcionados pelo arranjo de plantas de grãos, teor de óleo e duração dos subperíodos do ciclo da canola estabelecendo as relações existentes entre essas variáveis com a soma térmica e a insolação acumulada durante a fase de enchimento de grãos. O trabalho envolveu a realização de três experimentos distintos para espaçamento entre linhas de 0,20, 0,40 e 0,60m. O desenho experimental consistiu de um arranjo fatorial em blocos ao acaso com três repetições do tipo 2 x 2 x 4, para ano de cultivo (2008 e 2009), genótipo (Hyola 432 e Hyola 61) e densidade de plantas (20, 40 e 60 plantas m⁻²) em cada espaçamento entre linhas adotado. Os efeitos proporcionados pelos anos de cultivo e padrão genético de cultivar são mais efetivos em alteração da produção, teor de óleo e subperíodos do ciclo nos distintos arranjos de plantas utilizados. Os dias da emergência ao início da floração e da emergência à floração final são os que mais contribuem para a variação morfológica total. A soma térmica no subperíodo do florescimento à maturidade fisiológica não está diretamente associada ao rendimento e teor de óleo no grão.

Palavras-chave: *Brassica napus* L., fases fenológicas, soma térmica, insolação, espaçamento entre linhas, rendimento de grãos.

**PLANT ARRANGEMENT AND VARIABLE METEOROLOGICAL IN
EXPRESSION AGRONOMIC TRAIT IN CANOLA**

ABSTRACT

The knowledge of the effects of plant arrangement and weather conditions on the expression of grain yield, oil content in canola and subperiods represent valuable contributions to the management of the species. The aim of this study was to evaluate the effects caused by plant arrangement of grains, oil content and duration of sub-cycle canola establishing relationships between these variables with the thermal insulation and accumulated during the grain filling. The work involved the use of three different experiments for spacing of 0.20, 0.40 and 0.60m. The experimental design consisted of a factorial arrangement in randomized blocks with three replicates of 2 x 2 x 4, for the crop year (2008 and 2009), genotype (Hyola 432 and 61) and plant density (20, 40 and 60 plants m⁻²) in each row spacing adopted. The effects produced by years of cultivation and cultivar genetic patterns are more effective in changing production, oil content and cycle in the different plant arrangements used. The days from emergence to early flowering and from emergence to flowering end are those who contribute most to the total morphological variation. The thermal subperiod of the flowering to physiological maturity is not directly associated with yield and oil content in grain.

Palavras-chave: *Brassica napus* L., phenological phases, thermal sum, insolation, row spacing, yield grain.

1. INTRODUÇÃO

A canola é uma espécie de grande potencial de produção de grãos e de óleo de excelente qualidade durante a estação fria do ano. Caracteriza-se por apresentar ampla floração e maturação desuniforme, podendo dificultar a colheita dos grãos (MARCHIORI JR et al., 2002; TOMM, 2007).

O arranjo de plantas via espaçamento entre linhas ou entre plantas na linha pode ser uma alternativa para se alcançar aumento da uniformidade de plantas e conseqüentemente, maior produção de grãos e óleo (MOMOH E ZHOU, 2001). As diferentes fases do ciclo da cultura representam aspectos importantes que podem viabilizar uma espécie alternativa em sistema de rotação, além disso, o conhecimento de cada fase para a expressão do rendimento de grãos é ferramenta importante na recomendação de técnicas mais ajustadas para os distintos ambientes de cultivo (HEINEMANN et al., 2006). Segundo STRECK et al. (2006) a fase vegetativa longa contribuir para maior produção de reservas translocadas para o acúmulo de matéria seca na estrutura reprodutiva. Já, uma fase reprodutiva longa tende a incrementar o tempo de translocação de fotoassimilados para o enchimento de grãos.

Em canola de primavera cultivada no sul do Brasil, as variações na duração do ciclo das cultivares são determinadas pela temperatura do ar, mostrando que a soma térmica é elemento meteorológico que determina a alteração da duração das fases de desenvolvimento (KRÜGER et al., 2009). No entanto, na expressão do teor de óleo em outras espécies, a disponibilidade de radiação solar influencia no conteúdo e qualidade do óleo produzido, associado também ao efeito direto da temperatura do ar, conforme citam HARIS et al. (1978) para o girassol e; INNECCO et al. (2003) para a hortelã-rasteira.

Alterações do arranjo de plantas que promovam maior uniformidade da planta e dos grãos podem contribuir significativamente na produção final, por melhor aproveitamento de

luz, água e nutrientes do solo e redução da desuniformidade de maturação numa espécie de hábito de crescimento indeterminado como a canola. Além do que, melhoria das técnicas de manejo e maior entendimento de cada subperíodo na expressão dos componentes de rendimento da espécie é uma importante ferramenta para facilitar o manejo de cultivo (HEINEMANN et al., 2006).

O objetivo do estudo foi avaliar os efeitos proporcionados pelo arranjo de plantas na produção de grãos, teor de óleo e duração das fases que compõem a fenologia da canola, estabelecendo relações entre esses caracteres agronômicos com a soma térmica e a insolação acumulada durante a fase de enchimento dos grãos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos nos anos agrícolas de 2008 e 2009 no Instituto Regional de Desenvolvimento Rural (IRDeR), pertencente ao Departamento de Estudos Agrários (DEAg) da UNIJUÍ, localizado no município de Augusto Pestana (28° 26' 30,26" S, 54° 00' 58,31" W; altitude média de 298 m). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico Típico (Santos et al., 2006). O clima da região segundo classificação de Köppen é do tipo Cfa, com verão quente sem estação seca (Moreno, 1961).

O trabalho envolveu a realização de três experimentos com distintos espaçamentos entre linhas (0,20, 0,40 e 0,60m), alterando em cada situação, a densidade de plantas por área, com cultivares de canola de distintos ciclos de desenvolvimento em dois anos de cultivo. Em cada espaçamento o desenho experimental consistiu de um arranjo fatorial 2x2x4 em blocos ao acaso com quatro repetições para ano de cultivo (2008 e 2009), genótipo (Hyola 432 e Hyola 61) e densidade de plantas (20, 40, 60 e 80 plantas m⁻²), respectivamente. A unidade experimental foi constituída de cinco linhas de cinco metros de comprimento, alterando a

dimensão por área de acordo com o espaçamento entre linhas adotado, compondo parcelas de cinco (0,20m), dez (0,40m) e quinze (0,60m) metros quadrados.

Os manejos de correção do solo e a adubação de cobertura foram feitos de acordo com os resultados da análise de solo para produtividade de grãos de aproximadamente 1500 kg ha⁻¹. Foi aplicada 60 kg de N ha⁻¹ em cobertura, na forma de uréia, no estágio fenológico de quatro folhas desenvolvidas (Meier, 2001), conforme indicações técnicas da cultura da canola (Tomm, 2007). A semeadura foi realizada nos anos de 2008 e 2009 na terceira semana de maio, de forma manual com quantidade de sementes superior a mínima necessária. No estágio 1, de duas a três folhas (Meier, 2001), as plantas foram desbastadas de forma a obter as densidades de plantas desejadas no estudo. As variáveis mensuradas foram: rendimento de grãos (RG), obtido pela colheita manual total da parcela e convertidos em kg ha⁻¹; o teor de óleo no grão (TO), em porcentagem, obtido pelo método de Soxlet em laboratório (PAQUOT, 1979). As avaliações fenológicas consistiram de: dias da emergência ao início da floração (DEIF, em dias), anotado quando visualizadas as primeiras flores abertas na parcela; dias da emergência ao final da floração (DEFF, em dias) considerado no momento em que não haviam mais flores abertas; tempo de duração de floração (TDF, em dias), obtido pela diferença entre o DEIF e DEFF, dias da emergência a maturação (DEM, em dias), sendo considerada a maturação fisiológica quando 40 a 60% os grãos da planta apresentaram troca da cor verde para o marrom, dias do início da floração a maturação (DIFM, em dias) e dias do final da floração a maturação (DFFM, em dias), conforme Figura 1.

