

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

ATAWANA VITÓRIA DA SILVA

**DESEMPENHO DAS GERAÇÕES F1 E F2 DE CANOLA SOBRESSEMEADA À
SOJA**

**CERRO LARGO
2022**

ATAWANA VITÓRIA DA SILVA

**DESEMPENHO DAS GERAÇÕES F1 E F2 DE CANOLA SOBRESSEMEADA À
SOJA**

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 em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons

Coorientar: Prof. Dr. Nerison Luis Poersch

CERRO LARGO

2022

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Silva, Atawana Vitória

Desempenho das gerações F1 e F2 de canola
sobressemeada à soja / Atawana Vitória da Silva. --
2022.

49 f.

Orientador: Professor Doutor Sidinei Zwick Radons

Co-orientador: Professor Doutor Nerison Luís Poersch

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

1. Brassica napus L. 2 Implantação de cultivos. 3
Semeadura a lanço. 4 Heterose. I. Radons, Sidinei
Zwick, orient. II. Poersch, Nerison Luís, co-orient.
III. Universidade Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

ATAWANA VITÓRIA DA SILVA

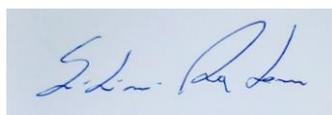
**DESEMPENHO DAS GERAÇÕES F1 E F2 DE CANOLA SOBRESSEMEADA À
SOJA**

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 em Agronomia.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em

28 /03/2022

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons – UFFS
Orientador



Prof. Dr. Nerison Luís Poersch – UFFS
Avaliador



Me. Mariana Poll Moraes – UFPEL
Avaliador

AGRADECIMENTOS

Nesta vida nada se realiza sozinho. Então, tenho muitos a quem agradecer.

Acima de tudo, agradeço a Deus pelas bênçãos que surgiram durante minha caminhada, pelo presente que é a vida e por eu poder vivê-la com saúde, sendo capaz de alcançar meus objetivos e realizar meus sonhos.

Agradeço a minha família pelo apoio e amor incondicionais que sempre me entregaram. Em especial à minha mãe Márcia e à minha avó Zoldi por serem sempre meu refúgio e paz e ao mesmo tempo meu maior exemplo de força e perseverança.

Agradeço a Universidade Federal da Fronteira Sul, instituição na qual desenvolvi amor e admiração por tudo o que a Agronomia representa.

Agradeço aos professores, pelos imensuráveis ensinamentos que me foram passados, por desafiarem seus alunos a demonstrarem todo o seu potencial, por nos mostrarem que somos capazes e por ensinarem sempre com dedicação e paciência. Minha eterna gratidão, mestres.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons, que além de mentor, tornou-se um amigo. Me ensinou, aconselhou, ajudou e encorajou durante toda a minha trajetória acadêmica. Obrigada, professor!

Agradeço aos colegas, por toda a ajuda, pela parceria em momentos bons e momentos difíceis, pelas risadas e pela oportunidade que tivemos de crescer juntos durante a graduação.

Agradeço aos amigos que caminharam ao meu lado, comemorando as alegrias e sendo meu suporte nas dificuldades. Vocês foram um raio de sol em momentos obscuros. A vida com certeza se torna mais alegre com vocês por perto.

Agradeço ao município de Cerro Largo, que me acolheu tão bem. Levo comigo lembranças extraordinárias deste lugar tão especial.

Por fim, agradeço a todos que passaram por minha vida e que de alguma forma contribuíram para a minha formação. Meu mais sincero, muito obrigada!

“A maior recompensa para o trabalho do homem não é o que ele ganha com isso,
mas o que ele se torna com isso.”

John Ruskin

RESUMO

A sobressemeadura é uma técnica voltada a possibilitar a intensificação dos sistemas de cultivo, permitindo mais safras em um ano agrícola, por meio da sementeira a lanço da cultura sucessora sobre a cultura antecessora em final de ciclo. O uso de sementes salvas para a produção de grãos de canola vem sendo uma alternativa utilizada por agricultores que visam menores custos de produção. Todavia, sementes salvas apresentam menor vigor híbrido em relação a sementes certificadas. Portanto, a perda de produtividade utilizando sementes salvas pode ser superior ao que se economiza não comprando sementes certificadas. Desta forma, o objetivo do trabalho foi verificar se existe viabilidade na técnica da sobressemeadura de canola sobre soja, em estágio R7 de desenvolvimento, utilizando sementes certificadas e sementes salvas a fim de determinar qual progênie apresenta melhor desempenho a campo. Bem como, definir qual a densidade de sementeira mais adequada. O estudo foi realizado no ano de 2021, no município de Cerro Largo, RS. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em um esquema fatorial 2 x 6, com 4 repetições sendo o fator densidade de sementeira estabelecido em 3 kg ha⁻¹ (recomendado para a cultura da canola) a lanço, 3 kg ha⁻¹ na linha, 6 kg ha⁻¹ a lanço, 9 kg ha⁻¹ a lanço, 12 kg ha⁻¹ a lanço e 15 kg ha⁻¹ a lanço e o fator sementes certificadas de canola Diamond (geração F1) e semente salva de canola Diamond (geração F2). Durante o ciclo de desenvolvimento da canola, foram realizadas avaliações de emergência de plântulas, altura de plantas, número de folhas por planta e a determinação dos estádios fenológicos da cultura. Após a colheita da canola, foram mensurados os componentes de rendimento da cultura, a massa seca de parte aérea de cada parcela e determinada a produtividade. Houve diferença significativa nos componentes de rendimento da canola, impactando na produtividade final. A geração F1 apresentou resultados superiores em comparação a geração F2 nos componentes síliquas por planta, massa de mil sementes e produtividade de grãos. Para as demais variáveis avaliadas não houve diferenças significativas entre gerações. Quanto as densidades de sementeira avaliadas, a maior produtividade nas gerações F1 e F2 de canola foi obtida na densidade de 12 kg ha⁻¹.

Palavras-chave: *Brassica napus* L.; implantação de cultivos; sementeira a lanço; heterose.

ABSTRACT

Oversowing is a technique aimed at enabling the intensification of cropping systems, allowing more crops in an agricultural year, by sowing the successor crop over the predecessor crop at the end of the cycle. The use of saved seeds for the production of canola grains has been an alternative used by farmers aiming at lower production costs. However, saved seeds have lower hybrid vigor in relation to certified seeds. Therefore, the loss of productivity using saved seeds can be greater than what is saved by not buying certified seeds. Thus, the objective of this work was to verify if there is feasibility in the technique of oversowing canola on soybean, at the R7 stage of development, using certified seeds and saved seeds in order to determine which progeny presents the best performance in the field. As well as, define the most suitable sowing density. The study was carried out in 2021, in the municipality of Cerro Largo, RS. A completely randomized design was used in a 2 x 6 factorial scheme, with 4 replications, with the seeding density factor established at 3 kg ha⁻¹ (recommended for canola cultivation) at broadcast, 3 kg ha⁻¹ in the row, 6 kg ha⁻¹, 9 kg ha⁻¹, 12 kg ha⁻¹ and 15 kg ha⁻¹ and the factor certified seeds of canola Diamond (generation F1) and saved seed of canola Diamond (generation F2). During the canola development cycle, evaluations of seedling emergence, plant height, number of leaves per plant and the determination of the phenological stages of the crop were carried out. After the canola harvest, the yield components of the crop, the dry mass of aerial part of each plot and the productivity determined were measured. There was a significant difference in the canola yield components, impacting the final productivity. The F1 generation showed superior results compared to the F2 generation in the silique components per plant, thousand seed weight and grain yield. For the other variables evaluated, there were no significant differences between generations. As for the evaluated sowing densities, the highest productivity in the F1 and F2 generations of canola was obtained at the density of 12 kg/ha⁻¹.

Keywords: *Brassica napus* L.; crops implantation; broadcast seeding; heterosis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Imagem de satélite do local do experimento.....	30
Quadro 1 - Estádios fenológicos de canola adaptados de CETIOM.	32
Figura 2 - Chuva (mm), temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%) registradas durante o ciclo da canola.....	35
Quadro 2 - Registro das datas de ocorrência dos principais estádios fenológicos da canola.....	36
Figura 3 - Altura de plantas (cm) medida a partir do aparecimento da primeira folha até o início do florescimento.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Duração do período de emergência de canola em diferentes densidades de semeadura.	37
Tabela 2 - Quadrados médios da análise de variância para os componentes, número de plantas por metro quadrado (NPM ²), grãos por síliqua (GPS), síliquas por planta (SPP), massa de mil sementes (MMS), produtividade de grãos (PG) e massa seca da parte aérea (MSPA), avaliados nas gerações F1 e F2 de híbridos de canola Diamond em diferentes densidades de semeadura.	38
Tabela 3 - Médias dos componentes de produtividade síliquas por planta (SSP) e produtividade geral (PG) nas diferentes densidades de semeadura estabelecidas. .	39
Tabela 4 - Valores médios para os componentes número de plantas por metro quadrado (NPM ²), grãos por síliqua (GPS), síliquas por planta (SPP), massa de mil sementes (MMS, g), produtividade de grãos (PG, kg ha ⁻¹) e massa seca da parte aérea (MSPA, kg ha ⁻¹) no fator de variação geração.	40

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1	ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DA CANOLA	13
2.2	CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS	15
2.3	ZONEAMENTO AGRICLIMÁTICO E EVENTOS ADVERSOS	17
2.4	ASPECTOS ECONÔMICOS E O CULTIVO DE CANOLA NO BRASIL E NO MUNDO	19
2.5	CULTIVO DE HÍBRIDOS DE CANOLA NO BRASIL	21
2.6	MELHORAMENTO GENÉTICO E USO DE SEMENTES SALVAS DE CANOLA	23
2.7	SEMEADURA E SOBRESSEMEADURA DA CANOLA.....	26
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1	CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS	34
4.2	FENOLOGIA	35
4.3	PRODUTIVIDADE	38
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
	REFERÊNCIAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

A canola (*Brassica napus L.*) é oriunda do melhoramento genético convencional da colza e foi cultivada à campo pela primeira vez em 1943 durante a guerra, a fim de produzir óleo industrial. O sucesso da cultura levou a pesquisas para o melhoramento genético e criação de cultivares que fossem adaptados ao consumo humano e animal. Desta forma, a canola, sigla em inglês de canadian oil, low acid, foi desenvolvida para conter menos de 2% de ácido erúxico e menos de 30 micromoles de glucosinolatos no componente sólido da semente. Ao longo dos anos a canola popularizou-se, sendo utilizada principalmente como matéria-prima para a extração de óleos para consumo humano ou para uso industrial e para alimentação animal. Sendo assim, a canola passou a ser cultivada em um número crescente de áreas, atingindo produtividade cada vez maior.

Atualmente, grande parte das áreas destinadas ao cultivo de canola correspondem ao cultivo de híbridos. Híbridos de canola são associados a maiores sementes, forte vigor de plântulas e alta produção de biomassa. Todavia, o processo de desenvolvimento de sementes híbridas acaba encarecendo o preço das mesmas, tornando-as menos atrativas para produtores que visam menores custos de produção. Sendo assim, uma estratégia para reduzir estes custos, é utilizar sementes salvas (geração F₂), ou seja, salvar as sementes da safra atual para utilizar na próxima safra. Porém, apesar de ser uma prática comum entre agricultores, alguns estudos apontam que sementes colhidas em lavouras de híbridos, geração F₂ ou F_n, podem estar contaminados com patógenos, gerar lavouras com baixo estande e acarretar no desenvolvimento de plantas com maturação desuniforme. Desta forma, o que se perde em rendimento de grãos é muito superior ao custo de sementes híbridas certificadas.

