

**INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
CAMPUS IBIRUBÁ  
CURSO DE AGRONOMIA**

**LARISSA COSSUL**

**FATORES QUE INTERAGEM E AFETAM A PRODUTIVIDADE DA CULTURA  
CANOLA**

**Ibirubá, RS, Brasil**

**2024**

**LARISSA COSSUL**

**FATORES QUE INTERAGEM E AFETAM A PRODUTIVIDADE DA CULTURA  
CANOLA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado junto ao curso de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Dra. Anna Carolina Cerato

Confortin

Coorientador: Dr. Rodrigo Luiz Ludwig

**Ibirubá, RS, Brasil**

**2024**

**LARISSA COSSUL**

**FATORES QUE INTERAGEM E AFETAM A PRODUTIVIDADE DA CULTURA  
CANOLA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado junto ao curso de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Anna Carolina Cerato

Confortin

Coorientador: Prof. Dr. Rodrigo Luiz Ludwig

Aprovado em \_\_\_ de \_\_\_\_\_, ano.

---

Prof. (Titulação e nome) – Orientador(a)

---

Prof. (Titulação e nome)

---

Prof. (Titulação e nome)

---

Prof. (Titulação e nome) – Coordenador(a) do  
Curso de Agronomia do IFRS – Campus Ibirubá

## **AGRADECIMENTOS**

Sou grata a Deus pela sua presença constante em minha vida. Entendendo que as dificuldades existem para que nos tornemos cada vez mais fortes. Essa perspectiva me inspira a encarar os desafios com coragem e determinação, sabendo que eles me ajudam a crescer e me fortalecem.

À instituição que me acolheu. Ela tornou possível a elaboração do meu trabalho e todas as experiências valiosas que vivi durante minha jornada acadêmica. O ambiente acolhedor e o apoio fornecido foram fundamentais para o meu desenvolvimento.

Agradeço aos professores Anna Carolina Confortin e Rodrigo Luiz Ludwig pela orientação, paciência, suporte e apoio que me proporcionaram durante a elaboração deste trabalho. Sou grata por ter tido a oportunidade de contar com a expertise e a dedicação desses dois profissionais acadêmicos, suas contribuições foram fundamentais para que eu pudesse concluir esta importante etapa da minha jornada acadêmica.

Agradeço aos demais professores e amigos que contribuíram com esse trabalho, sem os quais não seria possível a realização deste trabalho.

“ Ninguém é tão grande que não  
possa aprender, nem tão pequeno  
que não possa ensinar”

Esopo



## RESUMO

Trabalho de Conclusão de Curso  
Curso de Agronomia  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus  
Ibirubá

### FATORES QUE INTERAGEM E AFETAM A PRODUTIVIDADE DA CULTURA CANOLA

AUTOR: LARISSA COSSUL  
ORIENTADOR: PROF.<sup>a</sup> DRA. ANNA CAROLINA CERATO CONFORTIN  
Ibirubá/RS, 27 de Agosto de 2024

A canola, um tipo de planta oleaginosa, foi desenvolvida por um grupo de pesquisadores canadenses em 1974, com o objetivo de promover o melhoramento genético da colza. Esta nova variedade de planta, que se destaca pelas suas qualidades nutricionais superiores, é amplamente utilizada na produção de grãos, óleo comestível, óleo destinado a biocombustíveis e farelo que serve como ração animal. A produtividade da canola é influenciada por diversos fatores, incluindo as condições climáticas, as práticas de manejo adotadas, a presença de polinizadores, as características do solo e a suscetibilidade a doenças. Além disso, a escolha de variedades que sejam adaptadas às condições locais e a implementação de técnicas de manejo sustentável, como as rotações de culturas e a adubação adequada, desempenham um papel crucial na maximização da produção. Este trabalho de revisão bibliográfica foi elaborado com base em uma extensa consulta à literatura já existente, acessada através de plataformas de documentos científicos, como Google Acadêmico, Biblioteca Digital Scielo, Periódicos da Capes, além de livros disponíveis na Biblioteca do IFRS - Campus Ibirubá. Os documentos selecionados foram escolhidos pela sua relevância, passando por um criterioso processo de leitura e análise. Os objetivos deste trabalho de conclusão de curso são claros: contribuir para o desenvolvimento de práticas de manejo que sejam não apenas mais eficazes, mas também sustentáveis. A intenção é aumentar a produção de canola e viabilizá-la como uma alternativa econômica viável para os agricultores brasileiros, promovendo assim um impacto positivo na agricultura local e na economia do país.