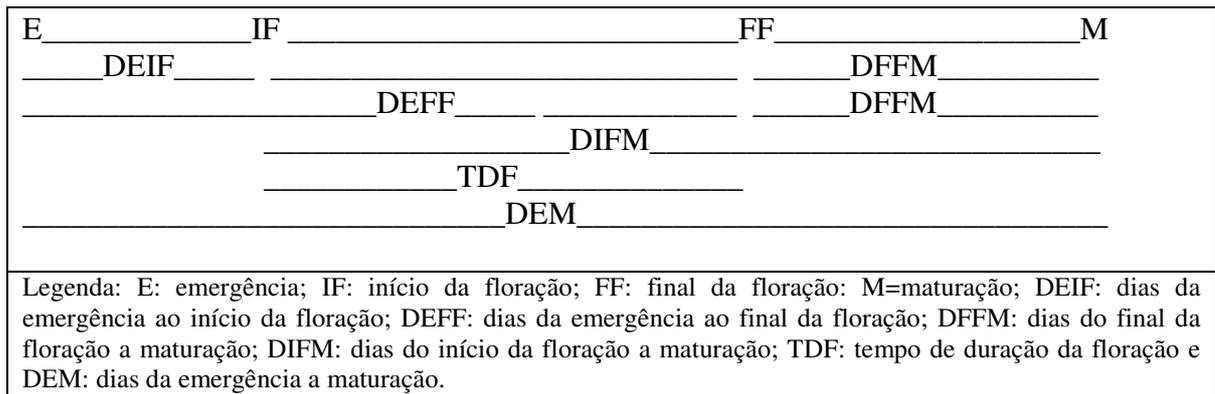


Figura 1. Esquema representando a fases e duração dos subperíodos do ciclo fenológico da canola. Augusto Pestana, 2010.

Os dados meteorológicos de temperatura mínima e máxima do ar e insolação real foram obtidos na estação meteorológica convencional, instalada a 500m da área do experimento. Foi realizado o cálculo da soma térmica diária (STd) e da soma térmica acumulada (ST) pelas equações: $STd = T_m - T_b$ e $ST = (\sum Td)$ (ARNOLD, 1960), em que T_m é a temperatura média diária (obtida pela média aritmética da temperatura máxima e mínima do ar) e T_b é a temperatura base para a canola ($T_b = 5^\circ C$) (DALMAGO et al., 2007). A soma térmica acumulada (ST, em $^\circ C$ dias) e a insolação real acumulada (IAC, em horas) foram computadas entre o final da floração à maturação fisiológica.

Os dados foram submetidos a análise de variância para detecção das fontes de variação (ano, genótipo e densidade) que mais contribuíram na alteração do rendimento de grãos, teor de óleo e duração dos subperíodos do desenvolvimento da canola. Foi estimado o coeficiente de correlação fenotípica considerando os efeitos médios de ano, genótipo e densidade, simultaneamente, em cada espaçamento entre linhas envolvendo os elementos meteorológicos e os caracteres de interesse agrônomo da espécie estudada. Posteriormente, foi realizada a análise de contribuição relativa de cada caráter segundo SINGH (1981), considerando a matriz de distância genética de Mahalanobis (CRUZ, 2001). Todos os procedimentos e

análises estatísticas foram realizados com o auxílio do programa computacional Genes (CRUZ, 2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de quadrado médio da análise de variância (Tabela 1), evidenciaram a existência de diferenças estatísticas dos efeitos principais de ano e genótipo em todas as variáveis avaliadas para cada espaçamento entre linhas, exceto para os DEM e ST, que não diferiram frente aos anos de cultivo no espaçamento mais reduzido e, do DEIF e DFFM que não mostraram significância entre os genótipos testados, no espaçamento de 0,60m. Na fonte de variação densidade, o TO foi alterado apenas nos espaçamentos de 0,40 e 0,60m. o espaçamento de 0,20m, o ano de cultivo mostrou forte contribuição na alteração das variáveis RG, DEIF, TDF E DFFM com valores maiores de quadrado médio em comparação aos distintos genótipos testados. Porém, TO, DEFF, DEM, DFFM e ST mostraram maiores contribuições do genótipo para maximizar os valores de quadrado médio sobre os anos de cultivo. A contribuição das fontes de variação ano e genótipo mostraram similaridade entre si na expressão da variável IAC.

No espaçamento de 0,40m, o ano de cultivo mostrou maior contribuição na alteração de TO e DIFM em relação ao genótipo, diferente do observado no espaçamento de 0,20m (Tabela 1). As maiores contribuições do ano de cultivo nos espaçamentos de 0,20 e 0,40m mostraram similaridade nas variáveis DEIF, TDF, DFFM e IAC, que permitem presumir a instabilidade fenotípica destas variáveis. Ainda no espaçamento de 0,40m, contribuições genéticas foram mais efetivas em alterações as variáveis DEFF, DEM e ST, similar a resposta observada no espaçamento de 0,20m, indicando que a variabilidade entre os genótipos testados se manifestou com maior magnitude nestas variáveis (Tabela 1). Magnitudes de

quadrado médio foram similares no RG, e, os efeitos de densidade com níveis de 20, 40 e 60 plantas m⁻², não foram efetivos em alterar as variáveis estudadas, exceto o TO.

No espaçamento entre linhas de 0,60m (Tabela 1), destaca-se maior a magnitude de quadrado médio no genótipo, ao passo que apenas a DEIF, TDF, DIFM, e IAC evidenciaram maiores efeitos pelo ano de cultivo, sendo que TO também foi alterado frente as densidades empregadas.

Efeitos do arranjo de plantas sobre o rendimento de grãos de espécies oleaginosas são abordados na literatura, sendo que ano de cultivo exerce maior influência sobre a produção, de acordo com SANGOI et al. (2001) e KRÜGER et al. (2010). Além disso, fontes de variação como o genótipo (BONATO et al., 2000; MAEHLER et al., 2003; GUNASEKERA et al., 2006; GRUNVALD et al., 2009), densidade de plantas (SILVA et al., 1995; TOURINO et al., 2002) e adubação nitrogenada (CORDEIRO et al., 1993; WENDT et al., 2005) também interferem significativamente no conteúdo de óleo nos grãos.

As variáveis ST e a IAC evidenciaram efeitos significativos para ano e genótipo (Tabela 1), visto que a quantificação da ST e IAC serem dependentes das condições meteorológicas ocorridas no ano, as quais também possuem interferência direta na duração dos ciclos das cultivares, como relatam GADIOLO et al., (2000); JÚNIOR et al. (2004); e TOLEDO et al. (2010).

