

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA**

NATALY DEL AGHNESE PUROLNIK

**COMPONENTES DE RENDIMENTO DA CANOLA E SUAS RELAÇÕES
COM A PRODUTIVIDADE DE GRÃOS**

CERRO LARGO

2022

NATALY DEL AGHNESE PUROLNIK

**COMPONENTES DE RENDIMENTO DA CANOLA E SUAS RELAÇÕES
COM A PRODUTIVIDADE DE GRÃOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Agronomia da
Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS),
como requisito para obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Dr. Nerison Luís Poersch

CERRO LARGO

2022

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

COMPONENTES DE RENDIMENTO DA CANOLA E SUAS RELAÇÕES
COM A PRODUTIVIDADE DE GRÃOS / . -- 2022.
37 f.

Orientador: Professor Doutor Nerison Luis Poersch

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo, RS, 2022.

I. Poersch, Nerison Luis, orient. II. Universidade
Federal da Fronteira Sul. III. Título.

NATALY DEL AGHNESE PUROLNIK

**COMPONENTES DE RENDIMENTO DA CANOLA E SUAS RELAÇÕES
COM A PRODUTIVIDADE DE GRÃOS**

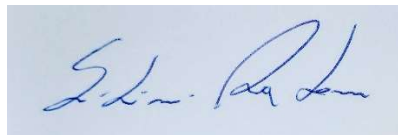
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Agronomia da
Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS),
como requisito para obtenção do título de Bacharel

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 08/04/2022.

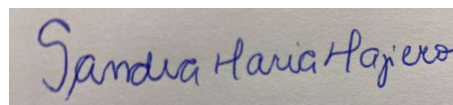
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Nerison Luís Poersch– UFFS
Orientador



Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons-UFFS
Avaliador



Prof.ª Dr.ª Sandra Maria Maziero-UFFS Erechim
Avaliadora

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus pelo dom da vida e pela dádiva de chegar até aqui. A minha mãe, Elenice, por ser um exemplo de mulher e mãe guerreira, pelo amor e incentivo dado desde sempre e por ser a maior mestra da minha vida. Ao meu pai, Teotimo, pelo suporte e amor dado em todos estes anos.

Aos meus irmãos Rafael e Michael pelo apoio e incentivo, obrigada por serem meus parceiros. À minha avó Alenir e à minha madrinha, Sandra, gratidão pelo cuidado, amor e carinho de vocês.

Ao meu orientador Nerison, pelo apoio, dedicação, orientação e por me conduzir da melhor forma possível no andamento deste trabalho.

Ao meu colega de faculdade e amigo Bronildo, por disponibilizar a área onde ocorreu o experimento e por toda ajuda dada, sempre de forma incansável.

Aos meus colegas e amigos Maiara, Flávia, Pedro, Iuri, Juliana, Fernanda, Jayne, Jardel, Amanda e Ruan pela colaboração e ajuda dada no decorrer da pesquisa, principalmente no campo.

RESUMO

É conhecendo a relação entre as características da planta com seus componentes de rendimento que se consegue obter um tipo de planta mais produtiva. Desta maneira o objetivo do presente trabalho é avaliar, por meio da análise de trilha, a influência dos componentes de rendimento sobre a produtividade de grãos de canola (*Brassica napus* L. var. oleifera). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC) com cinco repetições, sendo as parcelas constituídas por cinco linhas de 5 m de comprimento, espaçadas entre si em 0,34 m, totalizando 8,5 m² por parcela, utilizando-se de uma densidade de 400.000 plantas por hectare ou 40 plantas m². Foram avaliados em cada parcela a data de emergência, floração e maturação. A área útil utilizada foi de 4,08 m² e dentro das parcelas úteis foram colhidas 5 plantas, onde houve a avaliação dos seguintes caracteres: altura de planta, número de grãos por síliquas (NGS), número de síliquas por planta (NSP), número de grãos por planta (NGP) e massa de mil grãos (MMG). Os dados, foram submetidos a análise de variância (teste F, com 5% de probabilidade) e ao teste de médias, por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Por fim, realizou-se a Análise de Trilha para avaliar a correlação entre as variáveis estudadas. Observou-se que o híbrido Nuola 300 foi o mais produtivo entre os genótipos estudados. As variáveis número de síliquas por planta e número de grãos por planta, por apresentarem alta correlação positiva e efeito direto com a variável produtividade, indica que estas são as principais variáveis correlacionadas com a variável produtividade.

Palavras-chave: Canola; Análise de Trilha; Componentes de Rendimento; *Brassica napus* L var. oleifera.

ABSTRACT

It is by knowing the relationship between the characteristics of the plant and its yield components that it is possible to obtain a more productive type of plant. Thus, the objective of the present work is to evaluate, through the analysis of trails, the influence of the yield components on the grain yield of canola (*Brassica napus* L. var. *oleifera*). The experimental design used was randomized block design (BCT) with five repetitions, and the plots consisted of five lines 5 m long, spaced 0.34 m apart, totaling 8.5 m² per plot, using a density of 400,000 plants per hectare or 40 plants m². The date of emergence, flowering and maturation were evaluated in each plot. The useful area used was 4.08 m² and within the useful plots 5 plants were harvested, where the following characters were evaluated: plant height, number of grains per syllable (NGS), number of siliques per plant (NSP), number of grains per plant (NGP) and thousand-grain mass (MMG). The data were submitted to variance analysis (F test, with 5% probability) and to the means test, by means of the Tukey test at 5% error probability. Finally, a Trail Analysis was performed to evaluate the correlation between the variables studied. It was observed that the Nuola 300 hybrid was the most productive among the genotypes studied. The variables number of siliques per plant and number of grains per plant, by presenting high positive correlation and direct effect with the yield variable, indicates that these are the main variables correlated with the yield variable.

Keywords: Canola; Trail Analysis; Yield Components; *Brassica napus* L. var. *oleifera*.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Condições de temperatura mínima, máxima, média do ar (°C) e precipitação (mm) durante o experimento, no ano de 2021, na cidade de Cerro Largo, conforme dados da estação meteorológica da UFFS-Universidade Federal da Fronteira Sul. .23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Análise de variância para os caracteres de rendimento da canola, número de síliquas por planta (NSP), número de grãos por síliqua (NGS), massa de mil grãos (MMG), número de grãos por planta (NGP) e produtividade (PROD, em Kg ha⁻¹)....24

Tabela 2-Teste de médias das variáveis número de síliquas por planta (NSP), número de grãos por síliqua (NGS), massa de mil grãos (MMG), número de grãos por planta (NGP) e produtividade (Kg ha⁻¹).....24

Tabela 3-Desdobramento das correlações fenotípicas em componentes de efeito direto e indireto das variáveis independentes explicativas número de síliquas por planta (NSP), número de grãos por síliqua (NGS), massa de mil grãos (MMG), número de grãos por planta (NGP) sobre a variável dependente principal produtividade (PROD).....27

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1	A CULTURA DA CANOLA	12
2.2	COMPONENTES DE RENDIMENTO DA CANOLA	14
2.3	ANÁLISE DE TRILHA	15
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	19
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
5	CONCLUSÕES.....	30

1 INTRODUÇÃO

A espécie *Brassica napus* L. var. oleifera, conhecida popularmente como canola, é uma oleaginosa da família das crucíferas, como a do repolho e da couve, pertencente ao gênero *Brassica* (TOMM, 2007). É uma planta desenvolvida a partir do melhoramento genético da colza, a qual teve origem pelo cruzamento espontâneo entre a mostarda (*Brassica rapa* L., syn. *campestris*) e o repolho selvagem (*Brassica oleracea* L.) (MENDONÇA *et al.*, 2016).