**Palavras chave:** Manejo sustentável. Produção de grãos. Siliquis. Polinização.

## **ABSTRACT**

Completion of course work  
Agronomy Course  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus  
Ibirubá

### **FACTORS THAT INTERACT AND AFFECT CANOLA CROP PRODUCTIVITY**

AUTHOR: LARISSA COSSUL  
ADVISOR: PROF.<sup>a</sup> DRA. ANNA CAROLINA CERATO CONFORTIN  
Ibirubá/RS, agosto, 27 2024.

Canola, a type of oilseed plant, was developed by a group of Canadian researchers in 1974, with the aim of promoting the genetic improvement of rapeseed. This new variety of plant, which stands out for its superior nutritional qualities, is widely used in the production of grains, edible oil, oil used in biofuels and bran used as animal feed. Canola productivity is influenced by several factors, including climatic conditions, management practices adopted, the presence of pollinators, soil characteristics and susceptibility to diseases. Furthermore, choosing varieties that are adapted to local conditions and implementing sustainable management techniques, such as crop rotations and adequate fertilization, play a crucial role in maximizing production. This bibliographic review work was prepared based on an extensive consultation of existing literature, accessed through scientific document platforms, such as Google Scholar, Scielo Digital Library, Capes Periodicals, in addition to books available in the IFRS Library - Campus Ibirubá. The selected documents were chosen for their relevance, going through a careful reading and analysis process. The objectives of this course completion work are clear: to contribute to the development of management practices that are not only more effective, but also sustainable. The intention is to increase canola production and make it a viable economic alternative for Brazilian farmers, thus promoting a positive impact on local agriculture and the country's economy.

**Key Words:** Beekeeping. Grain production. Siliques. Pollination.

# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
<b>2 METODOLOGIA</b>	<b>11</b>
2.1 NATUREZA DA PESQUISA	11
<b>3 DESENVOLVIMENTO</b>	<b>12</b>
3.1 CULTURA DA CANOLA	12
3.1.2 FENOLOGIA	14
3.2 ASPECTOS DA BIOLOGIA FLORAL	20
3.3.2 ABELHAS E A POLINIZAÇÃO DA CANOLA	26
3.4 EFEITOS DOS FATORES ECOLÓGICOS	28
3.4.1 TEMPERATURA	28
3.4.2 RADIAÇÃO SOLAR	29
3.4.3 GEADAS	30
3.4.4 RELAÇÕES HÍDRICAS	31
3.4.5 SOLOS	32
3.5 TRATOS CULTURAIS	36
3.5.2 COLHEITA	37
3.5.3 MANEJO DA ÁREA APÓS A COLHEITA	38
<b>4. CONCLUSÃO</b>	<b>39</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>41</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A canola (*Brassica napus* L.) é uma seleção geneticamente modificada da colza, sendo desenvolvida em 1974 por pesquisadores canadenses, devido os níveis de ácido erúxico presentes na colza, que provocam lesões no coração pelo acúmulo de gordura no músculo cardíaco, limitava a adequação para consumo humano e animal, e também glucosinolatos que no farelo afetam o paladar da proteína, provocando rejeição por parte dos animais. Assim, modificações genéticas foram feitas com o objetivo de reduzir os níveis dessas substâncias, permitindo o consumo do óleo extraído das sementes, conhecido como canola óleo, portanto, atualmente apresenta níveis de ácido erúxico inferior a 2%; menos de 30 micromoles de glucosinolatos por grama de matéria seca do grão (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 1999); A canola pertence à família das Brassicaceae e é cultivada em toda a produção de grãos do sul do Brasil (BARNI ET AL., 1985; TOMM, 2007).