A média dos valores máximos de RG (Tabela 2) nos espaçamentos de 0,20 e 0,40m foi de 1700 kg ha⁻¹ e, no espaçamento de 0,60m, ocorreu redução no valor observado, sendo igual a 1186 kg ha⁻¹. Além disso nos três espaçamentos, os valores de TO variou desde 16,6 até 37,4%, semelhante ao observado por BRASIL (2005) para essa espécie. Se ressalta também, que o TDF nas três condições abordadas expressaram amplitudes variando de 31 a 57 dias. Além disso, os DFFM, que está ligado ao período de enchimento de grãos, também, evidenciaram tendência similar (Tabela 2). Cabe ratificar, que estes valores representam

estimativa de valores médios de ano, genótipo e densidade, simultaneamente, portanto, não promovendo os efeitos de interação. RAMBO et al. (2003), destacam que em espaçamentos entre linhas maiores, a soja tende a apresentar menor rendimento de grãos. Contudo, SILVA et al. (1995), observaram estabilidade do rendimento de grãos em girassol frente a distintos espaçamentos entre linhas, porém, com aumento no teor de óleo em densidades maiores. Além disto, com a antecipação do florescimento e redução do subperíodo maturação fisiológica a colheita (SILVA et al., 1993). Em canola, LEACH et al. (1999) não constataram alteração no teor de óleo, bem como nas datas de início e final da floração, quando empregada distintas densidades de plantas, atribuindo ao espaçamento entre linhas a maior alteração.

Na Tabela 2, para a análise da contribuição relativa de cada variável frente a variabilidade morfológica total, o espaçamento de 0,20m mostrou contribuição nos DEIF (42,85%) e DFFM (44,55%), indicando que as alterações que envolvem o efeito cumulativo dos fatores estudados nesta condição se refletiram prioritariamente nestas variáveis.

No de 0,40m, o DEIF e DFFM também foram as variáveis mais efetivas em mostrar alterações com 49,85 e 32,14%, respectivamente. Importante destacar que houve redução do DEFF de 44,44% (0,20m) para 32,14% espaçamento de 0,40m e, que o TDF foi incrementado de 3,57% no espaçamento 0,20m para 17,84%, no de 0,40m. Portanto, se constata que o aumento do espaçamento entre linha promoveu alterações que se compensam nestas duas variáveis de forma a alterar a morfologia da planta para ajuste no dossel (LEACH, 1999). Além disso, tanto no espaçamento de 0,20m quanto no de 0,40m, o DEIF mostrou elevada contribuição com pronunciada estabilidade. Já, no espaçamento entre linhas de 0,60m (Tabela 2) o DEIF praticamente não foi alterado, com similaridade nas três situações (0,20, 0,40 e 0,60m). Por outro lado, redução de contribuição relativa se deteve no DEFF (13,30%) e incremento no TDF (36,68%), ratificando que são as variáveis que tendem as maiores

variações das modificações do arranjo de plantas com base no espaçamento entre linhas (KRÜGER et al., 2009).

Na Tabela 3, da análise de correlação, associações entre o RG com variáveis ligadas as fases do desenvolvimento da canola foram detectadas no espaçamento de 0,20m, com relações significativas e negativas nos DEFF ($r=-0,48$) e TDF ($r=-0,81$), mostrando que o incremento nos subperíodos da cultura, caracterizada pela maior amplitude de floração tendeu a redução do RG. Por outro lado, o incremento do ciclo vegetativo (DEIF) quanto do enchimento de grãos (DFFM), podem proporcionar aumento da produção, [RG x DEIF ($r=0,53$) e RG x DFFM ($r=0,60$)], desde que, não evidencie como demonstrado, incremento no TDF.

A relação positiva do RG com o DEIF apenas se confirmou no espaçamento mais reduzido de cultivo (0,20m) (Tabela 3). Por outro lado, a relação direta e positiva com a fase de enchimento de grãos (DFFM) também mostrou relações positivas nas demais condições estudadas [0,40m, RG x DFFM ($r=0,45$); 0,60m, RG x DFFM ($r=0,54$)], independente do espaçamento entre linhas empregado, indicando variável mais efetiva em proporcionar incremento no RG.

As correlações entre o RG com o ciclo total da cultura (DEM), não evidenciou associação, suportando a hipótese de que nesta condição, as alterações dessas fases mencionadas anteriormente são decisivas em modificar o RG. Para tanto, no espaçamento de 0,40 e 0,60m, relações significativas e de sentido inverso foram constatadas do RG com o DEM ($r=-0,33$ e $r=-0,38$), respectivamente, sugerindo que o incremento do ciclo de cultivo contribui decisivamente na redução do rendimento final. BENIN et al. (2005) demonstraram que o incremento do ciclo do trigo tende a não representar na mesma ordem incremento de produção final, de tal forma que, nesta mesma proporção, maiores são os estádios para a

expressão das fases, o que gera um gasto energético que é suprimido na fase de enchimento de grãos.

No espaçamento 0,20m (Tabela 3), cabe destacar a correlação positiva do RG com o TO ($r=0,42$), caracterizando esta condição de cultivo como a mais responsiva na relação direta entre grãos e óleo, visto que, nas demais condições estudadas (0,40 e 0,60m), associações não foram observadas. Contudo, se verifica no espaçamento de 0,20m, que os elementos meteorológicos ST e IAC não mostraram relação direta no RG, levantando a hipótese que sobre esta condição (espaçamento 0,20m), pode ser uma forma de alterar épocas de semeadura sem que a produção final seja influenciada negativamente por esses fatores. Esta hipótese é fortalecida quando analisado os espaçamentos entre linhas maiores (0,40 e 0,60m) pela ausência de associação do RG com o ST e IAC. Cabe destacar, a grande amplitude nas épocas de semeadura da cultura de canola no RS, diferentemente de outras espécies (DALMAGO et al., 2008) não afetando o RG, desde que, não ocorra geada na fase inicial do crescimento da planta (DALMAGO et al., 2010).

Na análise do TO (0,20m), é grande o número de associações de ordem inversa tanto para variáveis ligadas as fases do ciclo como as meteorológicas. Diante disto, se ressaltam as relações observadas entre TO x DEFF ($r=-0,58$), TO x DEM ($r=-0,60$), TO x DIFM ($r=-0,40$) e TO x ST ($r=-0,61$). Portanto, o incremento da fase que vai DEFF tende a reduzir o TO nos grãos, assim como a do DIFM. Nesse sentido, se verifica que a duração ciclo da cultura tem relação com teor de óleo TO x DEM ($r=-0,60$), o que não aconteceu com o RG. Ainda nesta condição (0,20m), a ST mostrou relação com o TO ($r=-0,61$), indicando que anos com a ST mais pronunciada há tendência de redução deste caráter diretamente ligado pela maior perda de fotossíntese pela respiração e indiretamente à pressão que o menor espaçamento proporciona na produção e comprimento de ramos, podendo uniformizar de modo mais efetivo a maturação, reduzindo a participação da ST na definição deste estágio (Tabela 3).