A canola é uma espécie cultivada tradicionalmente em regiões de clima frio, sendo a terceira oleaginosa mais importante do mundo. Os grãos produzidos no Brasil, apresentam cerca de 38% de óleo e em torno de 24 a 27% de proteína, podendo ser, portanto, utilizado na elaboração de ração animal (DALMAGO *et al.*, 2008).

A colza, como era primeiramente conhecida, chegou ao Brasil em meados de 1970/80, trazida pela COTRIJUI-Cooperativa Agropecuária & Industrial, no estado do Rio Grande do Sul, sendo melhor avaliada e estudada no ano de 1974 na cidade de Ijuí-RS. Em 1980 ela chegou no estado do Paraná. Porém a colza só se mostrou uma alternativa para os produtores da região sul nos anos de 1977, 1978 e 1979, por conta das estiagens que afetaram a cultura da soja nestes anos (MICUANSKI *et al.*, 2014).

O cultivo da canola no Brasil tem-se mostrado como uma alternativa na rotação com culturas como a soja, milho e trigo, melhorando o desempenho da produção destas e não substituindo as culturas de inverno, como o trigo, além de permitir a otimização de recursos usados no sistema de produção destes cultivos, como a terra, recursos humanos, máquinas, fertilidade do solo, silos, entre outros (TOMM *et al.*, 2009).

Dada a importância da cultura da canola, muitos são os processos de melhoramento para que ela se torne uma cultura cada vez mais produtiva. Desta maneira, o melhoramento dos caracteres agronômicos, os quais refletem em maior ou menor produtividade, começou a ser estudado pelos melhoristas de uma forma geral para todas as culturas.

É conhecendo a relação entre as características da planta com seus componentes de rendimento que se consegue obter um tipo de planta mais produtiva (JÚNIOR; COSTA, 2002). A canola, por exemplo, tem como principais componentes

de rendimento de grãos o número de grãos por síliqua, massa de mil grãos, número de síliquis por planta e plantas por unidade de área (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2012).

Neste contexto, Wright (1921) desenvolveu o método de análise de trilha, sendo um dos objetivos deste método, como cita Souza (2013, pg 28) “possibilitar o conhecimento dos efeitos diretos e indiretos que variáveis explicativas exercem sobre uma variável principal”. Sendo assim, como existe correlação entre os caracteres agronômicos, onde um pode ter influência sobre o outro, é de suma importância o estudo destas relações pelos melhoristas (COIMBRA *et al.*, 2004).

Por conseguinte, o objetivo do presente trabalho é avaliar, por meio da análise de trilha, a influência dos componentes de rendimento sobre a produtividade de grãos de canola.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A CULTURA DA CANOLA

Em 1956, no Canadá começou haver um questionamento sobre o alto teor de ácidos graxos no óleo de colza, desta maneira, melhoristas canadenses isolaram plantas de colza com baixos teores de ácido erúcido e eicosenóico, estabelecendo nestas novas cultivares um nível máximo de 5% de ácido erúcido no componente da semente, porém, o melhoramento genético continuou permitindo que esse máximo fosse reduzido para menos de 2% de ácido erúcido, sendo o padrão global atualmente. Todo o processo de melhoramento na qualidade de semente da colza fez com que o nome “canola” fosse criado, derivado do “óleo canadense”. Portanto, a canola inclui sementes do gênero *Brassica*, no qual o óleo deve conter menos de 2% de ácido erúcido (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2021).

Segundo Mendonça *et al.* (2016, p. 5) o termo canola é “a abreviação de ‘CANadian Oil Low Acid’, termo comercial utilizado para designar o óleo que, devido ao melhoramento, passou a ter quantidades adequadas de compostos.” Desta maneira, o óleo de canola é considerado um dos melhores óleos da indústria, possuindo pouca gordura saturada e mais gordura monoinsaturada em sua composição, além de ser rico em vitamina E e ômega-3 (MENDONÇA *et al.*, 2016). Sendo assim, Tomm (2007) traz que o óleo de canola é recomendado por médicos e nutricionistas já que a quantidade de ômega-3, redutor de triglicerídeos, é considerada elevada, bem como os teores de vitamina E, antioxidante responsável por reduzir os radicais livres e de gorduras monoinsaturadas, as quais reduzem as gorduras de baixa densidade.

Além da produção de óleo, a canola é muito usada para a produção de biodiesel, inclusive quando os grãos sofrem com períodos de seca, excesso de chuvas na colheita, ou alguma outra injúria que comprometa a qualidade para comercialização. Também pode ser usado para produzir rações e farelos (34 a 38% de proteína) para a alimentação animal (TOMM, 2007).

No Brasil, os estudos sobre a colza começaram no ano de 1974 no estado do Rio grande do Sul, nos anos 80 no estado do Paraná e posteriormente no ano de 2003

em Goiás, porém, somente a partir de 2005 os estudos sobre a canola começaram a ser aprofundados e embasados (TOMM, 2006).

A espécie é subdividida em duas subespécies, a spp. oleífera e a spp. rapífera, porém no Brasil somente a *Brassica napus* L. var. oleífera é cultivada para fins comerciais (MENDONÇA *et al.*, 2016). Desta maneira, no Brasil é empregado o termo “canola”, já que é usado somente híbridos de *Brassica napus* L. var. oleífera, a qual atende padrões de baixo teor de ácido erúxico, ao contrário da colza, que possui altos teores de ácido erúxico, prejudicial para o consumo humano (MORI; TOMM; FERREIRA, 2014).

A cultura da canola é considerada uma ótima opção como cultura de inverno nos estados do Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, ocupando áreas que ficam em pousio no período de inverno e fazendo rotação de culturas com a soja, trigo e milho, por exemplo (MARTIN; NOGUEIRA JUNIOR, 1993). Na rotação com o trigo, a canola pode diminuir a incidência de doenças que afetam o cereal, reduzindo o inóculo de fungos como o *Fusarium graminearum* e *Septoria nodorum*, além de trazer benefícios para as leguminosas como o feijão e a soja e reduzir problemas causados por cercosporiose e mancha de diplodia na cultura do milho (TOMM, 2007).

Além do mais, o cultivo da canola segundo Tomm *et al.* (2009, p. 22):

A canola constitui mais uma alternativa de cultivo para os sistemas de produção de grãos e, portanto, seu rendimento de grãos, custos e eficiência estão vinculados aos mesmos meios (fertilidade de solo, maquinaria agrícola, silos, secadores e pessoal) e modelo tecnológico disponível e empregado nos sistemas produtivos de cada propriedade. A introdução do cultivo de canola em sistemas de produção de grãos se beneficia dos investimentos já realizados para a produção de outras culturas e reduz os custos dos demais cultivos. Portanto, contribui para diluir os custos fixos, otimizar o uso dos meios de produção e aumentar a sustentabilidade econômica, social, além das vantagens ambientais geradas pela permanente cobertura de solo e retenção de nutrientes.

Os maiores produtores nacionais são os estados do Rio Grande do Sul e Paraná, no período 2010-2012 os dois estados juntos somavam 93,2% da área cultivada de canola (MORI; TOMM; FERREIRA, 2014). Conforme a Conab (2020) a área cultivada de canola no ano de 2018 na região Sul do Brasil era de 35,5 mil hectares, diminuindo para 34 mil hectares no ano de 2019. Porém a produtividade aumentou, pois em 2018 ela foi de 1.394 kg ha⁻¹ e em 2019 foi de 1.429 kg ha⁻¹. Na safra 2019/20 o estado do Paraná obteve um rendimento médio de 1.017 kg ha⁻¹ em 900 hectares de plantio, e o estado do Rio Grande do Sul obteve um volume de 47,7 mil toneladas

de grãos produzidos, em 33,1 mil hectares, apresentando um rendimento médio de 1.441 kg ha⁻¹.