A canola é a terceira oleaginosa mais produzida no mundo, sendo destinada principalmente a produção de óleo. No Brasil, a cultura da canola ainda é pouco explorada, sendo seu cultivo concentrado na Região Sul do país, nos estados do RS e PR. Além de ser uma alternativa para a produção de grãos e geração de renda durante o inverno, a canola se destaca como uma excelente opção em sistemas de rotação de culturas por não ser hospedeira de pragas e doenças de gramíneas e leguminosas. Além disso, a canola pode ocupar áreas e equipamentos que por vezes

ficam subutilizados no inverno. Ademais, a canola melhora a ciclagem de nutrientes no solo, melhora a estrutura do solo e a concentração de matéria orgânica, trazendo diversos benefícios ao sistema como um todo. A semeadura da canola pode ser realizada de forma tradicional ou a lanço. A primeira estratégia pode ser feita por meio de maquinário adequado com sistema dosador de sementes, devido ao pequeno tamanho das mesmas. Todavia, a necessidade de uso de maquinário adequado por vezes torna seu cultivo pouco atrativo aos produtores. Já a semeadura a lanço pode ser realizada após a colheita da cultura antecessora ou no final do ciclo desta, de forma manual ou mecanizada.

A sobressemeadura é uma estratégia utilizada para estabelecer a cultura sucessora quando a soja ainda está no campo, a cultura deve ser semeada a lanço entre os estádios fenológicos R5 e R7 da soja. A prática da sobressemeadura vem sendo estudada a fim de propiciar o aumento do número de cultivos em um mesmo ciclo de sucessão e rotação de um sistema intensivo de produção de grãos, em especial em relação aos cultivos de inverno ou de safrinha. A sobressemeadura precoce da canola pode possibilitar a produção de grãos com apenas 60 a 70 dias a mais de ciclo, podendo resultar em cinco safras em dois anos e possivelmente sete safras em três anos nas regiões de maior soma térmica anual do RS e SC.

No Brasil, a consolidação do cultivo de canola depende do investimento em pesquisas que visem estabelecer tecnologias que possam elevar o potencial produtivo da cultura. A maior rentabilidade do cultivo da canola é dependente de estudos acerca do manejo adequado para cada região do país, a fim de resultar em matéria-prima de qualidade e retorno ao produtor rural.

Sendo assim, este trabalho foi realizado a fim de estabelecer a efetividade da prática de utilizar sementes salvas de híbridos de canola aliada a técnica da sobressemeadura. Portanto, os estudos foram dirigidos para comparar o desempenho das gerações F1 e F2 de canola sobressemeadas a soja, buscando determinar se ocorre diferença de produtividade entre ambas as progênies. Bem como, verificar a viabilidade do cultivo de canola sobressemeada a soja quando esta se encontra no estágio fenológico R7, com diferentes densidades de semeadura, visando estabelecer qual a densidade de sementes de canola mais adequada para atingir altas produtividades.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DA CANOLA

A canola (*Brassica napus* L. var. *oleífera*) é uma oleaginosa pertencente à família Brassicaceae e advém do melhoramento genético convencional da colza, sendo um exemplo de como as demandas de mercado influenciam a criação de novas cultivares. A colza possuía em seus grãos altos teores de ácido erúico e glucosinolatos, sendo desenvolvida para atender o mercado de óleos industriais, a partir de seu melhoramento desenvolveu-se a canola, sigla em inglês de canadian oil, low acid, um termo genérico internacional cuja descrição é “um óleo que deve conter menos de 2% de ácido erúico e o componente sólido da semente deve conter menos de 30 micromoles de glucosinolatos”, sendo destinada ao consumo humano e animal (TOMM 2004; EMBRAPA 2014).

O primeiro registro do cultivo de canola à campo ocorreu em 1943 durante a guerra, quando um pequeno grupo de fazendeiros foi pago para realizar o cultivo da *B. napus* para produção de óleo industrial. O sucesso do cultivo levou a diversas pesquisas para o melhoramento genético da cultura até que em 1974 a primeira cultivar com baixo teor de glucosinolato e ácido erúico foi registrada. Mais adiante, no ano de 1989 a primeira cultivar híbrida comercial de canola foi registrada, a Hyola 40. A partir disso, novos híbridos foram lançados e a canola se popularizou ao redor no mundo com cada vez mais áreas destinadas ao seu cultivo e produtividade crescente (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2018).

A canola é uma planta herbácea, anual, de clima temperado e com um ciclo que varia de 107 a 166 dias dependendo de cada cultivar (TOMM, 2009). Esta planta possui raiz pivotante com grande número de raízes secundárias. As raízes são finas e abundantes com a capacidade de se ramificar e proliferar em zonas de maior teor de nutrientes. O sistema radicular de uma planta madura pode chegar a 120 cm de profundidade no solo. A canola pode medir de 70 cm a 170 cm de altura, atingindo seu tamanho máximo na floração. A planta de canola possui um caule principal ereto e desprovido de pelos, que é um importante fotossintético, principalmente ao longo da fase de formação e enchimento da vagem. Ao longo do caule existem de 15 a 20 nós. A espessura do caule está diretamente ligada à densidade de plantas. Plantas em

safras de baixa densidade possuem o caule mais grosso e resistente (EDWARDS; HERTEL, 2011).

De acordo com Edwards e Hertel (2011), a canola não possui um número definido de folhas, sendo que as folhas mais antigas são maiores e mais desenvolvidas que as mais novas. As folhas da canola são carnudas e de coloração verde azulada, sendo que as folhas inferiores possuem pecíolos e as superiores estão ligadas diretamente ao caule. As flores formam inflorescências terminais do tipo racimo e são formadas por 4 pétalas de coloração amarela, com tamanho que varia de 7 a 11 mm de comprimento (MENDONÇA et al., 2016).

O fruto da canola é uma vagem deiscente, comumente chamada de síliqua. É uma cápsula alongada de 6 a 9 cm de comprimento com uma ponta alongada que mede de 1 a 2 cm e fica firmada em um pedicelo de 1 a 3 cm de comprimento. A vagem é composta por dois carpelos que são separados por um falso septo. Quando as sementes estão maduras a vagem se torna frágil podendo quebrar com facilidade, causando perda de sementes e diminuindo o rendimento. As sementes começam a se desenvolver na parte mais baixa dos ramos do caule principal e atingem a maturação cerca de 30 a 40 dias após a fertilização. As sementes são de coloração escura, variando do marrom até o preto azulado e são produzidas entre 15 e 25 sementes por vagem. Cada semente pode medir entre 1,5 e 3 mm e pesar entre 2,5 e 5 mg, sendo que na maturidade representam 60% do peso de toda a síliqua (EDWARDS; HERTEL, 2011; MENDONÇA et al., 2016).

A *Brassica napus* é dividida em duas subespécies, a *spp. oleífera* e a *spp. rapífera*. Sendo a primeira utilizada como matéria-prima para a extração de óleos (óleo comestível, margarina, maionese e outros derivados), forragem verde e ração para alimentação animal, adubo para o solo, iluminação em lâmparinas a base de óleo vegetal, uso industrial, como sabões e lubrificantes, biocombustível e também muito utilizada em práticas como a rotação de culturas. Já a *spp. rapífera*, conhecida também como nabo sueco ou ratubaga, é utilizada para produção de forragem (MORI et al., 2014; MENDONÇA et al., 2016).

Dentre os óleos vegetais, o óleo de canola possui o menor teor de gordura saturada e a melhor composição de ácidos graxos, além de conter elevada quantidade de ômega-3, vitamina E e gorduras monoinsaturadas. O farelo de canola possui de 34% a 38% de proteína sendo um excelente suplemento para bovinos, suínos e aves. Na produção de biodiesel, a canola constitui padrão de referência no mercado

Europeu, seja para ser usado o óleo puro ou adicionado ao diesel extraído do petróleo, do qual o Brasil é exportador (DALMAGO et al., 2009). Os grãos de canola produzidos no Brasil possuem em torno de 24% a 27% de proteína e, em média, 38% de óleo (TOMM et al., 2009).

2.2 CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS

A canola de primavera (*Brassica napus L. var. oleífera*), a qual é cultivada no Brasil, apresenta certas necessidades ambientais específicas. A planta requer solos bem drenados, sem compactação, sem resíduos de herbicidas, livre de doenças como a canela-preta e o mofo-branco, não deve apresentar infestação de nabiça, o pH do solo precisa ser superior a 5,5 e o nível de fertilidade deve ser de médio a muito alto (TOMM, 2004). Devido ao tamanho pequeno, suas sementes são sensíveis às adversidades do ambiente desde a semente até a emergência. Solos frios podem danificar o embrião da semente, o que reduz a germinação e o crescimento, e retardar a emergência, aumentando o risco de danos por doenças nas plântulas (CHRISTENSEN et al., 1984). Solos com temperatura inferior a 10°C e baixo teor de água resultam em baixa mobilização de lipídeos e conseqüentemente ocorre a limitação de energia disponível para o desenvolvimento inicial de plântulas de canola. (MENDONÇA et al., 2016).

A canola necessita de boas condições de água no solo. O ideal é que a área e época escolhidas para o cultivo de canola tenham uma disponibilidade de água entre 312 mm a 500 mm durante todo o ciclo, em especial na floração. As necessidades hídricas da cultura vão depender da cultivar utilizada, mas de forma geral, o déficit hídrico durante o ciclo da cultura pode acarretar em perdas significativas de rendimento de grão e no conteúdo de óleo dos grãos, principalmente se o déficit estiver aliado a temperaturas acima de 27°C (MENDONÇA et al., 2016; EMBRAPA, 2009). Por outro lado, a canola não tolera solos encharcados por muito tempo, podendo haver degradação da clorofila, senescência precoce, maior produção de etileno pelas folhas e diminuição da taxa fotossintética. Os danos são mais significativos durante o estágio de plântulas, aparecimento do botão floral e formação de síliquas. A redução do rendimento causado pelo estresse hídrico se torna permanente, mesmo que o estresse seja retirado (ZHOU; LIN, 1995).

Apesar da canola de primavera não precisar de vernalização, a cultura se desenvolve melhor em condições de temperaturas amenas, entre 13°C à 22°C, e com chuvas regulares ao longo de seu ciclo. A temperatura do ar é o que regula o desenvolvimento das plantas de canola, sendo que a temperatura basal da cultura, abaixo da qual ocorre a inibição da germinação e emergência de plântulas, é de 5°C. Baixas temperaturas estão ligadas a formação de geada, sendo que com temperatura mínima de 6°C pode ocorrer morte de plantas de canola, principalmente se estas não foram submetidas a um período de aclimatação. Já temperaturas elevadas, acima de 25°C reduzem o período de floração e maturação e inviabilizam os grãos de pólen, resultando em perda de rendimento. Ademais, sob altas temperaturas ocorre um aumento na taxa metabólica da canola causando um encurtamento do ciclo e reduzindo a altura das plantas (MENDONÇA et al., 2016; DALMAGO et al., 2009).

Já a radiação solar, é o fator que determina o crescimento e a produtividade das culturas, quando os demais recursos não são limitantes. Por este motivo o espaçamento entre plantas e a densidade de semeadura devem ser adequados para que não ocorra competição entre as plantas pela radiação incidente, o que evita problemas como a redução da produção de sementes por planta (MENDONÇA et al., 2016). A densidade de semeadura é determinada a partir da população de plantas desejadas por unidade de área, a depender do espaçamento entre linhas adotado. Além disso, a distribuição de sementes em linha deve ser equidistante e na profundidade correta (CORREIA et al., 2015).

A produção de biomassa pelas plantas está diretamente ligada a interceptação de Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA). Durante o período vegetativo da canola, a interceptação de RFA é realizada principalmente pelas folhas e a partir do início do período reprodutivo ocorre alta taxa de interceptação de RFA por meio das estruturas reprodutivas. Desta forma, siliquis, flores e hastes passam a realizar fotossíntese. Esse processo tende a compensar a diminuição na capacidade fotossintética da planta, devido a diminuição do índice de área foliar e ao sombreamento causado por estruturas reprodutivas (MOGENSEN et al., 1997).

2.3 ZONEAMENTO AGRICLIMÁTICO E EVENTOS ADVERSOS

Além dos riscos já mencionados, caso as condições edafoclimáticas da cultura não sejam atendidas, a canola pode ser afetada negativamente por outros fatores. A começar pela ocorrência de granizo, que nos primeiros 30 dias após a emergência, quando a cultura ainda não está plenamente estabelecida, pode ocasionar quebra das estruturas frágeis da planta, inviabilizando a recuperação das mesmas. Entretanto, granizos não muito intensos e durante a fase de crescimento vegetativo não causam danos significativos ao dossel. Além disso a cultura da canola apresenta boa capacidade de recuperação de plantas após ocorrência de granizo, em especial genótipos da espécie *Brassica napus* (DALMAGO et al., 2009).