A cultura da canola é destinada para produção de grãos, biocombustíveis, óleo comestível e como subproduto do processo da extração do óleo de canola, obtém-se o farelo de canola para ração animal (TOMM et al., 2008). Esta cultura possui grande importância mundial, ocupando a terceira posição da oleaginosa mais produzida, antecedida pela soja e palma dendê (USDA – July 2024). Sua produção, no entanto, ainda é baixa considerada em comparação com outros países, como Canadá e Europa, onde a cultura é amplamente desenvolvida (ESTADOS UNIDOS, 2020). Além disso, a canola é uma excelente alternativa para rotação de culturas com gramíneas e leguminosas, podendo inserir-se adequadamente nos sistemas de cultivo que predominam no Sul do Brasil (DALMAGO et al., 2009).

A compreensão dos fatores que interagem e afetam a produtividade da canola é essencial para otimizar seu cultivo e explorar seu potencial econômico. Diversos fatores influenciam a produtividade da canola, entre eles as condições edafoclimáticas, a época de semeadura e a escolha de genótipos e polinização. Esses fatores podem afetar negativamente a produção de grãos, resultando em um aumento do abortamento de flores, redução da disponibilidade de nutrientes no solo e menor produtividade de sementes (SOUZA et al., 2010).

Estudos indicam que a canola é altamente responsiva às variações climáticas, sendo a temperatura e a umidade apenas determinantes para o seu desenvolvimento Diepenbrock (2000). A escolha do momento adequado para a semeadura pode maximizar a produção, uma vez que a planta apresenta diferentes respostas fenológicas às condições ambientais específicas Rondanini et al. (2012).

A canola possui flores entomófilas capazes de autopolinização e polinização cruzada, embora a fertilização dos seus óvulos geralmente seja resultado da autopolinização, uma vez que, na floração da cultura cada flor produz grande quantidade de pólen (WILLIAMS et al., 1987). A taxa de polinização cruzada em canola varia de acordo com a diversidade de insetos polinizadores, cultivar e condições climáticas (CFIA, 1999).

A eficiência de processos de autopolinização e polinização cruzada para a produção de grãos depende de fatores relacionadas aos organismos reprodutivos da planta (protoginia ou protandria) e às condições ambientais. No entanto, o que se verifica atualmente, é que pouca atenção é dada à biologia floral da cultura, que contribui intensamente com a produção de grãos e frutos por meio da polinização cruzada, realizada por insetos polinizadores, principalmente por abelhas, aumentando assim os índices de produtividade da cultura (Mussury e Fernandez 2000). Desse modo, uma alternativa seria a introdução de colônias de abelhas *Apis mellifera* L. em lavouras de canola para aumentar os seus índices produtivos (ABROL; SHANKAR, 2012). Assim, torna-se possível um aumento na produção de grãos por parte do produtor e, para o apicultor haverá benefícios na produção de mel.

Nesse contexto, a elaboração deste trabalho de conclusão de curso se justifica pela necessidade de compreender como esses fatores interagem e afetam a produtividade da canola. O objetivo é aprofundar o conhecimento sobre a canola, identificando fatores que afetam a produtividade desta cultura, bem como dar destaque às práticas de manejo mais eficazes e sustentáveis, que possam aumentar a produção e viabilizar a canola como uma alternativa econômica para os agricultores brasileiros.