Segundo o IBGE (2017) a cidade gaúcha que possui a maior área colhida de canola é a de Tupanciretã, com 1.086 hectares, seguida por Colorado com 1.062 hectares e por São Luiz Gonzaga, com 1.028 hectares, São Borja e Giruá seguem logo atrás com 906 hectares e 793 hectares, respectivamente. São Luiz Gonzaga é a maior produtora em relação a quantidade, com 1.426 toneladas, seguida da cidade de Giruá com 1.279 toneladas, Colorado e Tupanciretã com 1.180 toneladas e 1.152 toneladas, respectivamente. Ajuricaba, Passo Fundo, Trindade do Sul, Ibirubá, Jóia e Ijuí também são grandes produtoras do estado do Rio Grande do Sul.

As regiões que mais produzem canola nos países da China, Canadá, Índia, Austrália e União Europeia situam-se em latitudes entre 35° e 55° (MORI; TOMM; FERREIRA, 2014). Além destas latitudes, os cultivos de canola na Europa são sob sistemas onde há apenas um cultivo por ano e em climas temperados. A semeadura é iniciada no outono e as plantas crescem durante o inverno, sendo colhidas no verão, desta forma, a canola produzida nestes países chama-se canola do tipo invernal. No Brasil, mesmo no Sul no país, não há número de horas de frio suficientes para as cultivares do tipo invernal, desta maneira, no Brasil somente há o cultivo da canola do tipo primavera (espécie *Brassica napus* L.). Esta espécie é cultivada em climas subtropical e/ou tropical, em latitudes que variam de 30° a 6°, requerendo menos horas de frio do que as cultivares invernais, cultivadas na Europa (TOMM *et al.*, 2009).

2.2 COMPONENTES DE RENDIMENTO DA CANOLA

Vários são os estudos feitos em relação ao melhoramento genético da canola, já que a cultura se apresenta como uma possibilidade de rotação de culturas, além de ser uma grande produtora de óleo. Diante disto, o avanço do melhoramento genético está proporcionando a seleção de genótipos mais produtivos e resistentes a doenças, podendo ser utilizados em diferentes épocas e ambientes de cultivo (CAZALI, 2014).

O maior ou menor desempenho agrônômico da canola depende de fatores relacionados ao genótipo e nutrição da planta, a fatores relacionados ao manejo, como a dessecação para anteceder o período da colheita e a escolha da época de semeadura e fatores ligados ao ambiente (ROSA, 2019).

Diante disso, a produtividade da cultura da canola é refletida a partir da combinação de seus componentes de rendimento. Esses componentes são determinados em cada etapa ou fase fisiológica da cultura. Portanto, conhecer cada fase, saber o momento em que cada componente está sendo definido é de suma importância para o produtor, pois manejando a cultura de uma forma adequada, pode-se fazer com que cada componente se expresse ao máximo, refletindo em alta produtividade e rendimento de grãos (VARGAS *et al.*, 2006).

Alterações em qualquer carácter agrônômico da canola, pode desencadear problemas na expressão de outro carácter. Krüger *et al.* (2011, pg 1625) traz que o “comprimento e número de ramos, podem proporcionar modificações na arquitetura da planta, na uniformidade de maturação das síliquas e na produtividade de grãos”, sendo este um exemplo de como a modificação de um componente reflete no outro.

Os componentes número de síliquas por planta, massa de mil grãos e número de grãos por síliquas, são diretamente afetados pela ocorrência de altas temperaturas, agravando-se ainda mais quando associadas à baixa incidência de chuvas. Essas condições fazem com que ocorra o abortamento das flores, conseqüentemente, a fase de florescimento da canola diminui, afetando os demais ciclos subsequentes, como a maturação dos grãos e das síliquas (ROSA, 2019).

O déficit hídrico durante a floração, faz com que haja perda no rendimento de grãos e na produção de óleo pela semente. Porém, o excesso de chuva também é prejudicial, pois acarreta em diminuição do número de grãos por síliquas e no número de síliquas por planta, proporcionando queda no rendimento de grãos (TOMM, 2007).

As geadas podem ser consideradas um problema se ocorrerem na época de floração, pois pode acarretar o abortamento das flores, podendo os prejuízos serem ainda maiores se ocorrer geadas quando começar a formação dos grãos, na fase leitosa e quando a floração já está na sua fase final (TOMM *et al.*, 2009)

2.3 ANÁLISE DE TRILHA

A avaliação de caracteres agrônômicos ou componentes de rendimento é de suma importância para o processo de melhoramento genético. Como destaca Castro *et al.* (2019, pg 360) “a correlação entre variáveis é um parâmetro de grande importância para os programas de melhoramento genético de plantas, possibilitando

realizar a seleção paralela entre caracteres de interesse.” Segundo Coimbra *et al.* (2004), essa importância se dá pelo fato que a seleção de um dado carácter pode alterar o comportamento de outro carácter. Conforme Zilio *et al.* (2011), os componentes de rendimento, além de serem influenciados pelo genótipo, sofrem também influência das diferentes condições ambientais.

As correlações existentes entre os caracteres podem se dar por natureza genotípica, ambiental ou fenotípica, sendo de suma importância aos melhoristas conhecer as relações existentes entre os caracteres, pois são elas que darão respostas úteis na hora da seleção (NOGUEIRA *et al.*, 2012).

Para os melhoristas compreenderem melhor as correlações existentes entre os caracteres agronômicos, houve a criação da análise de trilha (*Path analysis*), a qual consegue determinar os efeitos diretos e indiretos entre a correlação de uma variável principal, de maior relevância para o processo de seleção, e variáveis secundárias ou explicativas (KUREK *et al.*, 2001). Kavalco *et al.* (2014, pg 1685) evidencia que “este método baseia-se na avaliação do efeito de uma variável independente (x) sobre uma variável dependente (y), após a remoção de todas da influência de todas as outras independentes (x_1) incluídas na análise”.

A análise de trilha foi criada por Wright (1921) e é por meio dela que se pode revelar as relações de causa e efeito entre os caracteres estudados, caracterizada por um coeficiente de regressão padronizado, podendo apresentar valores negativos ou positivos. No melhoramento genético, a análise de trilha ajuda no processo de seleção indireta de genótipos considerados promissores e para identificar a importância dos caracteres primários e secundários de cada cultura (CRUZ *et al.*, 2012 apud CARVALHO, 2015).

A análise de correlação que existe entre caracteres, avalia a viabilidade da seleção indireta destes, a qual permite que o melhoramento genético se torne um processo mais rápido e promissor, analisando quais caracteres agronômicos são os mais promissores na produção de grãos de uma determinada cultura, proporcionando assim, uma melhor seleção nas gerações subsequentes (CRUZ; REGAZZI, 1994).

Diante disso, Nogueira *et al.* (2012) realizaram análise de trilha e avaliaram as correlações genotípicas e fenotípicas entre caracteres da cultura da soja, cultivada em duas épocas diferentes, sendo o carácter principal a produtividade de grãos. Os autores concluíram que o carácter vagens por planta, em todas as épocas de semeadura, apresentou efeito favorável sobre a produtividade dos grãos. Além do mais, pode-se

concluir que a época de semeadura foi um fator que influenciou nas correlações genótípicas e fenotípicas entre a maioria dos caracteres estudados e a produtividade de grãos.

Silva *et al.* (2005) realizaram a análise de trilha para observar os efeitos diretos e indiretos que os caracteres de trigo tinham um sobre o outro. Os autores observaram que o componente Massa de Mil Grãos (MMG) apresentou alta correlação direta com o rendimento de grãos, ou seja, esses dois componentes apresentam uma associação direta e positiva. No caso de correlação indireta entre os caracteres, os autores observaram que o caractere Massa de Mil Grãos apresenta correlação negativa com o caractere Número de Grãos por Espiga (NGE), ou seja, à medida que o NGE aumenta, o MMG diminui ou vice-versa.