Quanto a chuvas e ventos intensos, é importante salientar que podem resultar na abertura de siliquis fisiologicamente maduras e ocasionar perda de grãos, devido à alta deiscência natural que a canola apresenta. Além disso, ventos fortes podem causar danos a partes da planta, acamamento e prejudicar a floração, causando problemas de polinização. Desta forma, recomenda-se que a colheita seja realizada assim que a maturação fisiológica dos grãos esteja completa, a fim de evitar perdas (MENDONÇA et al., 2016; DALMAGO et al., 2009).

Como descrito por Mendonça et al. (2016), a geada é o fenômeno meteorológico mais prejudicial à canola no estágio de plântula, podendo também causar prejuízos se ocorrer durante o florescimento, com comprometimento total ou parcial da lavoura. Durante a fase inicial da floração, a geada causa abortamento de flores, porém os prejuízos não são tão expressivos quanto a geada no final da floração e início da granação, já que os grãos estão em estágio leitoso, com alto teor de água. Contudo, o efeito negativo da geada sobre o rendimento de grãos é menor se comparado a outras culturas de inverno, já que a canola apresenta longo período de floração, variando de 20 a 45 dias a depender da cultivar utilizada (TOMM, 2007).

Para evitar prejuízos causados por possíveis intempéries, justifica-se utilizar o Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) a fim de maximizar o rendimento e minimizar os riscos associados ao clima. O ZARC identifica os municípios aptos e os períodos de semeadura com menor risco climático para o cultivo das lavouras em diferentes ciclos de culturas e tipos de solo, garantindo a viabilidade econômica do investimento (MAPA, 2015). Para a cultura da canola, o maior rendimento de grãos é

observado em semeaduras realizadas em meados de abril, principalmente em áreas relativamente mais quentes, sendo que cada dia de atraso na semeadura após a metade de abril acarreta em redução de rendimento (TOMM, 2007). De acordo com um estudo publicado por Dalmago et al. (2008), ocorre variabilidade entre as regiões para época de semeadura no RS, o que indica diferentes riscos para a cultura da canola.

No extremo Nordeste do estado, a semeadura é indicada apenas até o primeiro decêndio de maio, passado esse período ocorre um aumento no risco de geada. Para o extremo Oeste do estado, o cultivo de canola não é indicado para solos tipo 1 a partir de 15 de abril. Já para solos tipo 2 e 3, a semeadura pode ser feita até o terceiro decêndio de maio, a partir disso o cultivo de canola nessa região passa a não ser indicado devido a ocorrência de deficiência hídrica e temperatura do ar elevada na floração (DALMAGO et al., 2008).

As regiões Leste e Sudeste do RS são as que apresentam os maiores períodos indicados para o cultivo da canola, independente do ciclo e tipo de solo. Destacam-se as regiões pertencentes a Serra Gaúcha e Planalto Médio, onde a temperatura média do ar durante o ciclo da cultura é mais amena em comparação às outras regiões e apesar da ocorrência de geadas com temperatura mínima de relva inferiores a 0°C, estas não são tão intensas quanto as geadas que se formam no Planalto Superior. Além disso, estas são as regiões de maior precipitação do estado, diminuindo os riscos de déficit hídrico para a cultura e diminuindo as chances de estresse térmico, já que a frequência de temperaturas elevadas é menor em comparação ao Oeste do estado. Portanto, esta parte do RS se destaca como aquela com período de indicação de cultivo mais longo. Todavia, parte desta área, principalmente na região serrana, apresenta solos rasos o que pode dificultar o cultivo da canola que se desenvolve melhor em solos profundos (DALMAGO et al., 2008).

Desta forma, o período indicado para a semeadura nestas áreas fica entre 11 de abril e 30 de junho, principalmente para solos do tipo 3. Para solos tipo 1, que apresentam limitações hídricas, a semeadura deve ocorrer entre 11 de abril e 31 de maio. Destaca-se que a área indicada para cultivo de canola em solos tipo 2 no mesmo período que solos tipo 3, é menor. Porém, esta área aumenta quando a indicação de semeadura fica entre 11 de abril e 31 de maio (DALMAGO et al., 2008).

A partir dos resultados obtidos no zoneamento, Dalmago et al. (2008) concluíram que os genótipos de ciclo precoce apresentam maiores períodos de

semeadura em comparação aos genótipos de ciclo tardio. Portanto, é interessante semear primeiro os de ciclo tardio e posteriormente os de ciclo precoce. De acordo com Tomm et al. (2007), essa estratégia melhora o uso da infraestrutura de semeadura e reduz o risco de geada na floração da canola, considerando que a geada não foi levada em conta neste zoneamento. Esta estratégia se justifica porque genótipos de ciclo longo apresentam um maior período de floração em comparação aos de ciclo curto. Portanto, se sofrerem danos com a geada na floração, a possibilidade de emissão de novas flores é maior. Já genótipos de ciclo curto, apresentam pouca probabilidade de emitir novas flores caso sejam submetidos a geada. Ademais, genótipos de ciclo curto se desenvolvem mais rápido. Logo, a probabilidade de sofrerem estresse térmico durante a floração é pequena (DALMAGO et al., 2008).

2.4 ASPECTOS ECONÔMICOS E O CULTIVO DE CANOLA NO BRASIL E NO MUNDO

Conforme citado por Tomm (2006), as principais regiões produtoras de canola encontram-se na China, Índia, Canadá, União Europeia e Austrália e situam-se em latitudes entre 35° e 55°, portanto a espécie é adaptada a climas secos que vão do subtropical ao temperado (MARTIN; NOGUEIRA, 1993). A espécie pode ser cultivada tanto no inverno quanto na primavera. Genótipos de inverno necessitam de um período de vernalização com temperaturas abaixo de 7°C por um período mínimo de oito semanas para atingir o pleno florescimento, já genótipos de primavera não necessitam de vernalização, porém exigem fotoperíodo longo. Os genótipos de inverno são cultivados na Europa, já os de primavera são cultivados em países como Austrália, Canadá e no Brasil, onde se cultiva apenas a *Brassica napus L. var oleífera* (MENDONÇA, et al. 2016).

A canola aparece como a terceira oleaginosa mais produzida no mundo, se destacando principalmente na produção de óleo vegetal. Cultivada em aproximadamente 35 milhões de hectares em todo o mundo, dos quais 10,1 milhões de hectares correspondem a variedades transgênicas, sendo a quinta planta com mais eventos transgênicos aprovados no mundo, ficando atrás do milho, algodão, batata e soja. Canadá, China, e Índia se destacaram nos últimos 10 anos como os maiores

produtores de canola, sendo responsáveis por 50% da produção mundial de sementes (USDA, 2021).

São produzidas anualmente cerca de 71 milhões de toneladas de sementes em todo o mundo, que dão origem a 28 milhões de toneladas de óleo e 40 milhões de toneladas de farelo. Na safra de 2020/2021 o Canadá foi responsável pela maior produção de canola no mundo, com 27% da produção mundial, seguido pela UE (23%), China (19%) e Índia (12%). Para a safra de 2021/2022 a expectativa é atingir 74 milhões de toneladas de sementes em todo o mundo. Já a produção global de óleo de canola está prevista para atingir um recorde de 29 milhões de toneladas na safra 2021/2022 (USDA, 2021).

Apesar de mundialmente a produção de canola ser expressiva, no Brasil a cultura é pouco explorada, representando apenas 1% da produção de óleos comestíveis (TOMM, 2006). Sua produção se concentra no centro-sul do país, no Rio Grande do Sul e Paraná, devido à indicação de cultivo na época mais fria do ano. Em 2020 a área destinada ao cultivo da canola foi de 35,3 mil hectares, sendo que 98% dessa área se encontrava no RS. Na safra de 2020 foram produzidas 32,3 mil toneladas de canola, sendo o RS responsável por mais de 97% da produção. Já para a safra de 2021 a expectativa é de que a produção de canola seja de aproximadamente 44 mil toneladas (CONAB, 2020).

Por não ser hospedeira de pragas e doenças de gramíneas e leguminosas, a canola é uma boa opção para ocupar as áreas onde no verão são cultivados soja e milho, e que no inverno seguinte poderá ser cultivado trigo, contribuindo para um acréscimo no rendimento, melhorando a qualidade e diminuindo o custo de produção das demais culturas. Áreas cultivadas com trigo antecedido por canola podem apresentar um acréscimo de até 20% nos rendimentos. Além disso, nota-se uma redução no uso de fungicidas em trigo devido a menor severidade de doenças. Desta forma, a canola se torna parte do sistema de produção, e não substituta das demais culturas. Portanto, permite ao produtor otimizar o uso da área, maquinário e mão-de-obra que por vezes ficam subutilizados no inverno. Ademais, o preço da canola acompanha o preço da soja sendo uma alternativa economicamente atrativa. Assim, a canola apresenta-se como uma das melhores opções para a diversificação de culturas de inverno e geração de renda pela produção de grãos no Sul do Brasil (TOMM, 2006).

Consolidar o cultivo de uma espécie está diretamente ligado a estabelecer tecnologias que possam elevar o potencial produtivo, gerando maior rentabilidade principalmente através da instalação de um canal de comercialização e industrialização. Desde o início do cultivo da canola no Brasil, em 1974, buscou-se o desenvolvimento de tecnologias para o manejo da canola a fim de ofertar matéria-prima em quantidade e qualidade. Sendo assim, a expansão do cultivo da canola se dá pelo treinamento de produtores, suporte técnico oferecido por empresas do meio, o estabelecimento do zoneamento agrícola que permite o financiamento e o seguro do custeio das lavouras e a instalação de um canal de comercialização e industrialização sólido, que ofereça maior segurança e retorno financeiro ao produtor (TOMM et al., 2014).

Tomm et al. (2014) alegam que, apesar dos avanços das tecnologias de cultivo adequadas às condições brasileiras, a consolidação da canola ainda depende de alguns fatores faltantes. O aprofundamento do conhecimento de técnicos e produtores, o uso de maquinário adequado para o cultivo da canola, o registro de produtos específicos para a cultura e maior investimento em pesquisas acerca das condições e técnicas de cultivo adequadas para cada região do país são fundamentais para a ampliação do cultivo dessa oleaginosa em território brasileiro.

2.5 CULTIVO DE HÍBRIDOS DE CANOLA NO BRASIL

As pesquisas sobre o cultivo da canola começaram no Rio Grande do Sul em 1974 e desde 2005 vem sendo ampliadas por cooperativas e empresas a fim de aumentar o cultivo da canola, que se mostrou lucrativo e benéfico às demais espécies cultivadas na mesma área. Na América do Sul, eram cultivados híbridos substitutos das variedades de polinização aberta, pois estas eram muito sensíveis ao fotoperíodo e conseqüentemente possuíam ciclo longo, o que acarretava em desuniformidade na maturação elevando as perdas na colheita. Sendo assim, os híbridos Hyola 401 e Hyola 420 vinham sendo cultivados no Brasil e Paraguai por muitos anos. Todavia, a partir dos anos 2000 houve um decréscimo na produtividade devido a doença canela preta, cujo agente causador é o fungo *Leptosphaeria maculans*. O prejuízo causado pelo fungo estava levando os agricultores a desistirem do cultivo da canola, pois todos

os genótipos eram suscetíveis ao grupo patogenicidade de canela preta (TOMM, 2006).

No ano de 2003, pesquisas realizadas no RS permitiram empregar híbridos como Hyola 43 e Hyola 60 que apresentavam boa produtividade e resistência à canela preta. Todavia, no mesmo ano a região sul da Austrália passou a sofrer grandes prejuízos em variedades com a mesma resistência que as variedades utilizadas no Brasil. Para evitar que esta mesma situação se repetisse em território nacional, após pesquisas e experimentos no Brasil e Paraguai, iniciou-se em 2006 o emprego da Hyola 61, híbrido com resistência poligênica, com menores chances de quebra de resistência pelo fungo *Leptosphaeria maculans*. A partir de 2008 novos híbridos com resistência poligênica foram lançados, como o Hyola 433 e Hyola 411, indicados para o cultivo comercial após uma série de experimentos (TOMM et al., 2009).