Nas associações com espaçamentos maiores (0,40 e 0,60m) relações negativas do TO com o DIFM foram observadas (0,40m: $r = -0,46$; 0,60m: $r = -0,53$), fortalecendo a hipótese que para a produção de óleo, o incremento do ciclo vegetativo tende a reduzir esta variável. Destaca-se ainda que, a fase da floração, assim como o ciclo total longo da canola citados como vantagem, por tolerar efeitos de ambiente, como temperaturas altas e granizo, (TOMM, 2007), muitas vezes podem não refletir em maior teor de óleo no grão, conforme constatado neste estudo.

Na análise do TO (espaçamento de 0,60m) (Tabela 3), nas variáveis de ciclo, relação inversa e significativa do TO com o DEIF ($r = -0,53$) foi verificada, confirmando que a redução de ciclo vegetativo favorece incremento do TO nos grãos. Por outro lado, subperíodo DFFM não mostrou relação significativa diferentemente do observado no espaçamento de 0,40m. Para tanto, a relação TO x DIFM também foi observada ($r = -0,68$), mostrando não contribuir diretamente em favorecer o TO. Contudo, o maior espaçamento mostrou as menores relações das fases do ciclo com o teor de óleo na canola.

No espaçamento de 0,40m como no de 0,60m a produção de óleo no grão mostrou relação inversa e significativas com o IAC, onde o aumento do número de horas de radiação direta, durante a fase de enchimento de grão, tende a reduzir o TO (Tabela 3). Uma hipótese para esta observação decorre do fato que o aumento do número de horas de radiação estar associado ao incremento de temperatura, em que o gasto energético pode ser maior, desde que o pico de saturação e fotossíntese tenha sido contemplado (FLOSS, 2008). No estudo, foi observado uma relação direta do IAC com a ST em todas as condições estudadas [0,20m, IAC x ST ($r = 0,37$); 0,40m, IAC x ST ($r = 0,52$); 0,60, IAC x ST ($r = 0,49$)] em vista, possivelmente, da estreita relação existente entre a IAC e a ST, pois maior insolação determina maior aquecimento da superfície e, conseqüentemente maior temperatura do ar (OMETTO, 1981).

Nas relações que envolvem as fases do ciclo com os elementos meteorológicos, cabe destacar que no espaçamento 0,20m, as associações existentes entre ST x DEIF, ST x DEFF, ST x DEM, ST x DIFM e ST x DFFM, foram positivas e significativas, exceto para o TDF. Além disto, a resposta observada nesta condição de cultivo foi também similar ao encontrado no espaçamento de 0,40m, para ST x DEIF, ST x DEFF, ST x DEM e ST x DIFM, respectivamente com ausência de correlação quando envolvido ST com TDF. Portanto, o TDF não evidencia ligações de interesse com as variáveis meteorológicas analisadas (ST e IAC), a partir da fase de enchimento de grãos.

Na análise da ST no espaçamento de 0,60m, correlações foram definidas apenas na ST x DEFF ($r=0,47$) e ST x DEM ($r=0,79$), similar as condições de menor espaçamento (0,20m), com inclusão do efeito positivo e significativo observado na correlação que envolve ST com TDF ($r=0,32$). Portanto, no espaçamento maior (0,60m) a ST mostra ter efetividade no tempo de duração da produção de flores, porém, com tendência a comprometer o RG, como observado anteriormente, na relação RG x TDF (Tabela 3).

Na análise da IAC (Tabela 3) para o espaçamento de 0,20m, relações positivas e significativas desta variável com as variáveis do ciclo da canola também foram constatadas, tais como, IAC x DEIF ($r=0,67$), ST x DEM ($r=0,86$), ST x DIFM ($r=0,56$) e IAC x DFFM ($r=0,54$), destacando a relação inversa observada entre IAC com TDF na ordem e magnitude de $r=-0,39$. Portanto, o TDF, além de mostrar relação negativa com o RG nas distintas condições de espaçamento (0,20, 0,40 e 0,60m), também mostra no IAC relação significativa, porém de ordem inversa, com valores de IAC x TDF $r=-0,33$, 0,40m e IAC x TDF $r=-0,28$, 0,60m.

No espaçamento de 0,40m, associações positivas e significativas foram constatadas com entre a IAC e as variáveis DEIF, DEFF, DEM, DIFM e DFFM. Nesse espaçamento, a efetividade de participação da IAC foi maior, com influência direta frente as variáveis ligadas

ao ciclo da canola. Contudo, no espaçamento de 0,60m, estas observações também foram constatadas com associações positivas de IAC x DEIF, $r=0,55$, IAC x DEM, $r=0,51$, IAC x DIFM, $r= 0,60$ e IAC x DFFM, $r=0,38$, exceto na ST x DEFF, que nesta condição, não mostrou associação (Tabela 3).

Estudos que envolvem o uso da soma térmica para a quantificação do número de folhas emitidas por espécies agrícolas e sua relação com a escala fenológica do ciclo das espécies, são de grande contribuição (STRECK et al., 2006, WALTER et al., 2009, ROSA et al., 2009), pois tem permitido o esclarecimento da importância da temperatura do ar como variável meteorológica determinante do crescimento e desenvolvimento das plantas, bem como o uso da soma térmica em modelos de simulação do crescimento e desenvolvimento (UNGARO et al., 1997; JUNGES, 2008; ALBERTO et al., 2009; DALMAGO et al., 2010)

Por fim, alguns efeitos importantes dos elementos meteorológicos sobre a cultura da canola devem ser comentados. A expressão da fase vegetativa (DEIF) mostra maior magnitude de associação com a IAC, de ordem direta e positiva, mesmo que ambos estejam diretamente relacionados. Estas observações também foram constatadas tanto no espaçamento de 0,40 e 0,60m. A ST para o espaçamento de 0,60m não influenciou a fase vegetativa.

A fase de enchimento de grãos (DFFM), também mostrou maior efetividade de sua expressão com a IAC, pela maior relação direta e positiva nas três situações estudadas, de tal forma que, para o espaçamento 0,60m, a relação ST x DFFM não foi confirmada. Contudo, em ambas as situações (0,20 e 0,40m) a ST e IAC mostraram efeito positivo significativos, simultaneamente.

Contudo, na análise de ciclo total, ponto a destacar é a associação negativa com os elementos meteorológicos estudados. De tal forma que, a maior magnitude de associação está ligada a ST do que a IAC, nas distintas situações estudadas (0,20m, DEM x ST = 0,86; DEM x IAC = 0,52; 0,40m, DEM x ST = 0,89; DEM x IAC = 0,62; 0,60m, DEM x ST= 0,79 e

DEM x IAC= 0,51), todos de ordem positiva. Portanto, a fase que compreende a DEFF, que mostrou forte associação com o ST em todos os espaçamentos, talvez tenha contribuído no efeito cumulativo da fase ao englobar o ciclo total da cultura na associação direta com a ST. Existem trabalhos que citam a importância da temperatura do ar, via soma térmica, para quantificar a duração do ciclo das culturas, como no caso do arroz (STRECK et al., 2006) e canola de inverno (HABEKOTTÈ, 1997), contudo, outros fatores podem estar ligados a expressão destas fases, como a própria expressão genética da espécie estudada, ano, local e práticas de manejo adotadas.