Kavalco *et al.* (2014) também realizou a análise de trilha em diferentes genótipos de trigo, porém estes foram submetidos ao encharcamento. Diferente de Silva *et al.* (2015), os autores observaram que os caracteres que apresentaram maior correlação com a produtividade de grãos, foram: Número de Afilhos Fértis (NAF), Peso do Grãos por Espiga (PGE) e Número de Grãos por Espiga (NGE), indicando que estas variáveis podem ser utilizadas na seleção indireta para obter maior rendimento de grãos de trigo.

Coimbra *et al.* (2004) estudaram a associação e os efeitos que alguns caracteres da cultura da canola tinham sob a produtividade de grãos, através da análise de trilha. Concluiu-se que os componentes primários, população de plantas e o número de grãos por planta são os caracteres que possuem maior efeito direto sobre a produção de grãos, sendo que quanto menor for a população de plantas, menor será a estatura das plantas e maior será o número de grãos por planta. Porém, é o número de síliquas por planta o caractere secundário que possui maior influência direta no rendimento de grãos.

A herdabilidade e correlação fenotípica de caracteres ligados à produção (número de síliquas por planta, produtividade de grãos por planta e por área, número de grãos por síliqua, número de grãos por planta e massa de síliquas) e ligados à morfologia (altura de inserção do ramo secundário, comprimento de síliqua, comprimento de ramo, número de ramos secundários, número de ramos terciários) da canola foram estudados por Krüger *et al.* (2011a). Os autores concluíram que os caracteres ligados à produção, número de síliquas por planta e número de grãos por

planta, são as variáveis que apresentam associação direta e positiva com a variável produtividade de grãos.

Pinheiro *et al.* (2021) avaliaram a análise de trilha sobre os atributos físicos do milho, cultivados em sistema de cultivo convencional, sendo a massa de espiga o caractere principal. Os autores concluíram que os caracteres que tiveram relação direta com o caractere principal massa de espiga, foram: massa total de espiga e massa de grãos da espiga. Porém, o caractere que influenciou de forma indireta a variável principal, foi a massa total de espiga.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi instalado no município de Cerro Largo, estado do Rio Grande do Sul, mais precisamente na localidade da Vila Santo Antônio, interior do município, no ano de 2021. O local fica a uma latitude de 28°07'24"S e a uma longitude de 54°47'31"W, com altitude de 210 metros acima do nível do mar.

O clima predominante na região, segundo a classificação de Köpper, é do tipo Cfa, ou seja, clima temperado subtropical, com chuvas bem distribuídas ao longo de todo o ano, apresentando temperatura média do mês mais quente do ano acima de 22°C (BISCARO, 2007). O solo da área, é um Latossolo Vermelho, pertencente à Unidade de Mapeamento de Santo Ângelo, a qual é encontrada na região das Missões, tendo como material de origem o basalto (LEMOS *et al.*, 1973).

O solo da área foi adubado e corrigido conforme a análise de solo, seguindo as recomendações do Manual de Calagem e Adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, para a cultura da canola e a aplicação de nitrogênio em cobertura foi realizada logo após o término de expansão da quarta folha, cerca de 40 dias após a semeadura (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2016).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC) com cinco repetições, sendo as parcelas constituídas por cinco linhas de 5 m de comprimento, espaçadas entre si em 0,34 m, totalizando 8,5 m² por parcela. As parcelas estavam espaçadas entre si em 0,50 m. Os híbridos utilizados no experimento foram: Hyola 575CL, Hyola 433, Diamond e Nuola 300, totalizando, portanto, 20 parcelas experimentais. A quantidade de sementes utilizadas foi baseada em uma densidade de 400.000 plantas por hectare ou 40 plantas m².

O híbrido Hyola 575CL considerado de ciclo precoce (123-158 dias), é um dos híbridos de canola resistente aos herbicidas do grupo das imidazolininas e apresenta altura de planta que varia de 116 a 144 cm (TOMM *et al.*, 2017). O Hyola 575CL faz parte dos híbridos com tecnologia CL (*Clearfield*), tecnologia esta que facilita o manejo de plantas daninhas que ocorrem durante o ciclo da canola, sendo, portanto, possível utilizar os herbicidas do grupo das imidazolininas para manejar as plantas daninhas nas áreas que há o cultivo dos híbridos CL (STEINHAUS *et al.*, 2021). Além do mais, é importante evitar repetições dos híbridos CL, pois o uso repetitivo desta tecnologia pode fazer com que alguns grupos de plantas daninhas tornam-se resistentes aos herbicidas do grupo das imidazolininas (TOMM; FERREIRA, 2016).

O híbrido Hyola 433 também considerado de ciclo precoce, onde os dias da emergência até a maturação variam de 120 a 150 dias, é indicado para solos com alta fertilidade, além de apresentar resistência poligênica à canela preta (TOMM *et al.*, 2009). O híbrido Diamond, de ciclo precoce (125-140 dias), é rico em ômega 3, apresenta resistência poligênica à canela preta e altura de planta que varia de 110 a 160 cm (NUSEED, 2021a). Nuola 300, é um híbrido de ciclo intermediário, que varia de 130 a 150 dias, apresenta altura de plantas entre 1,40 a 1,65 m e resistência poligênica à canela preta (NUSEED, 2021b).

O experimento foi instalado em 01/06/2021, de forma manual. Foram avaliados em cada parcela a data de emergência, floração e maturação. A emergência foi contabilizada assim que 50% das plântulas de cada parcela emergiu, já as datas de floração e maturação foram contabilizadas quando houve floração e maturação fisiológica de 50% das plantas de cada parcela.

Foram colhidas 5 plantas aleatoriamente dentro da parcela útil, onde houve a avaliação dos seguintes caracteres: altura de planta, número de grãos por síliquis (NGS), número de síliquis por planta (NSP), número de grãos por planta (NGP) e massa de mil grãos (MMG). A colheita foi realizada no fim do ciclo da cultura da canola, sendo colhidas as três linhas centrais de cada parcela, eliminando as linhas laterais e 0,50 m de cada extremidade das três linhas centrais para determinação do rendimento de grãos (RG) em kg ha⁻¹. Desta forma, a área útil utilizada foi de 4,08 m².

A colheita foi de forma manual, assim que as plantas se encontraram na maturação fisiológica, respeitando o ciclo de cada híbrido. Os caracteres de rendimento foram determinados da seguinte forma: **Altura das plantas:** foram medidas do ponto da base do solo, até a parte mais alta da planta, com o auxílio de uma trena; **Número de grãos por síliqua:** contou-se quantos grãos haviam em 10 síliquis, escolhidas aleatoriamente; **Número de síliquis por planta:** foi feita a contagem de quantas síliquis havia por planta, e em seguida feita a debulha, de forma manual, sendo os grãos armazenados em sacos de papel e pesados em balança de precisão, sendo o peso final corrigido para a umidade de 10%; **Número de grãos por planta:** foi contado quantos grãos havia em cada planta; **Massa de mil grãos:** contou-se e pesou-se 8 repetições de 100 grãos, assim como determinado pelas Regras de Análise de Sementes, sendo o resultado expresso em gramas (BRASIL, 2009).

As demais plantas da parcela foram debulhadas de forma manual, armazenadas em sacos de papel e pesadas em balanças de precisão, sendo

acrescentados nesses valores o peso das 5 plantas. O valor final foi extrapolado para kg ha^{-1} e por fim, corrigidos para a umidade de 10%.