De acordo com Tomm e Ferreira (2016), “a segurança e a rentabilidade do cultivo de canola dependem da escolha adequada de híbridos, com o emprego estratégico da resistência a herbicidas e a doenças”. O uso de híbridos com a tecnologia Clearfield (CL), como o Hyola 571 CL e o Hyola 575 CL, facilita o controle de plantas invasoras de folhas largas e estreitas através do uso de herbicidas pós-emergente. A indicação é de alternar o uso de híbridos CL com o emprego de cultivares convencionais a fim de evitar a seleção de plantas daninhas resistentes a herbicidas do grupo das imidazolinonas. O emprego de híbridos CL em uma ou duas safras diminui a incidência de plantas daninhas. Após esse período é indicado o uso de híbridos como o Hyola 433 (precoce), Hyola 50 (médio) e Hyola 76 (tardio), todos resistentes a canela preta, ou indica-se o uso do híbrido Hyola 61, que é moderadamente resistente a canela preta, porém apresenta grande rusticidade sob estresse causado por secas e geadas.

No Rio Grande do Sul, o híbrido mais utilizado é o Diamond. Este genótipo é importado e possui como principais características: ciclo precoce, elevado teor de óleo, estabilidade de produção, alta produtividade, rápido estabelecimento inicial e alto valor nutritivo para ração animal. A altura da planta varia de 1,10 a 1,60 metros, o período de floração dura de 35 a 45 dias, o ciclo da planta varia de 125 a 140 dias e possui resistência poligênica à canela preta. No Brasil, a Diamond se adapta às regiões do PR, SC, RS, MS e região Sul de SP (NUSEED, 2019).

2.6 MELHORAMENTO GENÉTICO E USO DE SEMENTES SALVAS DE CANOLA

Como descrito por Ramalho et al. (2012), “o melhoramento genético das plantas tem sido realizado de várias formas, como, por exemplo, a introdução de alelos de resistência a pragas e doenças, às condições adversas de solo e clima e também melhorando a arquitetura da planta”. No Brasil, durante o século XX o melhoramento genético permitiu não só alimentar toda a população, que aumentou dez vezes, como permitiu o crescimento das exportações sendo utilizada praticamente a mesma área agrícola. Desta forma, a agricultura brasileira demonstrou potencial para atender além do mercado interno de alimentos, fibras e biocombustível, podendo atender também ao mercado externo, onde diversos países não possuem a possibilidade de aumentar a produção de produtos de origem vegetal.

A variabilidade genética se torna fundamental em programas de melhoramento genético para a perpetuação das espécies e também para que as características botânicas e agronômicas desejáveis das espécies possam ser observadas e conservadas podendo se tornar uma importante fonte de genes (FIGUEIREDO et al., 2004). Um dos meios de conservar a variabilidade genética das espécies é por meio da criação de Bancos Ativos de Germoplasma (BAG), cuja função é conservar o material genético das espécies de interesse, podendo também ser chamado de banco de alelos. Os BAGs, além de preservarem o germoplasma permitem atividades de prospecção, coleta, introdução, intercâmbio, quarentena, caracterização, inspeção, multiplicação e regeneração (RAMALHO et al., 2012).

No Brasil a criação de um programa de melhoramento genético da canola se justifica pela busca por plantas que se adaptem melhor às regiões produtoras e sejam mais produtivas, já que a maior parte das sementes utilizadas pelos agricultores são importadas, podendo não se adaptar às condições edafoclimáticas de regiões potencialmente produtoras. Desta forma, a ampliação de áreas semeadas e o aumento da produção nacional de canola se tornaram possíveis. Para isso o BAG de canola se torna fundamental (KIIHL; TOMM, 2017). Atualmente a Embrapa Trigo é a responsável pela manutenção e conservação do Banco de Germoplasma de Canola da Embrapa (BAG Canola) que possui 517 acessos até o momento, mantidos em câmara fria, em condições de temperatura e umidade relativa do ar controladas (ALELO, 2021; KIIHL, 2020). As pesquisas com canola na Embrapa Trigo iniciaram

em 1980, a partir da avaliação de espécies para compor sistemas de rotação. As pesquisas têm como objetivos avaliar genótipos adaptados a Região Sul e o desenvolvimento de tecnologias de manejo da cultura. Vale destacar, que para a multiplicação de sementes de canola são necessários cuidados especiais devido a elevada taxa de fecundação cruzada da cultura, o que torna o processo mais lento (KIIHL, 2020).

Híbridos de canola são o resultado do cruzamento de duas linhagens da cultura. Quando o cruzamento é realizado de forma manual entre duas linhas distantes pode resultar em um rendimento de grãos até 45% maior do que os genitores. Este fenômeno ocorre, pois, quanto mais distantemente relacionados são os pais, maior é o vigor híbrido de sua progênie. Todavia, produzir sementes híbridas desta forma em grande escala é economicamente inviável (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2021). Sendo assim, tais variedades são produzidas a partir de polinização controlada, que da mesma forma resulta em uma progênie com as melhores características dos genitores, devido ao vigor híbrido. Variedades híbridas são associadas a maiores sementes, forte vigor de plântulas e alta produção de biomassa (EDWARDS; HERTEL, 2011).

Apesar das vantagens do cultivo de híbridos de canola, o processo para o desenvolvimento das sementes híbridas acaba por encarecer o preço das mesmas, podendo ser um entrave para produtores que buscam por menores custos de produção (GRIGOLO et al., 2016). Com o elevado preço dos híbridos no mercado, os produtores buscam por alternativas para reduzir os custos de produção sem afetar o rendimento, uma estratégia seria o uso de sementes salvas, ou geração F2, ou seja, “salvar” e limpar as sementes da safra atual para usar na próxima safra, prática comum entre alguns produtores de cereais, principalmente. Todavia, esta forma de economizar no cultivo da canola gera preocupação por parte da indústria devido à perda de qualidade da semente salva (CLAYTON et al., 2009). De acordo com SMITH et al. (2010), o custo de semente híbridas no Canadá pode ser até 55% maior que o custo de se utilizar sementes salvas. Porém o vigor de plantas oriundas de sementes híbridas certificadas e o maior rendimento de grãos são fatores, que além do preço, podem influenciar na decisão do produtor rural.

De acordo com a legislação brasileira, é direito do produtor rural reservar parte de sua produção de sementes para uso próprio, sendo proibida a comercialização das mesmas. As sementes salvas apenas podem ser utilizadas na safra seguinte à safra

em que foram reservadas e a quantidade deve ser compatível com a área em que se deseja implantar, levando em consideração a recomendação de semeadura para a espécie. Ressalta-se que o transporte de sementes salvas só é permitido em áreas de posse do produtor rural. Ademais, o produtor é responsável pela qualidade da semente salva e precisa dispor de um documento que comprove sua destinação ao consumo humano, animal ou industrial (SISTEMA FAEP, 2021).

De acordo com Clayton et al. (2009), a semente híbrida apresenta maior uniformidade devido ao cruzamento entre pais puros e a partir de técnicas que impedem a polinização cruzada. Por outro lado, as gerações subsequentes não apresentam uniformidade devido a segregação dos alelos, o que resulta em várias combinações de características dos dois genitores. Além disso, o grau de diferenciação entre o híbrido e sua geração F2 vai depender, principalmente, da divergência genética entre os genitores utilizados na produção do híbrido. Ou seja, as sementes de híbridos não podem ser salvas sem que as características genéticas do cultivar sejam modificadas (BRUINS, 2010).

A diminuição de qualidade de sementes da geração F2 ocorre devido a perda da heterose ou vigor híbrido. A máxima heterose só será obtida na geração F1, pois para que ocorra é necessário que a interação alélica não seja aditiva e que exista heterozigose. Assim, na geração F2 a proporção de heterozigotos será de apenas 50%, já que a autofecundação reduz a proporção de heterozigotos a metade, devido a endogamia. Da mesma forma, nas demais gerações a heterozigose é reduzida à metade da geração anterior, resultando na perda do vigor híbrido ao longo das gerações (RAMALHO et al., 2012).

De acordo com Tomm et al. (2007), grãos colhidos em lavouras de híbridos, geração F2 ou Fn, podem estar contaminados com fungos, além de gerar lavouras com baixo estande e com desenvolvimento de plantas e maturação desuniforme, portanto não devem ser semeados. O autor afirma que o valor da perda de rendimento de grãos é superior ao custo das sementes que apresentam alto valor genético, sanidade e baixo custo por hectare em comparação a maioria dos outros cultivos de inverno.

2.7 SEMEADURA E SOBRESSEMEADURA DA CANOLA

A taxa de semeadura, bem como o espaçamento entre linhas, são fatores cruciais para otimizar a população de plantas e alcançar alto rendimento de grãos (YAZDIFAR; VALIOLLAH, 2009). A distribuição uniforme de plantas de canola aumenta a biomassa vegetal e a produtividade devido ao melhor aproveitamento de recursos como a luz, água, solo e carbono orgânico (ISSAH, 2012).

Os componentes primários de rendimento da canola, como a população de plantas por unidade de área e número de grãos por planta influenciam diretamente a variável rendimento de grãos, todavia o número de síliquas por planta tem o maior efeito direto no rendimento de grãos. Portanto, a produção de grãos de canola depende da densidade populacional, número de síliquas por planta, número de sementes por síliqua e massa de sementes (COIMBRA et al., 2004). A canola possui alta plasticidade e se ajusta através da população, sendo que o número de síliquas por planta é o componente mais responsivo dentre os demais (DIEPENBROK, 2000).

Segundo Tomm (2007), a densidade de plantas mais indicada para o cultivo de canola é de 40 plantas/m², o que equivale a 3 kg de sementes por hectare. Segundo o autor, esta densidade permite atingir o maior potencial de rendimento, compensar os danos causados por insetos e doenças e cobrir o solo rapidamente, suprimindo plantas daninhas. Populações excessivas resultam em plantas com caules finos, suscetíveis ao acamamento e com menor rendimento de grãos. Todavia, baixas populações de plantas (15 plantas/m²), desde que em distribuição uniforme, chegaram a apresentar rendimentos em até 1800 kg/ha. Tal fato foi comprovado em um estudo realizado por Bandeira et al. (2013), onde a densidade de plantio de 15 plantas/m² propiciou o maior número de ramos, síliquas por planta, grãos por planta e maior produção de massa total da planta. O mesmo estudo mostrou que o maior rendimento de grãos por área é obtido em espaçamento de 17 cm entre linhas, à densidade de 45 plantas por metro quadrado. Portanto, é recomendado o menor espaçamento entre linhas possível da semeadora. Semeadoras com discos alveolados e com sulcadores têm mostrado bom desempenho em espaçamentos de até 45 cm (KRUGER et al., 2011).

De acordo com Tomm et al. (2009), para realizar a semeadura de canola em linhas é necessário ajustar as semeadoras convencionais no mecanismo dosador das

sementes, que é específico para a cultura da canola. Essa necessidade de ajuste se dá em função do tamanho das sementes da canola, que são pequenas. Todavia, o fato de precisar adquirir sistemas dosadores de sementes e fazer sua substituição na ocasião da semeadura, faz com que o cultivo da canola não seja atrativo para o produtor. Além disso, outro desafio que o tamanho das sementes gera é atender a profundidade de semeadura adequada para a canola, acarretando na emergência desuniforme de plântulas e na ocorrência de falhas na densidade de plantas, já que o microrelevo da superfície do solo também é irregular (LEONARDI, 2019).

A modificação no arranjo de plantas via espaçamento entre linhas ou entre plantas na linha pode ser uma alternativa para se alcançar maior produtividade de grãos em canola (KRUGER et al., 2011). O sistema de semeadura convencional visa aumentar o rendimento da cultura mediante práticas culturais como a densidade e o espaçamento adequado para a cultura. Essa manipulação do microambiente pode permitir, por exemplo, o aumento da taxa de assimilação de CO₂ pelas folhas, levando ao alcance de altos rendimentos (REZENDE et al., 2004). Além disso, o rendimento de grãos é dependente da fotossíntese e da respiração do dossel. Já a fotossíntese do dossel é influenciada pela interceptação de radiação solar, índice de área foliar, ângulo da folha, interceptação de luz por outras partes da planta, arranjo de folhas na planta e de plantas no campo, características de absorção de luz pela folha e pela quantidade de radiação incidente. Dentre estes fatores, apenas a quantidade de radiação solar não é afetada pela escolha do arranjo de plantas (ARGENTA et al., 2011).