## 2 METODOLOGIA

Este trabalho parte de uma revisão bibliográfica para o tema fatores que interagem e afetam a produtividade da canola. Para confecção deste trabalho, procurou-se selecionar fontes bibliográficas relacionadas ao tema “produtividade canola” em geral. Enfatizou-se também os efeitos da polinização; edafoclimáticos, a época de semeadura, rotação de culturas, adubação e calagem, colheita, manejo pós colheita. Como ferramenta de pesquisa para esta revisão bibliográfica foram utilizadas, as plataformas Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Google Acadêmico, Biblioteca Digital Scielo e livros.

Por se tratar de revisão de literatura narrativa, não foram utilizados critérios sistemáticos para a busca dos artigos e a exposição dos dados e interpretação das informações contidas nos mesmos estão sujeitas à subjetividade da autora. Assim, a revisão foi realizada com ênfase em artigos publicados nos periódicos nacionais e internacionais nos últimos 15 anos. No entanto, publicações anteriores a esse período, com conteúdo inédito na área, livros de referência e literatura cinzenta (boletins, relatórios, teses e dissertações) também foram incluídos na revisão.

Após a seleção do material bibliográfico, as informações foram organizadas em quatro tópicos principais: (1) Cultura da canola; (2) Abelhas e a polinização; (3) Efeitos dos fatores ecológicos; (4) Implantação e tratamentos culturais;

### 2.1 Natureza da pesquisa

O estudo fez uma análise qualitativa, baseada em revisão bibliográfica, exploratória e de natureza narrativa. Segundo Gil (2008), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.

Já a pesquisa narrativa tem como objetivo contribuir para a construção do conhecimento, não apenas informando sobre uma característica, mas também fornecendo insights que podem influenciar práticas e teorias; permite abordar conceitos complexos de maneira mais acessível, possibilitando que os pesquisadores capturem nuances da experiência humana que podem ser perdidas em abordagens quantitativas (referência). Portanto, a pesquisa bibliográfica fornece o embasamento

teórico necessário, enquanto os estudos exploratórios e narrativos permitem entender o conhecimento sobre o tema em questão.

### 3 DESENVOLVIMENTO

#### 3.1 Cultura da canola

A canola é uma planta herbácea, anual, da família das Brassicaceae, pertencente ao gênero *Brassica*. Sua origem está ligada ao cultivo das sementes oleaginosas conhecidas como sementes de colza (*Brassica napus*); A espécie é dividida em duas subespécies: a spp. oleífera e a spp. rapífera. A primeira, spp. oleífera conhecida como canola de primavera é utilizada para a produção de óleo, tanto na indústria de alimentos quanto para a produção de biodiesel, também usado na rotação de culturas e para ração animal. Já a spp. rapífera, canola de inverno, também chamada de nabo sueco, que possui raízes alongadas, e sua parte aérea é utilizada para produção de forragem e ração animal (ANGELOTTI-MENDONÇA, et al., 2016).

Embora o foco principal no Brasil seja a *Brassica napus*, outras espécies de canola como *Brassica rapa* e *Brassica juncea* também são cultivadas em outras partes do mundo. *B. rapa* é utilizada para a produção de nabo e mostarda, enquanto *B. juncea* é conhecida como mostarda indiana e é utilizada tanto para óleo quanto para condimentar planta (QUEIROGA et al., 2023).

No Brasil, cultiva-se apenas canola de primavera, da espécie *Brassica napus* L. ssp. oleífera, devido às condições climáticas que não atendem às exigências de frio permitidas para a vernalização da canola de inverno; ela foi implantada industrialmente em 1974 no Rio Grande do Sul (MENDONÇA et al., 2016; TOMM, 2007).

Os grãos de canola brasileiros contêm aproximadamente 24 a 27% de proteína e 40 a 46% de óleo (TOMM, 2003). Dessa forma, a canola é a terceira oleaginosa mais produzida mundialmente (14,59%), superada apenas pela palma (34,96%) e soja (26,84%) (Foreign Agricultural Service/USDA – July 2024). A produção da canola visa a obtenção de grãos, óleo comestível, óleo para biocombustíveis e produção de farelo

para ração animal para bovinos, suínos, ovinos e aves (MARSARO JÚNIOR et al., 2017).