Após obter-se os dados, esses foram submetidos a análise de variância (teste F, com 5% de probabilidade) e ao teste de médias, por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Por fim, realizou-se a Análise de Trilha para avaliar a correlação entre as variáveis estudadas. A análise de variância, o teste de Tukey e a Análise de Trilha foram realizados com o auxílio do programa estatístico GENES, da Universidade Federal de Viçosa (CRUZ, 2013).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A canola é uma cultura suscetível a condições climáticas adversas, desta maneira, é de suma importância entender como cada condição pode afetar na produtividade da cultura, para assim, escolher a melhor época e local para ser realizada a semeadura. No município de Cerro Largo e região a melhor época indicada para o plantio da cultura da canola no campo varia de 11 de abril a 30 de junho (TOMM *et al.*, 2009).

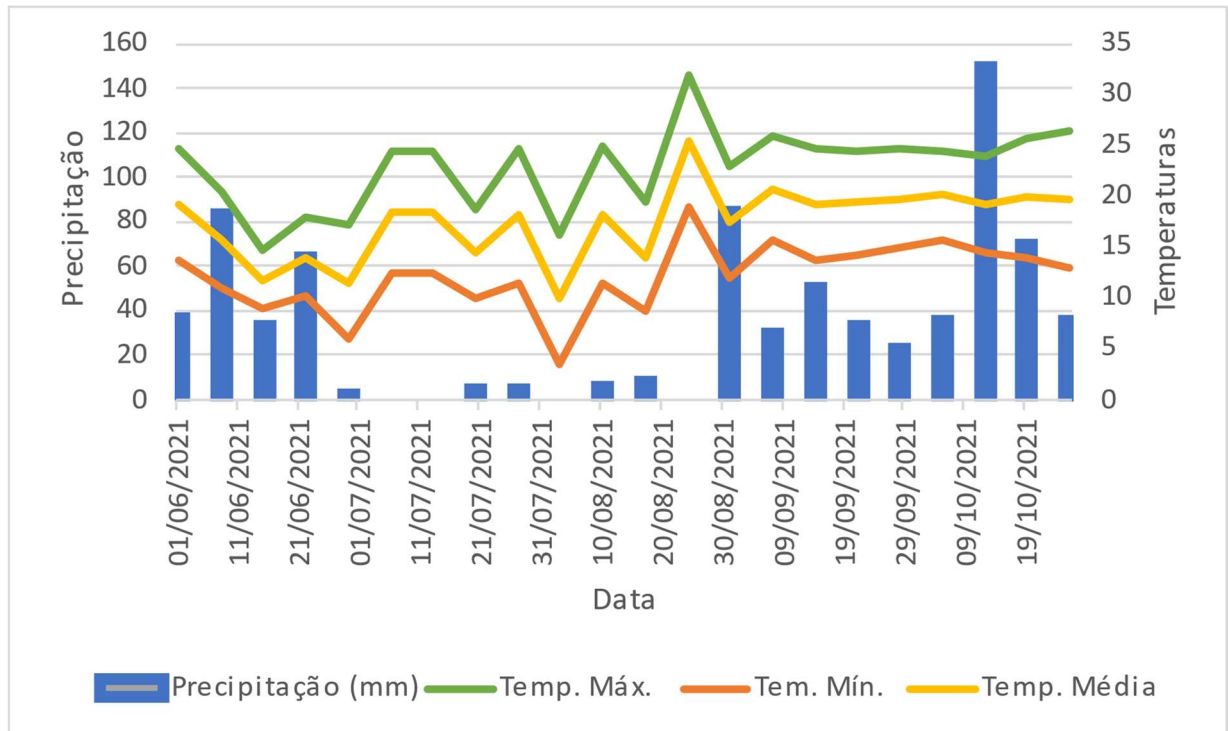
A canola é uma espécie que necessita de temperaturas do ar amenas, em torno de 20°C, durante todo o seu ciclo, e temperaturas de 13 a 22°C durante o período vegetativo (TOMM *et al.*, 2009). A média de temperatura ao longo do experimento está representada no gráfico 1, o qual indica que as temperaturas amenas de 20°C, indicadas para a cultura, foram registradas com maior frequência a partir da maturação fisiológica (25/09 a 13/10) da cultura até sua colheita (21/10 a 27/10).

No período vegetativo (14/06 a 12/08) observaram-se temperaturas que variaram conforme o exigido pela cultura, apresentando um pequeno período em que as temperaturas estavam abaixo de 10°C (27/07 a 03/08).

Geadas no estágio de plântulas pode ocasionar morte total das plantas e no período de floração pode provocar o abortamento das flores e das síliquas que estão começando a se desenvolver (TOMM *et al.*, 2009). Não houve formação de geadas nos períodos mais suscetíveis da cultura (01/06 a 18/06 e 12/08 a 08/09).

Em relação a precipitação, a canola necessita de uma disponibilidade de água que varia de 300 mm a 500 mm durante todo o seu ciclo (TOMM *et al.*, 2009). Nesse caso houve um excesso hídrico (719,7 mm) durante o período, o que pode ocasionar uma redução no número de síliquas e no número de grãos por síliqua, refletindo em um menor rendimento de grãos (TOMM *et al.*, 2009).

Gráfico 1- Condições de temperatura mínima, máxima, média do ar (°C) e precipitação (mm) durante o experimento, no ano de 2021, na cidade de Cerro Largo, conforme dados da estação meteorológica da UFFS-Universidade Federal da Fronteira Sul.



Fonte: elaborado pela autora (2022).

A Tabela 1, apresenta o resultado da análise de variância conjunta, onde observa-se diferença significativa para as variáveis número de siliquas por planta (NSP), massa de mil grãos (MMG), número de grãos por planta (NGP) e produtividade (PROD), indicando, portanto, que há variabilidade genética dessas variáveis nos híbridos estudados. Os coeficientes de variação variaram de 4,69% a 25,82%, segundo Pimentel Gomes (1985) quanto menor o Coeficiente de Variação, mais homogêneos são os dados, menor é a participação do erro experimental e maior é a precisão do experimento. Coeficientes baixos são aqueles menores que 10%, coeficientes médios são aqueles que variam de 10% a 20% e coeficientes considerados altos são aqueles que variam de 20% a 30%.

Tabela 1- Análise de variância para os caracteres de rendimento da canola, número de síliquas por planta (NSP), número de grãos por síliqua (NGS), massa de mil grãos (MMG), número de grãos por planta (NGP) e produtividade (PROD, em Kg ha⁻¹).

FV	GL	Quadrado Médio				
		NSP	NGS	MMG	NGP	PROD.
BLOCOS	4	143,30**	4,20 ^{ns}	0,06*	618666,84**	27419,41*
TRATAMENTOS	3	29770,06**	2,38 ^{ns}	1,79*	8323083,16**	461679,80*
RESÍDUOS	12	3480,41	1,07	0,39	764807,12	128377,68
Média Geral		293,34	22,05	3,86	3387,43	2118,46
C.V.(%)		20,11	4,69	16,19	25,82	16,91

Fonte: elaborado pela autora (2022).

** e * Significativo a 1% e 5% de probabilidade de erro pelo teste F, respectivamente. ns: não significativo.

O híbrido Nuola 300 foi o qual apresentou maior número de síliquas por planta, (391,4), não diferindo significativamente do híbrido Hyola 575, que apresentou 300 síliquas por planta. O híbrido que apresentou menor número de síliquas por planta foi o híbrido Hyola 433 (204,5), o qual não diferiu significativamente do híbrido Diamond (276,5) e Hyola 575 (Tabela 2).

Tabela 2-Teste de médias das variáveis número de síliquas por planta (NSP), número de grãos por síliqua (NGS), massa de mil grãos (MMG), número de grãos por planta (NGP) e produtividade (Kg ha⁻¹).