Desta forma, Rezende et al. (2004) consideram que em condições ideais de água e nutrientes disponíveis para a cultura, sem que ocorra competição por estes recursos, a radiação solar se torna o fator limitante à produção. Portanto, a utilização de semeadura a lanço poderia proporcionar uma melhor distribuição das plantas nas áreas, favorecendo a incidência de luz e levando a um incremento na produtividade.

De acordo com Leonardi (2019), o uso de sobressemeadura é uma das práticas que vêm sendo estudadas a fim de propiciar o aumento do número de cultivos em um mesmo ciclo de sucessão e rotação de um sistema intensivo de produção de grãos, principalmente em relação aos cultivos de inverno ou de safrinha. O termo sobressemeadura diz respeito à prática de estabelecer culturas forrageiras anuais em pastagens formadas por espécies perenes, normalmente dominadas por gramíneas, ou áreas destinadas à produção de feno, sem destruir a vegetação existente

(MOREIRA; REIS, 2007). Para realizar a sobressemeadura de espécies de cobertura enquanto a soja ainda está no campo, a cultura deve ser semeada a lanço antes do início da queda das folhas da soja, entre os estádios fenológicos de R5 e R7. Desta forma, a planta de cobertura é semeada após a aplicação de glifosato e ainda encontra condições favoráveis de umidade no solo para que possa se estabelecer (PACHECO et al., 2009).

A eficiência da técnica de sobressemeadura depende de fatores que formem um ambiente propício para a germinação e início do estabelecimento das espécies sobressemeadas, como por exemplo condições meteorológicas favoráveis, especialmente a precipitação no período da véspera da semeadura até dez dias após a emergência e ainda da capacidade de germinação e crescimento da planta (PACHECO et al., 2008). Ademais, faz-se necessário atentar para a quantidade de semente na implantação da sobressemeadura. Para espécies forrageiras, recomenda-se que a quantidade de sementes seja de 1,5 a 2 vezes maior que a quantidade de sementes viáveis recomendadas para o cultivo tradicional, já que as sementes podem estar em condições menos favoráveis ao pleno estabelecimento (BORGHI et al., 2017). As sementes da nova cultura são distribuídas no solo quando ainda há umidade abaixo das primeiras folhas senescente em queda da cultura antecedente, que cobrem as plântulas emergentes do novo cultivo. Sendo assim, as plantas podem se estabelecer antes da colheita da cultura em final de ciclo (LEONARDI, 2019).

A sobressemeadura viabiliza o cultivo das áreas em integração lavoura-pecuária e também aquelas que se destinam apenas a produção de grãos, pois após a colheita da cultura principal, a forragem pode ser utilizada para a pecuária no período crítico do ano. Além disso, o resíduo pós-pastejo serve como palha para cobertura de solo no Sistema Plantio Direto (SPD). Além desta versatilidade neste sistema de cultivo, pode-se citar como benefícios da sobressemeadura a sustentabilidade dos sistemas produtivos agrícolas e pecuários, pois permite a verticalização da produção, reduz os riscos econômicos para o produtor e otimiza o uso de recursos naturais, elevando a produção de grãos, leite e carne sem a necessidade de abertura de novas áreas para a exploração (BORGHI et al., 2017). Portanto, a prática preserva o meio ambiente evitando a derrubada de matas. Além disso, contribui para a melhoria da fertilidade do solo e controle de plantas daninhas (PAZETO et al., 2015).

A evolução na indústria de maquinários agrícolas foi um fator que possibilitou o avanço na sobressemeadura, permitindo abrir mão da escolha em detrimento do rendimento operacional necessário para essa operação. Existem no mercado equipamentos adaptados para realizar a sobressemeadura, como distribuidores de sementes e fertilizantes costais, implementos agrícolas que podem ser acoplados a motos ou a pulverizadores tratorizados. Além disso, mais recentemente o uso de aeronaves agrícolas tem sido empregado para o lançamento de sementes de capins sobre a cultura da soja (BORGHI et al., 2017).

Assim como a sobressemeadura é realizada em ecossistemas naturais, a prática poderá ser adaptada para a lavoura no final do ciclo dos cultivos. Na sucessão de culturas agrícolas de verão e inverno, a sobressemeadura permite antecipar o estabelecimento das plantas da cultura subsequente antes da colheita da cultura antecessora em final de ciclo. Desta forma, em regiões de maior soma térmica do RS e SC a sobressemeadura de canola precoce permitiria a produção de grãos com apenas 60 a 70 dias a mais de ciclo, podendo ser colhida em agosto possibilitando uma safra de milho superprecoce antes do novo cultivo da soja, ainda no mesmo verão. Este sistema de produção intensificado, poderia resultar em cinco safras em dois anos e provavelmente sete safras em três anos nas regiões de menor soma térmica anual. Sendo assim, a sobressemeadura poderia reduzir custos, conservar a estrutura do solo e mantê-lo com cobertura viva e raízes ativas por mais tempo e conseqüentemente reduzir a perda de nutrientes por lixiviação (LEONARDI, 2019).

Apesar de diferentes espécies já terem sido sobressemeadas à soja desde R6 até R8 com bons resultados, ainda não existem estudos acerca do melhor estágio de desenvolvimento da soja para realizar a sobressemeadura da canola visando a produção de grãos. O sucesso do processo dependerá do conhecimento das condições que viabilizam a sobressemeadura da canola em soja no outono e desenvolvimento das técnicas adequadas para realizar o processo (LEONARDI, 2019).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma área de lavoura comercial, localizada no município de Cerro Largo, no noroeste do Rio Grande do Sul ($28^{\circ}09'0''$ S, $54^{\circ}45'0''$ O; 211 m). A área utilizada (Figura 1) é conduzida seguindo as diretrizes do Sistema Plantio Direto há mais de 20 anos. O solo é classificado como Latossolo Vermelho, sendo constituído por material mineral e contendo concentração relativa de argilominerais resistentes e/ou hidróxidos de Fe e Al (EMBRAPA, 2018). Conforme a classificação de Köppen, o clima da região, bem como na maior parte do Estado, é subtropical úmido (Cfa), que se caracteriza pelos verões quentes e por ser úmido em todas as estações do ano (KUINCHTNER; BURIOL, 2001). Os dados meteorológicos foram medidos na estação meteorológica da UFFS, localizada à 500 metros do experimento.

Figura 1 - Imagem de satélite do local do experimento.



Fonte: Google Earth (2022).

Para implantação do experimento foi utilizado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC). Inicialmente, definiu-se como fator A o uso do híbrido de canola Diamond, sendo utilizadas as gerações F1 (semente certificada) e geração F2

(semente salva). As sementes salvas foram colhidas no ano anterior ao experimento e armazenadas em sacos em local livre de umidade e bem arejado. Como fator D, foram estabelecidas as densidades de semeadura de canola de 3 kg ha⁻¹ a lanço, 3 kg ha⁻¹ na linha, 6 kg ha⁻¹ a lanço, 9 kg ha⁻¹ a lanço, 12 kg ha⁻¹ a lanço e 15 kg ha⁻¹ a lanço. É importante ressaltar que de acordo com Tomm (2007), a densidade de semeadura indicada para o cultivo direto de canola é de 3 kg ha⁻¹. As densidades foram calculadas para parcelas de 5x5m. Desta forma, foi utilizado um esquema fatorial 2x6, sendo quatro repetições por tratamento nas seis densidades estabelecidas. Sendo assim, o experimento foi organizado de forma a totalizar 48 parcelas.

A sobressemeadura da cultura da canola foi realizada quando a soja atingiu o estágio de desenvolvimento R7 (FEHR; CAVINESS, 1977) sendo feita de forma manual à lanço em 18 de março de 2021. A colheita da soja foi realizada em 01 de abril de 2021 e a semeadura em linha da canola foi realizada no dia 10 de abril de 2021. A adubação da área do experimento foi realizada em cobertura de acordo com a análise de solo, sendo feita a aplicação de Boro no início do desenvolvimento da cultura e a aplicação de Nitrogênio aos 40 dias após a emergência da cultura, fase onde em que a adubação nitrogenada é de suma importância, para que não ocorra o comprometimento do vigor de crescimento e da produção das plantas (SBCS, 2016).

Durante todo o ciclo da cultura o monitoramento de pragas e doenças foi realizado e surgiu a necessidade de aplicação de defensivos agrícolas para realizar o controle. No período de estabelecimento da cultura, se fez necessária a aplicação de Fipronil, para controle de formigas a fim de evitar danos as plântulas. Ao longo do ciclo da cultura realizou-se a aplicação de Cletodim como forma de controle de plantas daninhas de folha fina. Ademais, fez-se necessário a aplicação do inseticida Triflumuron MIRZA 480 SC para controle de lagartas.

As avaliações da canola à campo iniciaram com o aparecimento das primeiras plântulas. A emergência de canola foi avaliada utilizando quadrados de madeira de 1x1 m que foram posicionados no mesmo lugar dentro de cada parcela todos os dias, até que a emergência de plântulas foi estabilizada. Durante o ciclo de desenvolvimento da cultura as avaliações fenológicas foram realizadas anotando as datas de ocorrência dos principais estádios fenológicos da cultura de acordo com a escala desenvolvida pelo Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux et du Chanvre (CETIOM, 1992 apud IRIARTE; VALETTI, 2008), na França (Quadro 1). A

escala divide o ciclo da canola em pelo menos duas fases, onde o período vegetativo inicia na germinação da semente e o reprodutivo inicia com a visualização do botão floral (KOVALESKI, 2015).

Quadro 1 - Estádios fenológicos de canola.

Estádio	Caracterização	Subperíodo
S	Semeadura	Germinação
A B1 B2	Cotilédones visíveis (emergência) Uma folha verde desenvolvida Duas folhas verdes desenvolvidas	Plântula
B3 a B6 C1	Três a seis folhas verdes desenvolvidas Aparecimento de folhas novas	Roseta
C2 D1 D2 E	Entrenós visíveis e vestígios de ramificações principais Inflorescência visível Botão coberto com inflorescências secundárias visíveis Botão separado	Alongamento
F1 F2 G1 G3	Primeiras flores abertas Alongamento do ramo floral com numerosas flores abertas Queda de pétala com 10 primeiras síliquas com 2 cm Síliquas com mais de 4 cm	Florescimento
FF G4 G5	Final do florescimento 10% das síliquas com grão de coloração escura 90% das síliquas com grão de coloração escura	Maturação

Fonte: Adaptado de Iriarte e Valetti (2008).

Quando a cultura atingiu o estágio B1 (uma folha verde visível) foram selecionadas duas plantas por parcela a fim de realizar avaliações de altura e número de folhas por planta, para estimativa do filocrono. As avaliações foram realizadas semanalmente até o estágio de maturação. Quando a canola atingiu o ponto de maturação, em 01 de setembro de 2021, a colheita foi realizada de forma manual e com o auxílio de uma trena, foram colhidos 2m² em cada parcela. As plantas colhidas foram acondicionadas em sacos e transferidas para o laboratório da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *Campus Cerro Largo*. Posteriormente, iniciou-se a avaliação dos componentes de produtividade da cultura.

Realizou-se a contagem do número de plantas por parcela, número de síliquas por planta e número de grãos por síliqua. Para realizar as avaliações foram consideradas

duas plantas por parcela. Durante o procedimento, foram retiradas aleatoriamente 30 síliquas dos terços inferior, médio e superior (10 de cada terço) de cada uma das duas plantas e feita a contagem dos grãos. Após a avaliação de tais componentes, realizou-se a debulha manual de todas as plantas de cada parcela. Após serem separados das impurezas, os grãos foram acondicionados em sacos de papel devidamente identificados e posteriormente estimou-se a produtividade de grãos (PG) e o peso de mil sementes (PMS) de cada parcela com o uso de uma balança de precisão. A umidade dos grãos foi determinada com um determinador de umidade tipo Motomco-999-FR-1 e posteriormente corrigida para 13%.