4. CONCLUSÕES

Os efeitos proporcionados pelos anos de cultivo e padrão genético de cultivar são mais efetivos na alteração do rendimento de grãos, teor de óleo e variáveis ligadas ao ciclo nos distintos arranjos de plantas dimensionados.

Os dias da emergência ao início da floração e da emergência a floração final são as variáveis que mais contribuem para a variação morfológica total. O incremento do espaçamento entre linhas altera de modo a duração no tempo de floração da canola.

A soma térmica na fase de florescimento a maturação fisiológica não está diretamente associada ao rendimento de grãos e ao teor de óleo no grão frente ao arranjo de plantas. Por outro lado, quando relacionada ao ciclo, evidenciam associações com esta variável meteorológica.

REFERÊNCIAS

- ARNOLD, C.Y. Maximum-minimum temperatures as a basis for computing heat units. **Proceedings of the American Society for Horticultural Sciences**, v.76, p.682-692, 1960.
- ALBERTO, C.M.; STRECK, N.A.; WALTER, L.C.; ROSA, H.T.; BRACKMANN, A.; OLIVEIRA, F.B.; ZANON, A.J.; FAGUNDES, L.K. Resposta à vernalização de cultivares brasileiras de trigo. **Bragantia**, v.68, p.535-543, 2009.
- BENIN, G.; CARVALHO, F.I.F. de; OLIVEIRA, A.C.; LORENCETTI, C.; VIEIRA, E.A.; COIMBRA, J.L.M.; VALÉRIO, I.P.; FLOSS, E.L.; BERTAN, I.; SILVA, G.O. da. Adaptabilidade e estabilidade em aveia em ambientes estratificados. **Ciência Rural**, v.35, p.295-302, 2005.
- BONATO E.R.; BERTAGNOLLI, P.F.; LANGE, C.E.; RUBIN, S.A.L. Teor de óleo e de proteína em genótipos de soja desenvolvidos após 1990. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.12, p.2391-2398, dez. 2000.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Plano Nacional de Agroenergia**. Brasília, 2005. 120p.
- CORDEIRO, D.S.; SILVEIRA, E.P.; KICHEL, A.N. Resposta da *Bassica napus* a doses e épocas de aplicação de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, p. 1137-1142, 1993.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes**: versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648 p.
- DALMAGO, G.A.; CUNHA, G.R. da; TOMM, G.O.; PIRES, J.L.F.; SANTI, A.; PASINATO, A.; SCHWEIG, E.; MÜLLER, A.L. **Zoneamento agroclimático de canola para o Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 10 p. (Embrapa Trigo. Comunicado técnico online, 252).

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

FLOSS, E.L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo do que está por trás do que se vê**. 4. Ed. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2008. 733p.

GADIOLO, J.L.; DOURADO-NETO, D.; GARCIA, A.G.; BASANTA, M.del V. Temperatura do ar, rendimento de grãos de milho e caracterização fenológica associada à soma calórica. **Scientia Agrícola**, v.57, p.377-383, 2000.

GRUNVALD, A.K.; CARVALHO, C.G.P. de; OLIVEIRA, A.C.B. de; ANDRADE, C.A.B. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de girassol nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná. **Ciência Agrotécnica**, v. 33, p. 1195-1204, 2009

GUNASEKERA, C.P. MARTIN, L.D.; SIDDIQUE, K.H.M.; WALTON, G.H. Genotype by environment interactions of Indian mustard (*Brassica juncea* L.) and canola (*B. napus* L.) in Mediterranean-type environments. Crop growth and seed yield. **European Journal Agronomy**, v. 25, p. 1-12, 2006.

HABEKOTTÉ, B. A model of the phenological development of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). **Field Crops Research**, v. 54, p.127-136, 1997.

HARRIS, H.C.; McWILLIAM, J.R.; MASON, W.K. Influence of temperature on oil and composition of sunflower seed. **Australian Journal of Agricultural Research**. v.29,p. 1203-1212, 1978.

HEINEMANN, A.B.; STONE, L.S.; DIDONET, A.D.; TRINDADE, M.G; SOARES, B.B.; MOREIRA, J.A.A.; CANOVAS, A. Eficiência de uso da radiação solar na produtividade do trigo decorrente da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, p.352-356, 2006.

INNECCO, R.; CRUZ, G.F.; VIEIRA, A.V.; MATTOS, S.H.; CHAVES, F.C.M. Espaçamento, época e número de colheitas em hortelã-rasteira (*Mentha x villosa* Huds). **Revista Ciência Agronômica**, v. 34, p. 247-251, 2003.

JUNGES, A.H. **Modelo agrometeorológico-espectral de estimativa de rendimento de grãos de trigo no Rio Grande do Sul**. 2008. 137f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

JÚNIOR, M.J.P.; CAMARGO, M.B.P. de; MORAES, A.V.C; FELÍCIO, J.C.; CASTRO, J.L. de. Temperatura-base, graus-dia e duração do ciclo para cultivares de triticale. **Bragantia**, Campinas, v.63, p.447-453, 2004.

KRÜGER, C.A.M.B.; SILVA, A.J; MEDEIROS, S.L.P.; VALENTINI, A.P.F.; ZAMBONATO, F.; WAGNER, J.F.; MARTINS, J.A.K.; GAVIRAGHI, F.; BATISTI, G. Soma térmica e seus efeitos nos caracteres adaptativos e de produção na cultura da canola. IN: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 18., 2009, PELOTAS. ANAIS. PELOTAS: ED. UFPeL, 2009.

KRÜGER, C.A.M.B.; SILVA, A.J.; BACH, S.; DAMBRÓS, D.; SANTOS, C.D.; BANDEIRA, T.P.; BATISTTI, G.C.; WENTZ, R.; MEDEIROS, S.L.P.; SILVA, J.A.G. Percentual de óleo em canola cultivada sob diferentes arranjos de plantas. IN: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 18., 2010, IJUÍ. **ANAIS . IJUÍ**: ED. UNIJUÍ, 2010.

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, 173- 180. 1999.

MAEHLER, A.R.; COSTA, J.A.; PIRES, J.L.F.; RAMBRO, L. Qualidade de grãos de duas cultivares de soja em função da disponibilidade de água no solo e arranjo de plantas. **Ciência Rural**, v. 33, p. 213-218, 2003.

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

MEIER, U. et al. BBCH Monograph. **Growth Stages of Mono- and Di-cotyledonous Plants**. 2nd Edition. (Meier, U., Ed.). Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, Berlin and Braunschweig, Germany. 158 pp. 2001.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura. 1961.

MOMOH, E.J.J.; ZHOU, W. Growth and Yield Responses to Plant Density and Stage of Transplanting in Winter Oilseed Rape (*Brassica napus* L.). **Journal Agronomy & Crop Science**. v. 186, p. 253 - 259, 2001.

OMETTO, J.C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Ed. Ceres, 1981, 440p.

PAQUOT, C. **Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives**. 6.ed. Oxford: Pergamon Press, 1979. 170p.

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

ROSA, H.T.; WALTER, L.C.; STRECK, N.A.; ALBERTO, C.A. Métodos de soma térmica e datas de semeadura na determinação de filocrono de cultivares de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. V.44, p.1374-1382, 2009.

SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**. v.31, p.159-168, 2001.