A produção nacional de grãos de canola é insuficiente em relação à demanda pois atende apenas 30% do consumo, embora a compra de toda a canola produzida no Brasil seja garantida. A produtividade média de grãos de canola no Brasil na safra de 2023 foi de 1591kg por hectare, com uma produção de 146,5 mil toneladas, o que limita a expansão da cultura (CONAB 2024). O maior produtor de óleo de canola é a União Europeia com uma produção de cerca de 35%, seguida pelo Canadá com uma produção de 24% de todo óleo de canola produzido no mundo (USDA – July 2024).

O Brasil tem uma produtividade inexpressiva em todo o mundo, porém os estados brasileiros com as maiores áreas de produção de canola são o Rio Grande do Sul e o Paraná. Em termos de distribuição geográfica do cultivo, o estado do Rio Grande do Sul foi o maior produtor brasileiro com 91 mil hectares em 2023, com uma produtividade de 1591kg/ha e produziu 144,8 mil toneladas de canola (CONAB, 2023). Isso porque nesses estados existem empresas que compram a produção, tornando a atividade lucrativa (TOMM, 2007).

Outro aspecto importante é que a canola se trata de uma espécie de clima temperado, cujo ciclo varia de 107 a 160 dias dependendo de cada cultivar. O zoneamento indica que o clima ideal para o cultivo da canola é semelhante ao exigido para o trigo e cresce bem em baixas temperaturas.

Com relação ao período de semeadura indicado, de acordo com as portarias elaboradas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) é de 11 de abril a 16 de junho para o estado do Rio Grande do Sul; 21 de março a 30 de setembro para o estado de Santa Catarina; 01 de março a 31 de maio para Paraná; 01 de fevereiro a 30 de abril para Mato Grosso do Sul; 01 de março a 20 de maio para São Paulo e 01 de fevereiro a 10 de março para o estado de Goiás (MAPA, 2023). Isso com base em anos aonde as zonas climáticas estejam favoráveis ao seu período correto de semeadura, porém pode acontecer adversidades e fugir um pouco da janela de semeadura prevista.

Diante do exposto, a canola é uma oleaginosa de grande importância econômica e, no Brasil, apresenta-se como uma cultura promissora que oferece inúmeras vantagens ao produtor, pois não compete com a soja e o milho. O cultivo de canola no sul do país tem sido utilizado para diversos fins na agricultura brasileira,

principalmente para viabilizar a rotação de culturas de milho, soja, trigo e feijão, para aumentar a produtividade e a qualidade desses grãos, por meio do controle de doenças e do aproveitamento de nutrientes. Além disso, representa uma boa fonte de biomassa para o solo, além de promover a descompactação do solo e favorecer a fixação biológica de nitrogênio (ESTEVEZ et al., 2014).

Em suma, a canola se apresenta como uma alternativa viável e promissora para os sistemas de produção agrícola no Brasil, trazendo benefícios agrônômicos e econômicos aos produtores que optam por sua inclusão em seus lavouras.