Cultivares	NSP	NGS	MMG (g)	NGP	PROD. (Kg ha ⁻¹)
Nuola 300	391,4 a	22,4 ^{ns}	3,5 b	5066,4 a	2515,6 a
Hyola 433	204,5 b	21,6 ^{ns}	3,3 b	1920,5 b	1778,7 b
Hyola 575	300,0 ab	21,3 ^{ns}	3,9 ab	3264,1 b	2123,4 ab
Diamond	276,5 b	22,8 ^{ns}	4,7 a	3298,7 b	2056,1 ab

Fonte: elaborado pela autora (2022).

*Médias não seguidas pelas mesmas letras, diferem entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. ns: não significativo pela ANOVA.

Pereira *et al.* (2019) encontraram valores próximos aos descritos, os quais avaliaram os componentes de rendimento e produtividade da canola irrigada, no município de Santa Maria-RS. Um dos híbridos utilizado no estudo foi o Diamond, o

qual obteve 204,75 síliquas por planta e o híbrido Hyola 61 que produziu 202,45 síliquas por planta.

Bandeira *et al.* (2013) analisaram que conforme aumentava-se a presença de uma planta por metro quadrado, diminuía-se 3,29 síliquas por planta, ou seja, o número de síliquas por planta é uma variável que diminui à medida que a densidade entre as plantas aumenta.

Em relação ao caractere NGS, Pereira *et al.* (2019) observou diferença entre os híbridos Diamond e Hyola 61, onde o primeiro apresentou valores de 22,62 grãos por síliqua, valores estes muito próximos aos encontrados neste experimento, e no segundo 17,95 grãos por síliqua. O autor concluiu que essa diferença significativa em relação ao NGS entre os híbridos, ocorreu porque o híbrido Diamond apresenta maior potencial genético que o híbrido Hyola 61. Neste caso, como não houve diferença significativa em relação ao caractere NGS, pode-se concluir que os híbridos estudados não apresentaram grandes diferenças em seus potenciais genéticos.

Foi o híbrido Diamond que apresentou maior massa de mil grãos, com 4,7g, não diferindo significativamente do híbrido Hyola 575, com 3,9g. O híbrido que apresentou menor massa de mil grãos sementes foi o híbrido Hyola 433, com 3,3g, o qual não diferiu significativamente dos híbridos Nuola 300 (3,5g) e Hyola 575 (Tabela 2).

Krüger *et al.* (2011b) utilizaram diferentes híbridos de canola, no município de Augusto Pestana-RS, com o objetivo de avaliar os efeitos que o arranjo de plantas tinha em relação aos componentes de rendimento. Os autores utilizaram quatro diferentes densidades de planta (20,40,60 e 80 plantas/m²), em dois anos de cultivo (2008 e 2009), com dois diferentes genótipos de canola (Hyola 432 e Hyola 61). Para o caractere PMS os autores observaram que o híbrido Hyola 432 apresentou o maior PMS no espaçamento 0,60 m no ano de 2008, porém Hyola 61 obteve o maior PMS no ano de 2009. Os autores concluíram que o fato ocorreu porque o híbrido Hyola 61, é um genótipo de ciclo longo, ou seja, ele apresenta maior potencial de crescimento de ramos, desta maneira, em menores densidades, o PMS pode reduzir, já que é um híbrido que necessita muito da participação dos fotoassimilados para os ramos, prejudicando assim, o enchimento de grãos.

Hyola 433 foi o híbrido que apresentou menor número de grãos por planta (1920,5), não diferindo significativamente dos híbridos Hyola 575 (3264,1) e Diamond

(3298,7), mas diferindo significativamente do híbrido Nuola 300, que apresentou maior número de grãos por planta (5066,4) (Tabela 2).

O híbrido que apresentou maior produtividade foi Nuola 300, com 2515,6 Kg ha⁻¹, não diferindo significativamente dos híbridos Hyola 575 (2123,4 Kg ha⁻¹) e Diamond (2056,1 Kg ha⁻¹). Hyola 433 foi o híbrido que apresentou menor produtividade entre os genótipos estudados, com 1778,7 Kg ha⁻¹, porém não diferiu significativamente dos híbridos Hyola 575 e Diamond (Tabela 2).

Produtividades semelhantes foram encontradas por Dias (2012), o qual estudou o desempenho de diferentes genótipos cultivados em diferentes épocas de semeadura, no município de Areia-PB. O autor obteve produções que variaram de 1.500 Kg ha⁻¹ em uma época, a 2.865,40 Kg ha⁻¹ em outra.

O coeficiente de correlação traz consigo suas vantagens e desvantagens, como cita Rocha *et al.* (2019, pg 531) “apesar de serem de grande utilidade na quantificação da magnitude e direção das influências de fatores na determinação de variáveis complexas, não permitem a quantificação das influências diretas e indiretas entre os fatores correlacionados”. Diante disso, para saber qual a causa e efeito de uma variável sobre a outra realizou-se a decomposição do coeficiente em efeitos diretos e indiretos, pela Análise de Trilha. Os efeitos diretos e indiretos das variáveis principais da cultura da canola sobre a variável PROD estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3-Desdobramento das correlações fenotípicas em componentes de efeito direto e indireto das variáveis independentes explicativas número de siliquas por planta (NSP), número de grãos por síliqua (NGS), massa de mil grãos (MMG), número de grãos por planta (NGP) sobre a variável dependente principal produtividade (PROD).

Caráter	Vias de Associação	Coeficientes de trilha		Coeficiente de Correlação
		Efeito Direto	Efeito Indireto	
NSP	Efeito direto sobre PROD	0,4296		0,9984
	Efeito indireto via NGS		-0,0097	
	Efeito indireto via MMG		0,0006	
	Efeito indireto via NGP		0,5774	
	Total (direto e indireto)			
NGS	Efeito direto sobre PROD	-0,0297		0,3582
	Efeito indireto via NSP		0,1397	
	Efeito indireto via MMG		-0,0153	
	Efeito indireto via NGP		0,2636	
	Total (direto e indireto)			
MMG	Efeito direto sobre PROD	-0,0267		-0,0365
	Efeito indireto via NSP		-0,0104	
	Efeito indireto via NGS		-0,0170	
	Efeito indireto via NGP		0,0177	
	Total (direto e indireto)			
NGP	Efeito direto sobre PROD	0,5834		0,9948
	Efeito indireto via NSP		0,4252	
	Efeito indireto via NGS		-0,0134	
	Efeito indireto via MMG		-0,0008	
	Total (direto e indireto)			
Coeficiente de determinação (R ²)			0,9796	
Efeito da variável residual			1,9927	

Fonte: elaborado pela autora (2022).

O número de siliquas por planta apresentou um alto coeficiente de correlação (0,9984) e um efeito direto positivo (0,4296), assim a seleção feita para o número de siliquas por planta pode proporcionar ganhos positivos na variável produtividade. Isso se dá pelo fato que há efeito indireto via NGP (0,5774), o qual responde por mais da metade do efeito direto de NSP sobre a produtividade (Tabela 3). Portanto, pode-se obter genótipos com maior produtividade de grãos a partir da seleção para maior número de siliquas por planta.

A seleção do caractere número de grãos por síliqua apresentou um efeito direto negativo (-0,0297) e um coeficiente de correlação positivo (0,3582) (Tabela 3).

A mesma situação foi observada por Silva *et al.* (2005), ao estudar sobre análise de trilha em trigo. Os autores observaram que a correlação entre número de espiga por planta e rendimento de grãos era positiva, entretanto, o efeito direto era baixo e negativo. Concluíram então, que a correlação positiva entre número de espiga por planta e rendimento de grãos, se dava pela contribuição dos efeitos indiretos altos e positivos de número de grãos por espiga e número de espiguetas por espiga, caracteres esses, os quais devem ser considerados na hora de fazer a seleção na variável Rendimento de grãos.