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

SILVA, P.R.F. da; RIZZARDI, M.A. Resposta de cultivares de girassol à densidade de plantas em duas épocas de semeadura: II Características associadas a colheita **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.28, n.6, p.689-700, jun. 1993.

SILVA, P.R.F. da; RIZZARDI, M.A.; TREZZI, M.M.; ALMEIDA, M.L. Densidade e arranjo de plantas em girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.30, p.797-810, 1995.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The Indian Journal of Genetic and Plant Breeding**, v.41, p.237-245. 1981.

STRECK, N.A.; BOSCO, L.C.; MICHELON, S.; WALTER, L.C.; MARCOLIN, E. Duração do ciclo de desenvolvimento de cultivares de arroz em função da emissão de folhas. **Ciência Rural**. v.36, p.1086-1093, 2006.

TOLEDO, N.T.; MULLER, A.G.; BERTO, J.L.; MALLMANN, C.E.S. Ajuste do modelo fototérmico de estimativa do desenvolvimento e do índice de área foliar de soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.288-295, 2010.

TOMM, G. O. **Indicativos tecnológicos para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo. 2007. 32 p. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/p_sp03_2007.pdf. Acesso em: 10 mai. de 2010.

TOURINO, M.C.C; REZENDE, P.M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 37, p. 1071-1077, 2002.

UNGARO, M.R.G.; SENTELHAS, P.C.; TURATTI, J.M; SOAVE, D.. Influência da temperatura do ar na composição de aquênios de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, p.351-356, 1997.

WALTER, L.C.; STRECK, N.A.; ROSA, H.T.; ALBERTO, C.A.; OLIVEIRA, F.B. Desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de cultivares de trigo e sua associação com a emissão de folhas. **Ciência Rural**. v.39, p.2320-2326, 2009

WENDT, V.; BULL, L.T.; CORRÊA, J.C.; CRUSCIOL, C.A.C. Produção do girassol em dois sistemas de semeadura em função da adubação verde de inverno associada a doses de NPK. **Acta Scientífica Agronômica**. v. 27, p. 617-621, 2005.

Tabela 1- Quadrado médio da análise da variância para rendimento de grãos, teor de óleo, fases fenológicas, soma térmica dos dias da floração final a maturação e insolação acumulada no período de maturação da canola, cultivada em distintos espaçamentos entre linhas (0,20, 0,40 e 0,60m). Augusto Pestana, 2010.

Fontes de variação	Quadrado médio 0,20m										
	GL	RG	TO	DEIF	DEFF	TDF	DEM	DIFM	DFFM	ST	IAC
Ano (A)	1	3054444*	22*	2028*	143*	3250*	24	280*	285*	215	14910*
Genótipo (G)	1	524297*	553*	456*	1150*	157,6*	1430*	560*	15*	49511*	14826*
Densidade (D)	1	56044	2,1	0,001	1,0	1,0	0,08	0,4	0,6	161	2098
A x G	2	38624	34*	1,3	111*	88*	14	96*	46*	9174*	5733*
A x D	2	91462*	3,1	0,001	1,0	1,0	0,08	0,2	1,5*	251	249
G x D	2	60173	55*	26*	32,5*	0,8	30*	0,7	0,06	683*	436
A x G x D	2	19681	68*	18*	41*	5,3*	30*	1,0	0,8	7,5*	345
Erro	33	18677	0,4	4,2	5,5	1,2	4,5	0,4	0,3	167	151
Total	47	4819410	1230	2739	1777	3554	1769	961	364,4	69804	43297
Média geral		969	28	65	111	45	146	88	34	445	213
CV (%)		14,08	2,48	3,13	2,12	2,43	1,46	0,78	1,57	2,9	5,75
Fontes de variação	Quadrado médio 0,40m										
	GL	RG	TO	DEIF	DEFF	TDF	DEM	DIFM	DFFM	ST	IAC
Ano (A)	1	666017*	246*	1813*	105*	2790*	42,1*	675*	295*	1043*	19533*
Genótipo (G)	1	601104*	83*	567*	1397*	184*	1989*	494*	17*	98663*	15404
Densidade (D)	1	15693	129*	1,6	2,8	0,1	0,01	1,7	0,1	364	44
A x G	2	308882*	15*	31*	13	85*	9,1*	44*	50*	11273*	12874*
A x D	2	10313	3,7	0,6	2,8	0,8	0,01	3,2	0,1	364	44
G x D	2	45418*	4,4*	1,1	3,6	0,7	0,01	3	0,3	364	44
A x G x D	2	139536	0,7*	2,4	3,6	0,1	0,01	1,5	0,3	364	44
Erro	33	28020	0,01	3,5	3,6	3,1	0,46	4	0,1	606	100
Total	47	2924063	1003	2571,9	1674	3260	2161,3	1411	371,9	149240	55728
Média geral		948	26	67	111	44	146	88	34	454	219
CV (%)		17,64	0,46	2,81	1,7	3,96	0,46	2,28	1,27	5,42	4,54
Fontes de variação	Quadrado médio 0,60m										
	GL	RG	TO	DEIF	DEFF	TDF	DEM	DIFM	DFFM	ST	IAC
Ano (A)	1	219497*	261*	1230*	204*	2436*	4,6*	526*	117*	281,8	11362*
Genótipo (G)	1	277080*	92*	3158	1354*	363*	1354*	438*	4,6	43296*	7964*
Densidade (D)	1	1106	10*	1,0	3,0	0,7	0,001	2,0	0,001	10,0	37
A x G	2	15541	256	0,02	22*	24	31*	5852	1,6	354	19914*
A x D	2	15249	10*	1,1	3,0	0,4	0,001	1,7	0,001	354	37
G x D	2	42069	7,0*	2,3	3,0	0,06	0,001	2,5	0,001	360	41
A x G x D	2	5785	3,1*	2,8	3,0	0,1	0,001	2,0	0,001	360	41
Erro	33	19347	0,02	2,2	4,4	3,3	0,05	3,3	0,8	599	241
Total	47	1376041	1056,1	1658,4	1774	2991	1543	1178	154	103421	52403
Média geral		834	27	67	111	43	148	87	35	477	227
CV (%)		16,6	0,54	2,23	1,89	4,2	0,15	2,07	2,5	5,18	6,83

A= ano; G= genótipo; D= densidade; GL = Graus de liberdade; CV = Coeficiente de variação (%); * Significativo a 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Tukey. RG = Rendimento de grãos, em Kg ha⁻¹; TO= teor de óleo, em %; DEIF= dias da emergência ao início da floração; DEFF= dias da emergência ao final da floração; TDF= tempo de duração da floração; DEM= dias da emergência a maturação; DIFM= dias do início da floração a maturação; DFFM= dias da floração final a maturação; ST = soma térmica dos dias da floração final a maturação, em °C dias e IAC= insolação acumulada no período da floração final a maturação, em horas.

Tabela 2- Estatística descritiva e contribuição relativa de variáveis de importância agrônoma em canola. Augusto Pestana, 2010.