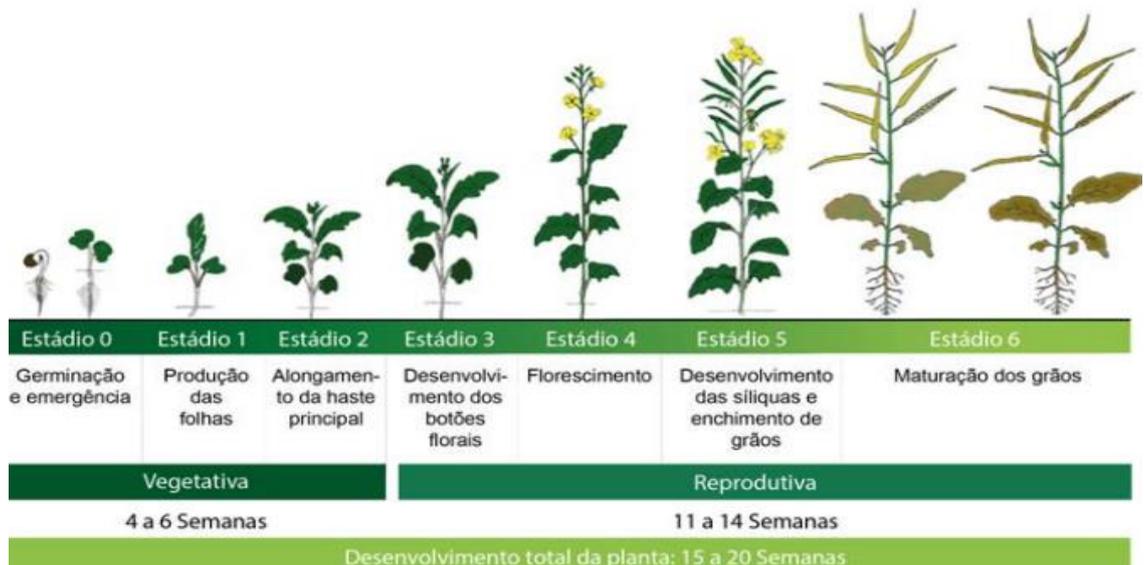
### 3.1.2 Fenologia

A fenologia das plantas refere-se ao estudo das diferentes fases e atividades do ciclo de vida das espécies, bem como à sua ocorrência temporal em relação às forças seletivas bióticas e abióticas. Esse estudo é fundamental para entender os padrões vegetativos e reprodutivos das plantas (GUIMARÃES et al., 2020).

Os estádios fenológicos da canola ( *Brassica napus* ) abrangem diversas fases de desenvolvimento, desde a germinação até a maturação dos grãos. A duração de cada estágio é influenciada pela cultivar utilizada e pelas condições ambientais, como temperatura do ar, fotoperíodo e disponibilidade hídrica (THOMAS, 2003).

O ciclo de desenvolvimento da canola é dividido em sete estádios fenológicos: germinação e emergência das plântulas, produção de folhas, alongamento do caule principal, desenvolvimento dos botões florais, florescimento, desenvolvimento das síliquas e enchimento dos grãos, culminando na maturação dos grãos (EDWARDS; HERTEL, 2011; Figura 1).

**Figura 1.** Estádios de desenvolvimento da canola.



Fonte: Citado por Edwards e Hertel (2011) e Meier, U. (2018).

A fase vegetativa da canola começa com a germinação das sementes, momento em que ocorre a absorção de água e o início de processos bioquímicos. Essa fase é influenciada principalmente pela profundidade de semeadura, umidade e temperatura do solo. Em seguida, ocorre a emergência das plântulas, com os cotilédones se elevando acima da superfície do solo (Figura 2) e o desenvolvimento do ponto de crescimento. Durante essa fase, as plantas são especialmente vulneráveis ao ataque de insetos (EDWARDS; HERTEL, 2011).

**Figura 2.** Plântulas de canola com a exposição dos cotilédones acima do solo.



Foto: Meier, U. (2018). Página 25; livro sistema produtivo da canola 2023;

O Estádio 1, que corresponde à produção das folhas (Figura 3), ocorre cerca de uma semana após a emergência das plântulas, quando a primeira folha se desenvolve (TOMM et al., 2009).