Diante disso, pode-se concluir que a seleção de NGS não proporcionará ganhos genéticos em relação a variável PROD., porém a correlação positiva de 0,3582, se dá por conta dos efeitos indiretos positivos via NSP (0,1397) e NGP (0,2636).

A massa de mil grãos apresentou um efeito direto negativo (-0,0267) em relação à variável produtividade, além de apresentar um coeficiente de correlação negativo (-0,0365) (Tabela 3). Por apresentar correlação e efeito direto negativos, a seleção de MMG prevê resultado insatisfatório em relação à PROD, diante disso, a massa média de grãos apresenta pouca importância na seleção.

A variável número de grãos por planta também apresentou um efeito direto positivo sobre a variável produtividade (0,5834) e apresentou um coeficiente de correlação positivo (0,9948). Esse coeficiente de correlação positivo se dá pelo efeito indireto via NSP ser alto (0,4252) (Tabela 3). Desta forma, pode-se obter genótipos com maior produtividade de grãos a partir da seleção para maior número de grãos por planta. Coimbra *et al.* (2004, pg 1427) teve à seguinte conclusão sobre a associação de NGP com NSP: “para o caráter NGP, a variável NSP revela forte associação, sendo de importância para o melhoramento na obtenção de resposta correlacionada no NGP”.

Em relação aos efeitos indiretos, a MMG via NGS apresentaram coeficientes de correlação negativos (-0,0170), sendo que no processo inverso, ou seja, NGS via MMG também apresentou o mesmo resultado negativo (-0,0153). Isso indica que há uma correlação inversa entre os caracteres (Tabela 3). Kurek *et al.* (2001) observaram o mesmo ao estudar a correlação entre caracteres de feijão, sendo evidenciado no efeito indireto negativo que havia entre o peso médio dos grãos via número de

legumes por planta e número de grãos por legume. O mesmo ocorria no processo inverso, a seleção do número de legumes/planta e número de grãos/legume via peso médio de grãos apontava um efeito indireto negativo. Segundo os autores, isso se dava pelo fato da competição inerente à planta, por fatores ambientais e fotoassimilados, o que refletia num efeito indireto negativo entre alguns caracteres, onde o aumento de um, refletia na queda de outro. Neste caso, o aumento do valor de MMG consequentemente resultará em queda na variável NGS e vice-versa.

O mesmo fato foi observado por Silva *et al.* (2005), ao realizar a análise de trilha em componentes de rendimento do trigo. Os autores observaram que havia relação inversa entre os caracteres número de grãos por espiga e massa de mil grãos, ou seja, quanto maior o número de grãos por espiga, menor era a massa de mil grãos.

Já o efeito indireto de NSP via NGP apresentou valores positivos (0,5774), assim como o efeito indireto de NGP via NSP (0,4252). Isso indica que quando o número de síliquas por planta aumenta, consequentemente o número de grãos por planta também aumenta.

O coeficiente de determinação (R^2) obtido pela análise de trilha (Tabela 3), apresentou um valor considerado alto (0,9796), ou seja, as variáveis independentes consideradas na análise, explicaram em 97,96% a variação observada na variável dependente produtividade de grãos.

5 CONCLUSÕES

Observou-se que houve variabilidade de algumas variáveis de canola entre os diferentes genótipos estudados, como em número de síliquas por planta, massa de mil grãos, número de grãos por planta e produtividade.

O híbrido Nuola 300 produziu 2515,6 Kg ha¹, sendo o híbrido mais produtivo entre os genótipos estudados neste trabalho.

As variáveis número de síliquas por planta e número de grãos por planta, por apresentarem correlação positiva e efeito direto com a variável produtividade, indica que estas são as principais variáveis correlacionadas com a variável produtividade, indicando uma alta relação de causa e efeito entre elas. Sendo assim, a seleção direta de número de síliquas por planta e número de grãos por planta, refletira em resultados positivos em relação a produtividade, para os genótipos estudados neste trabalho.

REFERÊNCIAS

BANDEIRA, Taiane Pettenon *et al.* Desempenho agronômico de canola em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades de plantas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 10, p. 1332-1341, out. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/R949kVWHrrTynf7y6f98NGp/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 28 fev. 2022.

BISCARO, Guilherme Augusto. **Meteorologia agrícola básica**. Cassilândia: gráfica e editora união Ltda., 2007. 1 v.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: secretaria de defesa agropecuária, 2009. 399 p. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf. Acesso em: 02 fev. 2022.

CANOLA COUNCIL OF CANADA. **History of Canola Seed Development**. Disponível em: <https://www.canolacouncil.org/canola-encyclopedia/history-of-canola-seed-development/>. Acesso em: 01 jul. 2021.

CANOLA COUNCIL OF CANADA. **History of the canola plant**. 2012. Disponível em: www.canolainfo.org/canola/index.php?page=5. Acesso em: 25 mar. 2022.

CARVALHO, Ivan Ricardo. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético de Trigo Duplo Propósito**. 2015. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, 2015. Disponível em: http://coral.ufsm.br/ppgaaa/images/Ivan_Ricardo_Carvalho.pdf. Acesso em: 05 mar. 2022.

CASTRO, Douglas Goulart *et al.* Estimativas de Associação entre Caracteres Agronômicos na Seleção de Genótipos de arroz de terras altas. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 30, p. 359-367, 2019. Disponível em: <file:///c:/users/nataly/downloads/812-5801-1-pb.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2022.

CAZALI, Ivan. **Taxa de enchimento e rendimento de grãos de canola (*Brassica napus L.*) em função das épocas de semeadura**. 2014. 32 f. TCC (doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2014. Disponível em: <https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/2516/IVAN%20cazali%20-%20tcc.pdf?sequence=1&isallowed=y>. Acesso em: 02 fev. 2022.

COIMBRA, Jefferson Luís Meirelles *et al.* Análise de trilha dos componentes do rendimento de grãos em genótipos de canola. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 34, n. 5, p. 1421-1428, out. 2004. Fapunifesp (scielo). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782004000500015>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/nzhbtqyr7fbyp4hnsctvtp/?lang=pt#>. Acesso em: 02 fev. 2022.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos. Quarto levantamento**, safra 2019/2020, Brasília, DF, v. 7, n. 4, p. 1-104, jan. 2020.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1994. 390 p.

CRUZ, C.D. GENES a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 35 n. 3, p. 271-276, 2013.

DIAS, Jefferson Alves. **Desempenho de genótipos de canola submetidos a diferentes épocas de semeadura em três anos de cultivo**. 2012. 40 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/623/1/JAD14072014.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2022.

IBGE. **Censo Agropecuário 2017: Colza ou Canola**|Rio Grande do Sul. 2017. Disponível em: https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=43&tema=76597. Acesso em: 09 jul. 2021.

KAVALCO, Sydney Antonio Frehner *et al.* Análise de trilha em genótipos de trigo submetidos ao estresse por encharcamento. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 1683-1696, jul. 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/285710218_Analise_de_trilha_em_genotipos_de_trigo_submetidos_ao_estresse_por_encharcamento. Acesso em: 09 mar. 2022.

KRÜGER, Cleusa Adriane Menegassi Bianchi *et al.* Herdabilidade e correlação fenotípica de caracteres relacionados à produtividade de grãos e à morfologia da canola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 12, n. 46, p. 1625-1632, dez. 2011a. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/b8czv8yrtgkrwpqhmlmlmhg/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 16 fev. 2022.

KRÜGER, Cleusa Adriane Menegassi Bianchi *et al.* Arranjo de plantas na expressão dos componentes da produtividade de grãos de canola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 11, p. 1448-1453, nov. 2011b. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/WMtf3HNK7tnZTRXX6Gb86Jn/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 24 mar. 2022.