Por fim, realizou-se a determinação da massa seca de parte aérea (MSPA) de cada parcela. As plantas já debulhadas foram postas em bandejas de inox e acondicionadas em estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de 65°C para secagem por 48h até perderem toda a umidade. Após a secagem, foi utilizada uma balança de precisão para a pesagem.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ambos ao nível de 5% de probabilidade de erro e realizados no software SISVAR.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

Ao longo do ciclo da canola, diversos são os fatores e elementos meteorológicos que afetam e influenciam diretamente seu desenvolvimento (GRAMIG; STOLTENBERG, 2007). As condições meteorológicas foram favoráveis para a germinação e emergência da canola tanto na sobressemeadura (soja no estádio R7) realizada em 18/03, quanto na semeadura convencional realizada em 10/04, visto que em ambos os cenários ocorreram chuvas apenas um dia após a semeadura (Figura 2). Todavia, apesar das condições meteorológicas serem favoráveis, a geração F2 teve um atraso no desenvolvimento inicial em relação às parcelas onde a geração F1 foi semeada, nas quais a canola emitiu folhas cotiledonares em apenas 4 dias.

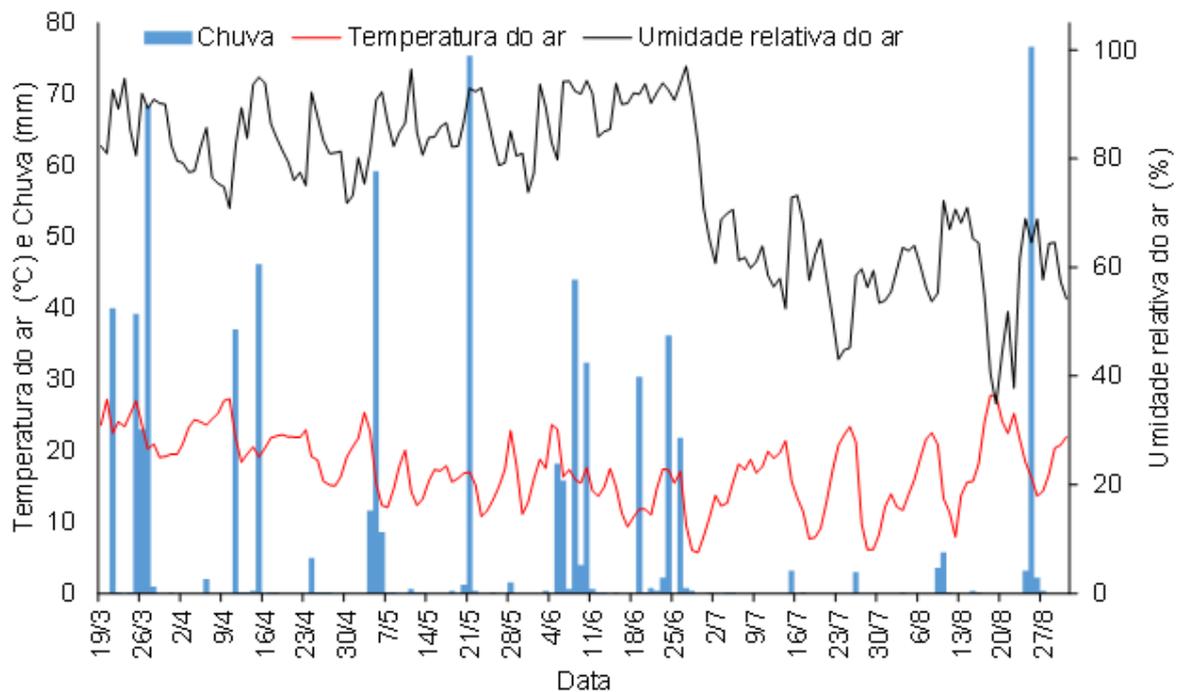
As plantas requerem uma determinada temperatura mínima e máxima possuindo uma temperatura ótima para o funcionamento da atividade enzimática que está totalmente ligada ao desenvolvimento da planta. Portanto, seu desenvolvimento depende da temperatura basal inferior e superior, as quais variam de acordo com o genótipo e o estádio de desenvolvimento (BHONHOMME, 2000).

Existem algumas divergências entre os pesquisadores acerca das temperaturas basais da cultura da canola. Guerreiro et al. (2008) após analisarem dados de experimentos com canola realizados anteriormente encontraram a temperatura basal inferior (T_b) de $3,5^{\circ}\text{C}$. Já de acordo com Dalmago (2009), a temperatura basal inferior e superior da canola são 5°C e 30°C , respectivamente. Durante o experimento, ao longo do ciclo da cultura a temperatura média diária do ar mais baixa registrada foi de cerca de 5°C no período reprodutivo e a mais alta registrada foi de cerca de 27°C , na maturação e estádio vegetativo (Figura 2).

Em estudo realizado por Pedrolo et al. (2016), o valor ótimo de temperatura para a germinação de sementes de canola variou de 20°C a 30°C . Durante a germinação e emergência da canola, foram registradas temperaturas médias de 25°C . Durante a floração a temperatura manteve-se amena, abaixo de 27°C , não sendo prejudicial à cultura neste período do ciclo, já que de acordo com Battisti (2013), temperaturas acima de 27°C durante o florescimento causam abortamento floral e

esterilização dos grãos de pólen. Durante o ciclo, a quantidade de chuva foi superior a 700 mm (Figura 2) ficando acima da necessidade hídrica da cultura que é de 500 mm (TOMM, 2009). Em estudo dirigido por Tesfamariam (2004) na África do Sul, observou-se que o rendimento de grãos de canola teve um incremento de 2923 kg/ha quando a disponibilidade de água durante o ciclo da cultura passou de 231 mm para 709 mm, passando de 908 kg/ha para 3831 kg/ha, respectivamente.

Figura 2 - Chuva (mm), temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%) registradas durante o ciclo da canola.



Fonte: Autora (2022).

4.2 FENOLOGIA

A emergência média de plântulas de canola nas parcelas onde foi realizada a sobressemeadura ocorreu sete dias após a semeadura, ou seja, no dia 25/03/2021 (Quadro 2), não ocorrendo diferença significativa entre gerações, mas sim entre as densidades de semeadura (Tabela 1). A densidade de 3 kg/há⁻¹ apresentou o menor período de emergência entre as demais densidades (6,25) e diferiu significativamente do tratamento 6 kg/há⁻¹ que apresentou a maior média entre os demais (9,87). De acordo com Silva (2016), nem sempre sementes com baixo vigor irão afetar o estande

inicial, podendo por vezes apenas retardar a emergência de plântulas. Dessa forma, não ocorrendo diferenças no estande inicial, o baixo vigor durante o desenvolvimento nas fases reprodutivas e vegetativas pode não causar prejuízos à produtividade (FILHO; NOVEMBRE, 2009).

Quadro 2 - Registro das datas de ocorrência dos principais estádios fenológicos da canola.

Estádios Fenológicos	Data
S (Semeadura)	18/03/2021
A (Emergência)	25/03/2021
B1 (Uma folha verde desenvolvida)	30/03/2021
B2 (Duas folhas verdes desenvolvidas)	07/04/2021
B3 a B6 (Três a seis folhas verdes desenvolvidas)	23/04/2021
C1 (Aparecimento de novas folhas)	28/04/2021
C2 ao E (Alongamento)	15/05/2021
F1 ao G3 (Florescimento)	08/06/2021
FF ao G5 (Maturação)	27/08/2021
Colheita	01/09/2021

Fonte: Autora (2022).

A temperatura do ar está diretamente relacionada ao desenvolvimento da canola (DALMAGO et al., 2009). A emissão de folhas na cultura ocorre de acordo com o acúmulo de °C dia, sendo o acúmulo térmico entre o aparecimento de folhas sucessivas no caule de uma planta chamado de filocrono (WILHEM; MCMASTER, 1995). De acordo com Miralles et al. (2001), o número final de folhas de canola varia de 22 a 29, dependendo do dia em que foi realizada a sementeira. O filocrono em canola pode variar de 24,4 até 130 °C dia por folha (MIRALLES et al., 2001; GOMEZ; MIRALLES, 2011). A média geral do filocrono foi de 52,6 °C dia sem diferença significativa entre as gerações e densidades de sementeira. Resultado similar foi observado por Dalmago (2013), que relatou variação no filocrono de 21,4 a 52,9 °C dia por folha conforme genótipo e data de sementeira.

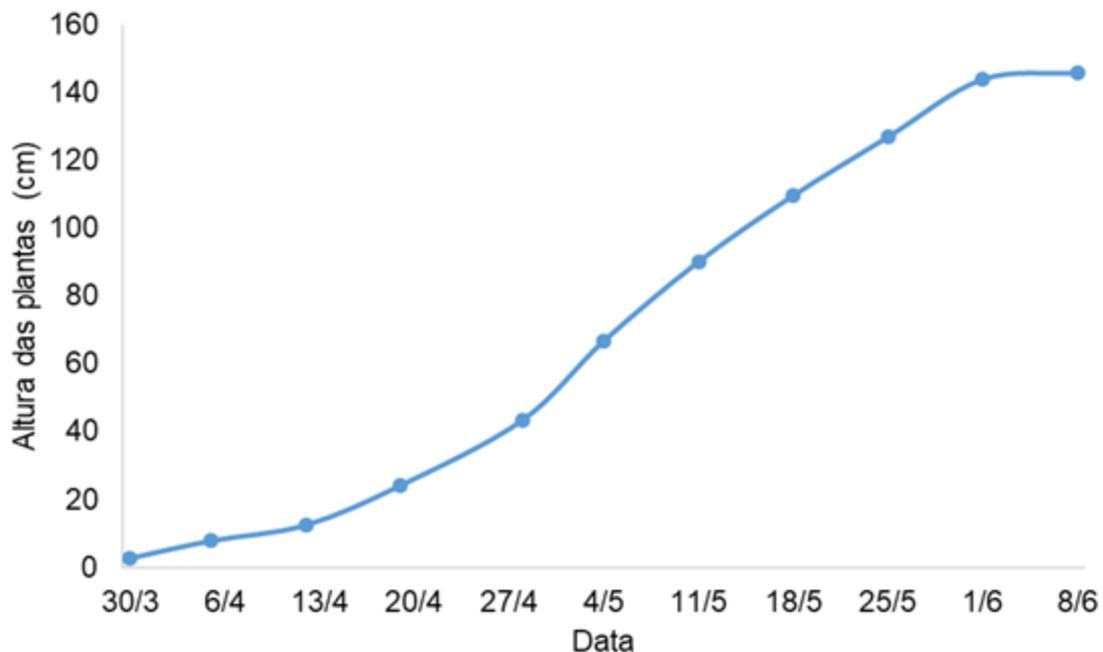
Tabela 1 - Duração do período de emergência de canola em diferentes densidades de sementeira.

Densidade de sementeira (kg ha ⁻¹)	Duração da fase de emergência
3	6,25 a*
6	9,87 b
9	7,62 ab
12	9,12 ab
15	7,25 ab

* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade. Fonte: autora (2022).

A altura máxima das plantas de canola foi registrada no início da floração, chegando à altura média de 140 cm (Figura 3), o que é esperado para híbridos de canola Diamond, em que a altura da planta em final de ciclo varia de 110 cm a 160 cm (NUSEED, 2019). É importante ressaltar, que uma altura de plantas suficiente é uma característica objetivada em programas de melhoramento a fim de facilitar a colheita mecanizada e evitar perdas (COSTA; RAVA, 2003).

Figura 3 - Altura de plantas (cm) medida a partir do aparecimento da primeira folha até o início do florescimento.



Fonte: Autora (2021).

4.3 PRODUTIVIDADE

A análise de variância com os quadrados médios para os componentes de produtividade avaliados nas gerações de canola é apresentada na Tabela 2. É possível observar que houve diferença significativa para a fonte de variação geração (F1 e F2) nos componentes número de plantas por metro quadrado, siliquas por planta, massa de mil sementes e produtividade, indicando diferenças nas médias das duas gerações. Quanto aos fatores densidade de semeadura e à interação dos fatores, os resultados indicam que não houve significância para os componentes avaliados, o que demonstra que o híbrido de canola Diamond geração F1 e sua geração F2 apresentam resposta semelhante em relação a estes fatores nas densidades de semeadura avaliadas.