Variável (0,20m)	Estatística Descritiva			Contribuição Relativa	
	Valor Mínimo	Valor Máximo	Desvio Padrão	s.j.	Valor em %
RG	488,7	1713,0	320,0	444,67	0,02
TO	18,0	37,4	5,1	15570,61	0,36
DEIF	55,0	77,0	7,6	1804422,67	42,85
DEFF	102,0	119,0	6,1	1875857,96	44,55
TDF	33,0	57,0	8,6	150479,98	3,57
DEM	139,0	153,0	6,1	215454,50	5,11
DIFM	84,0	97,0	4,5	5243,14	0,15
DFFM	30,0	39,0	2,7	93218,65	2,21
ST	388,7	499,2	38,5	15778,34	0,38
IAC	170,6	278,7	30,3	33714,71	0,80

Variável (0,40m)	Estatística Descritiva			Contribuição Relativa	
	Valor Mínimo	Valor Máximo	Desvio Padrão	s.j.	Valor em %
RG	515,8	1716,0	249,4	1171,49	0,02
TO	16,6	35,8	4,6	2790,30	0,02
DEIF	55,0	77,0	7,3	3992627262,99	49,85
DEFF	102,0	118,0	5,9	2567224776,29	32,14
TDF	31,0	54,0	8,2	1425293092,93	17,84
DEM	137,0	156,0	6,7	264140,47	0,02
DIFM	77,0	97,0	5,4	26192,10	0,02
DFFM	30,0	39,0	2,8	14376,27	0,03
ST	336,3	544,4	56,3	13852,79	0,03
IAC	179,7	294,3	34,4	13852,79	0,03

Variável (0,60m)	Estatística Descritiva			Contribuição Relativa	
	Valor Mínimo	Valor Máximo	Desvio Padrão	s.j.	Valor em %
RG	519,2	1186,0	171,1	477,10	0,03
TO	17,5	36,9	4,7	14,45	0,03
DEIF	58,0	77,0	5,9	16623203345,34	49,84
DEFF	102,0	118,0	6,1	442527263,90	13,30
TDF	31,0	53,0	7,9	1219740511,87	36,68
DEM	140,0	157,0	5,7	383924,27	0,03
DIFM	80,0	97,0	5,0	3748,05	0,03
DFFM	34,0	39,0	1,8	18,91	0,02
ST	420,0	622,0	46,9	51588,24	0,02
IAC	185,1	319,0	33,3	19073,46	0,02

s. j.= contribuição relativa; RG = Rendimento de grãos, em Kg ha⁻¹; TO= teor de óleo, em %; DEIF= dias da emergência ao início da floração; DEFF= dias da emergência ao final da floração; TDF= tempo de duração da floração, em dias; DEM= dias da emergência a maturação; DIFM= dias do início da floração a maturação; DFFM= dias da floração final a maturação; ST = soma térmica dos dias da floração final a maturação, em °C dias e IAC= insolação acumulada no período da floração final a maturação, em horas.

Tabela 3- Coeficiente de correlação de Pearson entre variáveis de importância agrônômica e meteorológicas para a canola, cultivada em distintos espaçamentos entre linhas (0,20, 0,40 e 0,60m). Augusto Pestana, 2010.

0,20m (r _F)	TO	DEIF	DEFF	TDF	DEM	DIFM	DFFM	ST	IAC
RG	0,42*	0,53*	-0,48*	-0,81*	-0,21	0,19	0,60*	-0,25	0,35
TO		-0,17	-0,58*	-0,26	-0,60*	-0,40*	-0,04	-0,61*	0,17
DEIF			0,21	-0,72*	0,58*	0,80*	0,81*	0,47*	0,67*
DEFF				0,51*	0,89*	0,58*	-0,23	0,70*	0,27
TDF					0,11	-0,29*	-0,87*	0,08	-0,39*
DEM						0,80*	0,22	0,86*	0,52*
DIFM							0,49*	0,56*	0,85*
DFFM								0,34	0,54*
ST									0,37*
0,40m (r _F)	TO	DEIF	DEFF	TDF	DEM	DIFM	DFFM	ST	IAC
RG	-0,08	0,19	-0,55*	-0,57*	-0,33*	0,05	0,45*	-0,20	-0,08
TO		-0,46*	-0,11	0,33*	-0,29*	-0,56*	-0,47*	-0,19	-0,45*
DEIF			0,25	-0,71*	0,56*	0,80*	0,86*	0,41*	0,64*
DEFF				0,49*	0,85*	0,44*	-0,08	0,61*	0,33*
TDF					0,10	-0,40*	-0,83*	0,07	-0,33*
DEM						0,69*	0,35*	0,89*	0,62*
DIFM							0,68*	0,48*	0,82*
DFFM								0,32*	0,47*
ST									0,52*
0,60m (r _F)	TO	DEIF	DEFF	TDF	DEM	DIFM	DFFM	ST	IAC
RG	0,11	0,10	-0,57*	-0,51*	-0,38*	-0,03	0,54*	-0,13	0,11
TO		-0,53*	-0,19	0,24	-0,23	-0,68*	-0,26	0,09	-0,51*
DEIF			0,12	-0,64*	0,34*	0,83*	0,66*	0,06	0,55*
DEFF				0,67*	0,85*	0,42*	-0,54*	0,47*	0,16
TDF					0,40*	-0,29*	-0,91*	0,32*	-0,28*
DEM						0,58*	-0,23	0,79*	0,51*
DIFM							0,36*	0,18	0,60*
DFFM								-0,14	0,38*
ST									0,49*

* Significativo a 5% de probabilidade de erro. r_F= coeficiente de correlação de Pearson; RG = Rendimento de grãos, em Kg ha⁻¹; TO= teor de óleo, em %; DEIF= dias da emergência ao início da floração; DEFF= dias da emergência ao final da floração; TDF= tempo de duração da floração; DEM= dias da emergência a maturação; DIFM= dias do início da floração a maturação; DFFM= dias da floração final a maturação; ST= soma térmica dos dias da floração final a maturação, em °C dias e IAC= insolação acumulada no período da floração final a maturação, em horas.

DISCUSSÃO

A canola tem apresentado incremento de área de cultivo, porém em virtude do amplo período de floração e maturação desuniforme, dificulta sua maior aceitação pelos produtores rurais, em vista da dificuldade da colheita e perdas por deiscência da síliqua. Em vista disso, é importante apresentar alternativas de manejo buscando minimizar a ocorrência desses fatos, para que o cultivo da espécie se torne mais expressivo, contribuindo para a maior lucratividade da cultura.

Registros mostram que alterações no arranjo de plantas podem corroborar para maximizar o rendimento de grãos (BRADSHAW, 1965; ARGENTA et al., 2001; RAMBO et al., 2003), bem como uniformizar a expressão de fases do ciclo da cultura, como a floração e, conseqüentemente a maturação das espécies (SILVA; RIZZARDI, 1993). Portanto, o uso desta técnica de manejo pode contribuir para minimizar os problemas na cultura da canola, permitindo maior rendimento de grãos e de óleo nessa espécie oleaginosa.

Neste trabalho, em que o arranjo de plantas foi modificado, por alterações de espaçamento e densidade de plantas, foi observado modificação no rendimento de grãos e demais caracteres ligados ao rendimento de grãos. Além disso, em espaçamento fixo, a densidade de plantas não apresenta tendência de modificação nas variáveis estudadas, e fortes efeitos foram constatados para o ano de cultivo e genótipo utilizado.