KUREK, Andreomar j. *et al.* Análise de trilha como critério de seleção indireta para rendimento de grãos em feijão. **Revista Brasileira de Agrociência**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 29-32, jan. 2001.

LUZ, Gean Lopes da *et al.* Produtividade de cinco híbridos de canola em Xanxerê, sc. **Unoesc & Ciência**, Joaçaba, v. 4, n. 1, p. 7-12, jan. 2013. Disponível em:

file:///c:/users/nataly/downloads/sgrigolo,+produtividade+de+cinco....pdf. Acesso em: 25 jan. 2022.

MAGNAVACA, Ricardo; PARENTONI, Sidney Netto. Cultivares x Híbridos: Conceitos Básicos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 165, p. 5-8, 1990. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/47785/1/cultivares-hibridos.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2021.

MARTIN, Nelson Batista; NOGUEIRA JUNIOR, Sebastião. Canola: uma nova alternativa agrícola de inverno para o Centro-Sul brasileiro. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 9-25, maio 1993. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/ie/1993/tec1-0493.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2021.

MENDONÇA, Jéssika Angelotti *et al.* **Série Produtor Rural**: canola (*Brassica napus* L.). Piracicaba: Esalq - Divisão de Biblioteca, 2016. 32 p.

MICUANSKI, Viviane Cavaler *et al.* A cultura energética - Canola (*Brassica napus* L.). **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 3, n. 2, p. 141-149, 2014. Disponível em: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/viewFile/10624/7597>. Acesso em: 08 jul. 2021.

MORI, Claudia de; TOMM, Gilberto Omar; FERREIRA, Paulo Ernani Peres. **Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da canola no mundo e no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/103763/1/2014-documentos-online149.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2021.

NAVARRO JÚNIOR, Hugo Motta; COSTA, José Antonio. Contribuição relativa dos componentes de rendimento para produção de grãos em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 269-274, mar. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/vGQB5QMqQzRNyDqspn679jn/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 mar. 2022.

NOGUEIRA, Ana Paula Oliveira *et al.* Análise de trilha e correlações entre caracteres de soja cultivada em duas épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 6, p. 877-888, nov. 2012. Disponível em: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/09/914331/analise-de-trilha-e-correlacoes-entre-caracteres-em-soja-cultiv_ykjrqmc.pdf. Acesso em: 14 fev. 2022.

NUSEED. **Canola Diamond**: a canola mais plantada no rio grande do sul. A canola mais plantada no Rio Grande do Sul. 2021a. Disponível em: <https://nuseed.com/br/product/canola-diamond/>. Acesso em: 28 set. 2021.

NUSEED. **Canola Nuola 300**. 2021b. Disponível em: <https://nuseed.com/br/product/canola-nuola-300/>. Acesso em: 28 set. 2021.

LEMOS, Raimundo Costa de *et al.* **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul**. 30. ed. Recife: Ministério da Agricultura, 1973. 431

p. disponível em: https://library.wur.nl/isric/fulltext/isricu_i00003061_001.pdf. acesso em: 15 set. 2021.

PEREIRA, Anderson Crestani *et al.* Aspectos produtivos e eficiência no uso da água em cultivares de canola irrigada. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 28, n. 2, p. 166-178, 2019. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/f286/37eb73d253937dc3eff51c39604b2cb8827f.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2022.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 12. ed. Piracicaba: Livraria Nobel, 1985. 467p.

PINHEIRO, Luana da Silva *et al.* Análise de trilha dos atributos físicos de milho (*Zea mays* L.) em sistema de cultivo convencional. **Research, Society And Development**, [s.l.], v. 10, n. 1, p. 1-10, jan. 2021. Disponível em: <file:///C:/Users/Nataly/Downloads/10832-Article-153528-1-10-20210106.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2022.

ROCHA, Leonardo de Sousa *et al.* Análise de trilha para produtividade de grãos em canola no Cerrado. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 7., 2019, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: A Rede Brasileira de Tecnologia e Inovação de Biodiesel, 2019. p. 530-531. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1120271/1/BLAVIOLASEGAnalise detrilhaparaprodutivadedegraos.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2022.

ROSA, Willian Bosquette. **Caracteres agrônômicos e teor de óleo em canola em função de épocas de semeadura, adubação de cobertura no florescimento e dessecação em pré-colheita**. 2019. 72 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2019. Disponível em: http://tede.unioeste.br/bitstream/tede/4306/5/willian_rosa_2019.pdf. Acesso em: 13 fev. 2022.

SILVA, Simone Alves *et al.* Análise de trilha para os componentes de rendimento de grãos em trigo. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 2, p. 191-196, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/6xKPyvt3xYNDS8PCSFTDvt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 01 mar. 2022.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de Calagem e Adubação**: para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. [s.l.]: Comissão de química e fertilidade do solo, 2016. 376 p.

SOUZA, Tadeus Vilela de. **Aspectos estatísticos da análise de trilha (path analysis) aplicada em experimentos agrícolas**. 2013. 82 f. Dissertação (mestrado) - Curso de estatística e experimentação agropecuária, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/701/1/disserta%c3%87%c3%83o_aspectos%20e stat%c3%adsticos%20da%20an%c3%a1lise%20de%20trilha%20%28path%20anlysi

s%29%20aplicada%20em%20experimentos%20agr%c3%adcolas.pdf. Acesso em: 15 fev. 2022.

STEINHAUS, eduardo argenta *et al.* **Manejo de plantas daninhas na cultura da canola.** 2021. elaborada por equipe mais soja. disponível em: <https://maissoja.com.br/manejo-de-plantas-daninhas-na-cultura-da-canola/>. acesso em: 25 jan. 2022.

TOMM, Gilberto Omar *et al.* **Panorama atual e indicações para aumento de eficiência da produção de canola no Brasil.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 27 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/852581/1/pdo118.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2021.

TOMM, Gilberto Omar. Canola: alternativa de renda e benefícios para os cultivos seguintes. **Revista Plantio Direto**, [S. l], v. 15, n. 94, p. 4-8, jul. 2006. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/canola-rev_plantio_direto2006.pdf. Acesso em: 30 jul. 2021.

TOMM, Gilberto Omar. **Sistemas de Produção:** indicativos tecnológicos para a produção de canola no rio grande do sul. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 68 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/174531/1/CNPT-ID09766.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2021.

TOMM, Gilberto Omar *et al.* **Tecnologia para produção de canola no Rio Grande do Sul.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 41 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPT-2010/40772/1/p-do113.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2021.

TOMM, Gilberto Omar *et al.* **Características dos primeiros híbridos de canola com tecnologia para controle de plantas daninhas, no Brasil.** 2017. Elaborado pela Embrapa Trigo. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1083977/1/CNPTID44246.pdf>. Acesso em: 28 set. 2021.

TOMM, Gilberto Omar. **Cultivo de Canola:** sementes. Sementes. 2014. Elaborada por Sistema de Produção Embrapa. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistema_sdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaold=3703&p_r_p_-996514994_topicold=3027. Acesso em: 25 jan. 2022.

TOMM, Gilberto Omar; FERREIRA, Paulo Ernani Peres. **Canola:** híbridos convencionais e com resistência a Clearfield. 2016. Embrapa Trigo. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142262/1/id43652-2016fd394.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2022.

VARGAS, Leandro *et al.* **Manejo de plantas daninhas na cultura de milho: estágios fenológicos do milho**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do61.htm. Acesso em: 14 fev. 2022.

ZILIO, Marcio *et al.* Contribuição dos componentes de rendimento na produtividade de genótipos crioulos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ciência Agronômica**, [s.l.], v. 42, n. 2, p. 429-438, jun. 2011. Fapunifesp (scielo). <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-66902011000200024>.