Tabela 2 - Quadrados médios da análise de variância para os componentes, número de plantas por metro quadrado (NPM²), grãos por síliqua (GPS), siliquas por planta (SPP), massa de mil sementes (MMS), produtividade de grãos (PG) e massa seca da parte aérea (MSPA), avaliados nas gerações F1 e F2 de híbridos de canola Diamond em diferentes densidades de semeadura.

FV	GL	NPM²	GPS	SPP	MMS	PG	MSPA
GERAÇÃO	1	263,67*	103,38 ^{ns}	30792,38*	2,12*	10721025,52*	467857,77 ^{ns}
SEMENTE	5	16,30 ^{ns}	41,84 ^{ns}	6642,37 ^{ns}	0,17 ^{ns}	123877,8 ^{ns}	1984504,43 ^{ns}
GERAÇÃO X SEMENTE	5	5,37 ^{ns}	44,54 ^{ns}	6558,6 ^{ns}	0,16 ^{ns}	124953,45 ^{ns}	3383348,05 ^{ns}
ERRO	36	6,71	55,35	3037,28	0,08	179769,53	3383348,05
CV (%)		30,66	31,69	16,62	8,62	31,7	36,96
Média geral		8,44	23,48	331,65	3,46	1337,39	3551,39

^{ns} não significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade e * significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: Autora (2022).

Com relação ao componente siliquas por planta (SPP) foi possível observar que na densidade de semeadura 3 kg/ha⁻¹, tanto na geração F1 quanto na F2, ocorreu a maior média em relação às demais densidades de semeadura sendo 398,5 e 367,8,

respectivamente (Tabela 3). Tal resultado pode ser justificado pelo fato de que a canola produz mais ramos em menores densidades de semeadura, de acordo com resultados observados por Mousavi et al. (2011). Na cultura da canola o componente de rendimento mais importante é o número de síliquas, pois estas determinam a produção de grãos pela cultura (GAN et al., 2004). Apesar disso, a média do componente produtividade geral (PG) foi maior, na geração F1 e F2, sendo respectivamente 2083,1 e 1083,1 na densidade de 12 kg/ha⁻¹ (Tabela 3). Tal fato pode ser explicado pela prática da sobressemeadura, onde se indica o uso de no mínimo o dobro de sementes em relação ao plantio convencional (3 kg/ha⁻¹), já que as sementes podem estar em condições menos favoráveis para que ocorra a germinação (BORGHI et al., 2017). Além disso, a semeadura a lanço pode resultar em uma melhor distribuição das plantas na área favorecendo o aproveitamento de recursos e incrementando a produtividade (REZENDE et al., 2004). Sendo assim, a população compensou a quantidade de síliquas.

Tabela 3 - Médias dos componentes de produtividade síliquas por planta (SSP) e produtividade geral (PG) nas diferentes densidades de semeadura estabelecidas.

DENSIDADE DE SEMEADURA	SPP		PG	
	F1	F2	F1	F2
3	398,5	367,8	1819,4	765,6
6	333,3	324,5	1699,5	845,9
9	372,3	237,3	1727,3	909,6
12	382,0	281,3	2083,1	1083,4
15	359,9	314,4	1539,0	934,2
3L	295,9	313,0	1991,7	650,1
Total Geral	357,0	306,4	1810,0	864,8

Fonte: Autora (2022).

A comparação dos valores médios das gerações F1 e F2 indicam o desempenho superior da geração F1 em todos os componentes avaliados, sendo observadas diferenças significativas nos componentes número de plantas por metro quadrado, número de síliquas por planta, massa de mil sementes e produtividade (Tabela 4). Resultados similares foram observados por Klotz (2016) que relatou um

desempenho superior da geração F1 de canola em relação a geração F2 se tratando do número de síliquas por planta e da massa de mil grãos.

Em termos de porcentagem, a média do componente NPM² foi 43,46% menor na geração F2 em relação a geração F1, a média do componente GPS foi 11,7% menor na geração F2 em relação a geração F1, a média do componente SPP foi 14,17% menor na geração F2 em relação a geração F1 e a média do componente MMS foi 11,4% menor na geração F2 em relação a geração F1. Todavia, a diferença mais significativa ocorreu nos componentes PG e MSPA onde a média foi 52,2% e 5,4% menor na geração F2 em relação a geração F1, respectivamente. Tal resultado reforça o que foi dito por Clayton et al. (2009), onde a perda de vigor da geração F1 para a geração F2, que pode ser caracterizada como depressão por endogamia, justifica a menor produtividade obtida na geração F2. Por outro lado, vale ressaltar que a MSPA foi praticamente igual nas duas gerações, podendo reforçar a afirmativa de Tomm (2007), que cita a possibilidade da utilização de sementes salvas para cultura de cobertura.

Tabela 4 - Valores médios para os componentes número de plantas por metro quadrado (NPM²), grãos por síliqua (GPS), síliquas por planta (SPP), massa de mil sementes (MMS, g), produtividade de grãos (PG, kg ha⁻¹) e massa seca da parte aérea (MSPA, kg ha⁻¹) no fator de variação geração.

GERAÇÃO	NPM²	GPS	SPP	MMS	PG	MSPA
F1	10,79 a	24,94 a	356,95 a	3,67 a	1809,99 a	3650, 12 a
F2	6,1 b	22,01 a	306,35 b	3,25 b	864,68 b	3452,67 a

Letras diferentes na coluna indicam diferença estatística significativa pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autora (2022).

Os resultados obtidos no presente estudo justificam o que foi dito por Smith et al. (2010) em relação ao uso de sementes salvas. Os autores afirmam que no Canadá os produtores foram aconselhados a não cultivar sementes salvas de canola na tentativa de reduzir custos, pois os resultados não compensam. Todavia, Potter et al. (2013), explicam que características de vigor das plantas, resistência a doenças, rendimento de grãos, e o teor de óleo nas sementes são muito variáveis na

comparação entre a geração F1 e F2 de híbridos de canola. Isso se dá pela forma como os híbridos são desenvolvidos, considerando o grau de heterose entre linhagens parentais. Desta forma, mais estudos são necessários a fim de comparar o desempenho de diferentes híbridos de canola em diferentes ambientes e condições a fim de avaliar a viabilidade do uso de sementes salvas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O híbrido Diamond, em sobressemeadura, apresentou período médio de emergência de 7 dias, com altura de 140 cm e filocrono de 52,6 °C dia folha⁻¹.

Houve diferença significativa na fonte de variação geração (F1 e F2). Sendo que a geração F1 apresentou desempenho superior em todos os componentes avaliados sendo observadas diferenças significativas nos componentes número de plantas por metro quadrado, número de síliquas por planta, massa de mil sementes e produtividade

A geração F2 apresentou produtividade de grãos 52% menor em comparação a geração F1, comportamento explicado pelos componentes síliqua por planta e massa de mil sementes.

Quanto aos fatores densidade de semeadura e à interação dos fatores (geração x densidade), os resultados indicam que não houve significância para os componentes ngrãos por síliqua (GPS), síliquas por planta (SPP), massa de mil sementes (MMS), produtividade de grãos (PG) e massa seca da parte aérea (MSPA).

Em relação às densidades de semeadura avaliadas, a maior produtividade nas gerações F1 e F2 de canola foi obtida na densidade de 12 kg ha⁻¹.

REFERÊNCIAS

- ALELO. **Banco Ativo de Germoplasma de Canola**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2017. Disponível em: <http://alelobag.cenargen.embrapa.br/>. Acesso em: 09 jun. 2021.
- ARGENTA, G. et al. **Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte**. Ciência Rural, Santa Maria, v.31, n.6, p.1075-1084, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782001000600027>.
- BANDEIRA, T. P. et al. **Desempenho agrônômico de canola em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades de plantas**. Pesq. agropec. bras. Brasília, v.48, n.10, p.1332-1341, out. 2013. DOI: 10.1590/S0100-204X2013001000004.
- BATTISTI, R. et al. **Dinâmica floral e abortamento de flores em híbridos de canola e mostarda castanha**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 48, n. 2, p. 174-181, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000200007>.
- BONHOMME, R. **Bases and limits to using 'degree. day' units**. European Journal of Agronomy, v. 13, p. 1-10, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(00\)00058-7](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(00)00058-7).
- BORGHI, E. et al. **Sobressemeadura de capins na soja para sistemas de Integração Lavoura-Pecuária**. 2007. Disponível em: [file:///C:/Users/WINDOWS%2010/Downloads/CNPASA2017doc34%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/WINDOWS%2010/Downloads/CNPASA2017doc34%20(1).pdf). Acesso em: 20 jul. 2021.
- BRUINS, M. **A contribuição do melhoramento vegetal para a agricultura**. Revista Seed News, Ano XIV, n. 1. Disponível em: <https://seednews.com.br/artigos/1550-a-contribuicao-do-melhoramento-vegetal-para-a-agricultura-edicao-janeiro-2010>. Acesso em: 11 jul. 2021.
- CANOLA COUNCIL OF CANADA. 2018. **History of canola**. Disponível em: <https://www.canolacouncil.org/canola-history/>. Acesso em: 09 jun. 2021.
- CANOLA COUNCIL OF CANADA. 2021. **History of Canola Seed Development**. Disponível em: <https://www.canolacouncil.org/canola-encyclopedia/history-of-canola-seed-development/>. Acesso em: 26 jun. 2021.
- CETIOM - Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains. **La cultura du colza d'hiver: Guide cultural 1991/1992**. Paris: CETIOM, 1992. 33p
- CHRISTENSEN, J.V. et al. **Effect of seeding date, nitrogen and phosphate fertilizer on growth, yield and quality of rapeseed in northwest Alberta**. Canadian Journal of Plant science. Revue Canadienne de Phytotechnie. DOI: 10.4141/cjps85-040. DOI: <https://doi.org/10.4141/cjps85-040>.

CLAYTON, G.W. et al. 2009. **Comparison of certified and Farm-Saved seed on yield and quality characteristics of canola.** *Agronomy Journal* 101: 1581-1588. Acesso em: 26 jun. 2021. DOI: 10.2134/agronj2009.0108.

COIMBRA, J. L. M. et al. **Análise de trilha dos componentes do rendimento de grãos em genótipos de canola.** *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1421-1428, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/NZHBTQYR7FbYp4hNScPvtzP/?lang=pt>. Acesso em: 08 jun. 2021.

CONAB. **SÉRIE HISTÓRICA DAS SAFRAS.** Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>. Acesso em: 23 dez. 2020.

CORREIA, T. P.S. et al. **Distribuição de sementes de soja com tecnologia Rampflow no disco horizontal.** Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo, Botucatu, 2015. Disponível em: <https://www.jassy.com.br/wp-content/uploads/2019/05/estudo-soja-fca-unesp.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2021.

COSTA, J. G. C.; RAVA, C. A. **Linhagens de feijoeiro comum com fenótipos agronômicos favoráveis e resistência ao cretamento bacteriano comum e antracnose.** *Ciência e agrotecnologia*, v. 27, n. 5, p. 1176-1182, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/9fpsCJtBS98cX8dXJQGHbDj/?lang=pt>. Acesso em: 08 jan. 2022.

DALMAGO, G. A et al. **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola.** Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Instituto Nacional de meteorologia, 2009. Cap. 8, p. 133-149.

DALMAGO, G. A. et al. **Zoneamento agroclimático para a canola no Rio Grande do Sul.** 2008. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/84123/1/CNPT-BOL.-PESQ.-9-08.pdf>. Acesso em: 08 jul. 2021

DALMAGO, G.A. et al. **Filocrono e número de folhas da canola em diferentes condições ambientais.** Pesquisa agropecuária brasileira.2013.DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000600001..>

DIEPENBROCK, W. **Yield analysis of winter oilseed rape (Brassica napus L.): A review.** 2000. DOI: 10.1016/S0378-4290(00)00082-4.

DOI:<http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v11i2.4173>.

EDWARDS, J; HERTEL, K. **Canola growth & development.** 2011. Disponível em: https://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0004/516181/Procrop-canola-growth-and-development.pdf. Acesso em: 26 jun. 2021.

EMBRAPA. **Locais e épocas de semeadura: o ambiente de cultivo da canola.** 2009. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do113_6.htm. Acesso em: 07 jul. 2021.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília: 2018. 356 p.

EMBRAPA. **Origem e usos da canola**. 2014. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do149_2.htm. Acesso em: 22 mar. 2021.