Buscando observar possíveis alterações na morfologia da planta, em relação a expressão do florescimento e a maturação, foram avaliados caracteres morfológicos, bem como o efeito de herdabilidade em vista dos anos de cultivo e genótipos de canola. Constatou-se que a planta de canola tem sua morfologia alterada pelo uso do arranjo de plantas, característica esta descrita como plasticidade fenotípica (BRADSHAW, 1965). Foi observada forte contribuição de distintos caracteres para promover maior rendimento de grãos e uniformidade de maturação. Além disto, no menor espaçamento de cultivo (0,20m), maior produção de grãos por área e por planta foram observadas e, também apresentando alta herdabilidade, o que permite inferir que estes caracteres sofrem pouca influência do ambiente. Aliado a isso, existe pouca relação na estimativa da produção entre o RG e o RGP e, o caráter NGS foi o mais estável na amplitude de arranjo de plantas de canola estabelecido.

Cabe destacar que o caráter morfológico altura de inserção do ramo secundário apresenta relação inversa com o rendimento de grãos, além disso, por esta razão, deve-se

buscar cultivares que apresentem menor inserção de ramo secundário. Contudo, os caracteres massa média de síliqua, número e comprimento de ramos secundário são maximizados com o aumento do espaçamento entre linhas, em vista dos valores elevados de herdabilidade com o incremento do espaçamento de cultivo.

Nas distintas condições de arranjo de plantas estabelecidos, o teor de óleo não apresentou correlações com o rendimento de grãos, mas sim com caracteres ligados ao ciclo da cultura. Indicando que, alterações nas fases de crescimento e desenvolvimento da canola, no menor espaçamento de cultivo (0,20m) podem contribuir para maior rendimento de óleo, desde que, estas não estejam negativamente relacionadas ao rendimento de grãos.

Pelo estudo da contribuição relativa de cada caráter na variação morfológica, foi possível perceber que os dias da emergência ao início da floração e da emergência a floração final, são os de maior contribuição para a variação total. Além disso, várias associações foram observadas entre o rendimento de grãos, teor de óleo, variáveis de ciclo, soma térmica e insolação, destacando-se que a soma térmica no enchimento de grãos não apresenta correlação com o teor de óleo. Contudo, as variáveis associadas ao ciclo da cultura apresentam relação com a soma térmica e com a insolação acumulada na fase de enchimento de grãos, no arranjo de plantas estabelecido no trabalho.

Depois de realizado este trabalho, fica claro a influência do arranjo de plantas em promover modificações na cultura da canola, e atendendo o requisito de uniformizar a maturação atrelada à manutenção do rendimento de grãos. Cabe destacar, que a cultura da canola apresenta plasticidade fenotípica e, com isso, pode explorar de melhor forma o espaço aéreo para a expressão do rendimento de grãos e de óleo.

CONCLUSÃO

Os efeitos proporcionados pelo ano de cultivo são mais efetivos em alterar a produção de grãos e demais caracteres diretos de produção em canola, seguido do potencial genético de cultivar e com menor participação da densidade de cultivo. A cultivar Hyola 432 mostra maior efetividade em maximizar a produção de grãos em relação a Hyola 61, independente do ano, espaçamento entre linhas e densidade de cultivo empregado.

O rendimento de grãos de planta individual e por área evidenciam maiores herdabilidades em espaçamento entre linhas reduzido.

Os caracteres número de síliquas e de grãos por planta são aqueles que evidenciam maior efetividade nas relações diretas e positivas com o rendimento de grãos.

Os efeitos proporcionados pelos anos de cultivo e padrão genético de cultivar são mais efetivos em alteração da produção, teor de óleo e caracteres de adaptação nos distintos arranjos de plantas dimensionados.

Os caracteres adaptativos dias da emergência ao início da floração e da emergência a floração final são os que mais contribuem para a variação morfológica total. Além disso, o incremento do espaçamento entre linhas altera de modo mais efetivo o tempo de duração da floração na contribuição geral dos caracteres estudados.

A soma térmica na fase de florescimento a maturidade fisiológica não está diretamente associada ao rendimento e teor de óleo no grão frente ao arranjo de plantas. Por outro lado, quando relacionada ao ciclo, apresentam relação com esta variável meteorológica.

REFERÊNCIAS

ARGENTA, G., SILVA, P.R.F., SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho. **Ciência Rural**, dez, v. 31, n. 6, p. 1075-1084, 2001.

BRADSHAW, A.D. Advances in genetics. In: CASPARY, E.M. & THODAY, J.M. (Ed.). **Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants**. New York: Academic Press, 1965. p.115-155.

CANOLA. In: **Canola Council of Canada**. Disponível em: <http://www.canola-concuil.org>. Acesso em: 15 de set. 2010.

COIMBRA, J.L.M. GUIDOLIN, A.F.; ALMEIDA, M.L.; SANGOI, L.; ENDER, M.; JÚNIOR, A.M. Análise de trilha dos componentes do rendimento de grãos em genótipos de canola. **Ciência Rural**, set/out, v. 34, n. 5, p. 1421-1428, 2004.

KRÜGER, C.A.M.B.; SILVA, A.J.; BACH, S.; DAMBRÓS, D.; SANTOS, C.D.; BANDEIRA, T.P.; BATISTTI, G.C.; WENTZ, R.; MEDEIROS, S.L.P.; SILVA, J.A.G. Percentual de óleo em canola cultivada sob diferentes arranjos de plantas. IN: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 18. 2010, IJUÍ. **ANAIS ELETRÔNICOS...** IJUÍ: ED. UNIJUÍ, 2010.

GAZZONI, D.L.; BORGES, J.L.B.; ÁVILA, M.T.; FILICI, P.H.N. Balanço energético da cultura da canola para a produção de biodiesel. **Espaço Energia**, n.11, p.24-28., out. 2009.

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

SANTOS, H. P., LHAMBY, J. C. B., DIAS, J. C. A. Efeito do espaçamento em e da densidade de semeadura sobre o comportamento agrônômico da colza. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.5, p. 701-707, mai. 1990.

SILVA, P.R.F; FREITAS, T.F.S. de. Biodiesel: o ônus e o bônus de produzir combustível. **Ciência Rural**, v. 38, n. 3, p. 843-851, mai-jun. 2008.

SILVA, P.R.F. da; RIZZARD, M.A. Resposta de cultivares de girassol à densidade de plantas em duas épocas de semeadura. II – Características associadas à colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 6, p. 689-700, 1993.

TOMM, G. O. **Indicativos tecnológicos para produção de canola no Rio Grande do Sul.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 32 p. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/p_sp03_2007.pdf. Acesso em: 10 mai. de 2010.

ANEXOS

ANEXO 1 - Características químicas do solo e condições meteorológicas do período de cultivo da canola na área experimental. Augusto Pestana, 2010.

ANO	Características do solo					Condições meteorológicas			
	Argila (%)	Índice SMP	MO (%)	P (mg dm ⁻³)	K	T min	T max	T méd	P acumulada (mm)
2008	59	6,6	2,6	29,3	216	10.2	22.0	16.1	967.0
2009	54	6,3	2,6	24,7	182	8.5	21.9	15.2	1124.9
Média	56,5	6,45	2,6	27	199	9,3	21,9	15,6	1025,9

ANEXO 2 - Precipitação e temperatura média do ar durante a condução do experimento, nos anos de 2008 (a) e 2009 (b). Augusto Pestana, 2010.