FEHR, W. R.; Caviness, C. E. (1977). **Stages of soybeans development**. Iowa State Univ., Ames, (Special Report, 80). Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/STAGES.+FEHR_000g50w2I4s02wx5ok0dkla0sik2sqav.pdf. Acesso em: 05 mar. 2022.

FIGUEIREDO, A. N. et al. **Divergência genética em acessos de mamona (*Ricinus communis L.*) baseada nas características das sementes**. Revista de Biologia e Ciências da Terra, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 1-10, 2004. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/500/50040201.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2021

FILHO, J.M; NOVENBRE, A.D.L.C. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de hortaliças**. Tecnologia de sementes de hortaliças. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. p. 185-246.

FINGER, E. **Canola- uma cultura ainda pequena no Brasil, mas com grande potencial**. [Entrevista concedida a] Lia Freire. Revista óleos e gorduras, Editora Stilo. N. 35, p 26-33, outubro, 2020. Disponível em: <https://www.editorastilo.com.br/oleos-e-gorduras/>. Acesso em: 25 mai. 2021.

GAN, Y. et al. **Canola and mustard response to short periods of temperature and water stress at different developmental stages**. Canadian Journal of Plant Science, v.84, p.697 704, 2004. DOI: 10.4141/P03 109.

GOMEZ, N.V.; MIRALLES, D.J. **Factors that modify early and late reproductive phases in oilseed rape (*Brassica napus L.*): its impact on seed yield and oil content**. *Industrial Crops and Products*. v.34, p.1277-1285, 2011. DOI: 10.1016/j.indcrop.2010.07.013

GRAMIG, G.G.; STOLTENBERG, D.E. **Leaf appearance base temperature and phyllochron for common grass and broad leaf weed species**. *Weed Technology, Champaign*. v.21, n.1 p.249- 254, 2007. Disponível em: Acesso em: 13 dez. 2010. DOI: 10.1614/ WT-06-039.1.

GRIGOLO, S. et al. **Comportamento de híbridos de canola e suas gerações F2: qualidade fisiológica e sanitária de sementes**. 2016. Disponível em: [file:///C:/Users/WINDOWS%2010/Downloads/7262-Full%20Manuscript%20\(Mandatory\)-29538-1-10-20170309%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/WINDOWS%2010/Downloads/7262-Full%20Manuscript%20(Mandatory)-29538-1-10-20170309%20(4).pdf). Acesso em: 26 jun. 2021.

GUERREIRO, J.C. et al. **Temperatura base e graus-dia para a colza - síntese de resultados**. In: Mostra de iniciação científica da Embrapa trigo, 4., 2008, Passo Fundo, RS. Resumos. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do94.htm. Acesso em: 02 nov. 2022.

ISSAH, G. **Precise seed-to-seed spacing not necessary for canola**. 2012. Disponível em: <https://albertacanola.com/wp-content/uploads/2016/09/2015-1.4-precise-seed-to-seed-placing-not-necessary-for-canola.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2021.

KIIHL, T. **Bancos e coleções de germoplasma da Embrapa: Conservação e uso.** 2020. Disponível em: [file:///C:/Users/WINDOWS%2010/Downloads/Banco-germoplasma%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/WINDOWS%2010/Downloads/Banco-germoplasma%20(1).pdf). Acesso em: 22 jul. 2021.

KIIHL, T.; TOMM, G. **Banco de Germoplasma de Canola da Embrapa: conservação e multiplicação de acessos.** In: Embrapa Trigo-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Simpósio Brasileiro de Canola, 1. 2017, Passo Fundo. Anais. Brasília, DF: Embrapa, 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/170249/1/CNPT-ID44265.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2021.

KOVALESKI, S. **Efeitos da geada em canola (*Brassica napus*L.) em função da distribuição da palha na superfície do solo.** 2015. 157 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, UFSM, Santa Maria, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7603>. Acesso em: 08 set. 2021.

KRÜGER, C. et al. **Arranjo de plantas na expressão dos componentes da produtividade de grãos de canola.** 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001100005>.

KUINCHTNER, A.; BURIOL, G. A. **Clima do estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite.** 2001. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumNT/article/view/1136/1077>. Acesso em: 29 set. 2021.

LEONARDI, M. **Condições ideais de água e nutrientes para a cultura, evitando competição por estes recursos, a luz se torna o fator limitante à produção.** 2019. 58 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, UFSM, Santa Maria, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/19617/DIS_PPGAGRONOMIA_2019_L_EONARDI_MATEUS.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 19 jul. 2021.

MAPA. **O que é zoneamento agrícola de risco climático - zarc?** 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/155160/1/FOLDER-0004.pdf>. Acesso em: 08 jul. 2021.

MARTIN, N. B.; NOGUEIRA JR. S. **Canola: uma nova alternativa agrícola de inverno para o centro-sul brasileiro.** Informações Econômicas, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 9-25, 1993. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/ie/1993/tec1-0493.pdf>. Acesso em: 26 mai. 2021.

MENDONÇA, J. et al. **Canola (*Brassica napus* L.).** Piracicaba: Esalq, 2016. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/biblioteca/content/s%C3%A9rie-produtor-rural-61-canola-brassica-napus-l>. Acesso em: 25 set. 2021.

MIRALLES, D.J.; FERRO, B.C.; SLAFER, G.A. **Developmental responses to sowing date in wheat, barley and rapeseed.** Field Crops Research, v.71, p.211-223, 2001. DOI: 10.1016/S0378-4290(01)00161-7.

MOGENSEN, V. O. et al. **Pod photosynthesis and drought adaptation of field grown rape (*Brassica napus*).** European Journal of Agronomy, Montrouge Cedex, v. 6, p. 295-307, 1997. DOI: 10.1016/S1161-0301(96)02052-7.

MOREIRA, A.; REIS, R. **Técnica da sobressemeadura de forrageiras de inverno sobre o campi-Tifton-85**. V.64, n.3, p.197-206, jul./set., 2007. Disponível em: <http://www.iz.sp.gov.br/bia/index.php/bia/article/view/1230>. Acesso em: 23 mai. 2021.

MORI, C. et al. **Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da canola no mundo e no Brasil**. Embrapa Trigo-Documents (INFOTECA-E), 2014. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/988475/1/2014documentosonline149.pdf>. Acesso em: 26 mai. 2021.

MOUSAVI, S.J.; SAM-DALIRI, M.; BAGHERI, H. **Study of planting density on some agronomic traits of rapeseed three cultivar (Brassica napus L.)**. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, v.5, p.2625-2627, 2011. Disponível em: <http://www.ajbasweb.com/old/ajbas/2011/December-2011/2625-2627.pdf>. Acesso em: 24 mai. 2021.

NUSEED. **Canola Diamond: óleo de alta qualidade**. 2019. Disponível em: www.nuseed.com.br. Acesso em: 21 jul. 2021.

PACHECO, L. et al. **Desempenho de plantas de cobertura em sobressemeadura na cultura da soja**. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008000700005>.

PACHECO, L. et al. **Sobressemeadura da soja como técnica para supressão da emergência de plantas daninhas**. 2009. DOI: 10.1590/S0100-83582009000300005. Acesso em: 2007 jul. 2021.

PAZETO, L. et al. **Pastagens de inverno: Uso da técnica da sobressemeadura no município de grão- Pará/SC**. 2015. Disponível em: Rev. Ciênc. Cidadania - v.1, n.1, 2015. Acesso em: 20 jul. 2021.

PEDROLO, A. M. et al. **Influência da temperatura na germinação de Brassica napus L. var. oleífera**. In: XX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VI Encontro de Iniciação à Docência – Universidade do Vale do Paraíba. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1066937/influencia-da-temperatura-na-germinacao-de-brassica-napus-l-var-oleifera>. Acesso em: 31 jan. 2022.

POTTER, T. et al. **Testing retained sowing seed of hybrid canola over a range of rainfall zones**. Yeruga Crop Research 1: 1-5. Disponível em: <https://grdc.com.au/resources-and-publications/grdc-update-papers/tab-content/grdc-update-papers/2014/02/testing-retained-sowing-seed-of-hybrid-canola-over-a-range-of-rainfall-zones-adelaide>. Acesso em: 22 fev. 2022.

RAMALHO, M. et al. **Genética na agropecuária**. Lavras, Editora UFLA, 2012, 566p.

REZENDE, P. et al. **Efeito da semeadura a lanço e da população de plantas no rendimento de grãos e outras características da soja [Glycine Max (L.) Merrill]**. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542004000300003>.

SILVA, D. H. R.; MENEGHELLO, G. E.; OLIVEIRA, S. et al. **População de plantas e desempenho produtivo de híbridos de milho oriundos de sementes com**

diferentes níveis de vigor. Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável. V. 11, n. 2, p.01-4, 18 abr. 2016. Grupo Verde de Agroecologia e Abelhas.

Sistema FAEP. **Boletim informativo: A revista do sistema.** 2021. Disponível em: <https://www.sistemafaep.org.br/arquivo/index.html?catalog=BI1530&startPage=18>. Acesso em: 29 mar. 2022.

SMITH, E. G. et al. **A rentabilidade de semear a geração F2 de canola híbrida. Agronomy Journal, Canadá.** v. 102, n. 2, p.598-605, 2010. American Society of Agronomy. DOI: <http://dx.doi.org/10.2134/agronj2009.0101>.

SMITH, E.G. et al. 2010. **The profitability of seeding the F2 generation of hybrid canola.** Agronomy Journal 102: 150- 160. Disponível em: <https://canolagrowers.com/wpcontent/uploads/2014/11/2010SmithetalTheprofitabilityofseedingtheF2generationofhybridseed.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2021.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIENCIAS DO SOLO (SBCS). **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** 2016.

TESFAMARIAM, E. H. **Modelling the soil water balance of canola Brassica napus L (Hyola 60).** Pretoria: University of Pretoria; 2004. 120 p. (Dissertation of Masters) - Faculty of Natural and Agricultura! Sciences - University of Pretoria. Disponível em: <https://repository.up.ac.za/bitstream/handle/2263/28069/00dissertation.pdf?sequence=1>. Acesso em: 22 fev. 2022.

TOMM, G. O. **Canola: alternativa de renda e benefícios para os cultivos seguintes.** Revista Plantio Direto, v. 15, n. 94, p. 4-8, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/284533358_Canola_Alternativa_de_renda_e_beneficios_para_os_cultivos_seguintes. Acesso em: 10 mar. 2021.

TOMM, G. O. et al. **Tecnologia para produção de canola no Rio Grande do Sul.** 2009. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do113.pdf. Acesso em: 23 mar. 2021.

TOMM, G. O. **Indicativos tecnológicos para produção de canola no Rio Grande do Sul.** 2007. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/p_sp03_2007.pdf. Acesso em: 08 jul. 2021.

TOMM, G. O. **Canola alternativa de renda e beneficios para os cultivos seguintes.** 2004. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/284533358_Canola_Alternativa_de_renda_e_beneficios_para_os_cultivos_seguintes. Acesso em: 22 mar. 2021.

TOMM, G. O.; FERREIRA, Paulo. **Canola híbridos convencionais e com resistência a Clearfield.** 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142262/1/ID43652-2016FD394.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2021.

USDA. **Oilseeds: World markets and trade**. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2020.

WILHELM, W.W.; MCMASTER, G.S. **Importance of the phyllochron in studying the development and growth in grasses**. *Crop Science*, v.35, p.1-3, 1995. DOI: 10.2135/cropsci1995.0011 183X003500010001x.

YAZDIFAR, S.; VALIOLLAH, R. **Effects of row spacing and seeding rates on some agronomical traits of spring canola (brassica napus l.) cultivars**. 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/286642741_Effects_of_row_spacing_and_seeding_rates_on_some_agronomical_traits_of_spring_canola_Brassica_napus_L_cultivars. Acesso em: 16 jul. 2021.

ZARC. **Zoneamento agrícola de risco climático- canola 2021**. Disponível em: <https://indicadores.agricultura.gov.br/zarc/index.htm>. Acesso em: 31 jan. 2022.

ZHOU, W. e LIN, X. **Effects of waterlogging at different growth stages on physiological characteristics and seed yield of winter rape (Brassica napus L.)**. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378429095000755>. Acesso em: 30 jun. 2021.