**Figura 3.** Produção das folhas de canola até o estágio de quatro folhas verdadeiras.



Foto: Cíntia Gonçalves Guimarães. Página 26. livro sistema produtivo da canola 2023;

A fase reprodutiva da canola, correspondente ao Estádio 3, começa quando cessa a formação de folhas e ocorre a emissão dos botões florais (Figura 4). O florescimento se inicia com a abertura da primeira flor na base do caule principal e prossegue em direção ao ápice, o mesmo acontecendo nos ramos secundários. As flores permaneceram receptivas ao pólen por até três dias após a abertura (THOMAS, 2003; Figura 5). A duração do Estádio 4, florescimento, é influenciada pela cultivar e pela umidade do solo, podendo se estender de 26 a 30 dias (EDWARDS; HERTEL, 2011). No entanto, em variedades de ciclo longo, o florescimento pode durar 45 dias ou mais, o que pode compensar eventuais condições térmicas ou hídricas desfavoráveis ao desenvolvimento das flores ou das sementes (TOMM, 2007).

**Figura 4.** Botões de flores individuais visíveis, mas fechados.



Foto: Meier, U. (2018). Página 28; livro sistema produtivo da canola 2023;

**Figura 5.** a) Fase inicial de florescimento da canola; b) Florescimento em declínio (fase final de floração). A maioria das pétalas caiu enquanto muitas síliquas atingiram o tamanho final.



Fotos: Meier, U. (2018). Página 29; livro sistema produtivo da canola 2023;

O estágio final do desenvolvimento da canola é caracterizado pela formação das síliquas, que ocorre juntamente com o desenvolvimento e a maturação dos grãos. O aparecimento das síliquas (Figura 6) no Estádio 5 acontece após a fertilização da flor e geralmente coincide com a fase de florescimento. Como as plantas de canola têm crescimento indeterminado, é possível que vários estádios de desenvolvimento ocorram simultaneamente (GUIMARÃES et al., 2022).

**Figura 6.** Plantas de canola com síliquas verdes.



Foto: Cíntia Gonçalves Guimarães. Página 30, livro sistema produtivo da canola 2023;

O desenvolvimento dos grãos de canola começa antes que as síliquas atinjam seu comprimento total. A fase final é o desenvolvimento da semente que inicialmente apresenta uma coloração translúcida e úmida. Em seguida, a cor muda para verde claro, depois para verde escuro, e, ao final da maturação, os grãos tornam-se marrons ou pretos e duras (EDWARDS; HERTEL, 2011), conforme ilustrado na Figura 7. É durante essa fase que a canola atinge a maturidade fisiológica, momento em que ocorre a colheita.

**Figura 7.** Mudança de cor nos grãos de canola, em decorrência da maturação.



Fotos: Lowan Turton e Michel Dignand e Meier, U. (2018). Página 30; livro sistema produtivo da canola 2023;

No Estádio 6, o enchimento dos grãos de canola é considerado completo entre 35 e 45 dias após a floração. As sementes, que apresentam coloração verde firme, contém reservas adequadas de óleo e proteína para sustentar a germinação e o crescimento das plântulas. Durante esse período, os caules e frutos começam a amarelar e tornam-se progressivamente quebradiços (Figura 8). A umidade das sementes diminui rapidamente, podendo perder mais de 2% ao dia, dependendo das condições de cultivo. Aproximadamente 40 a 60 dias após a primeira flor, ou 25 a 45 dias após o término da garantia, as sementes nas síliquas inferiores serão totalmente maduras e mudarão de cor.

Devido à maturação desuniforme e à deiscência natural, é importante tomar precauções para minimizar perdas de grãos antes e durante a colheita. O uso de adesivos pode ser recomendado para reduzir os danos causados pela abertura das

síliquas. Diferentes técnicas de colheita da canola serão discutidas posteriormente (GUIMARÃES et al., 2020).

**Figura 8.** Plantas de canola com caules e frutos amarelados.



Foto: Erina Vitória Rodrigues. Página 24; livro sistema produtivo da canola 2023;

Assim, o estudo da fenologia não apenas contribui para a maximização da produtividade agrícola, mas também para a sustentabilidade das práticas agrícolas, ao promover um melhor entendimento das necessidades das plantas em cada fase do seu desenvolvimento.

### 3.2 Aspectos da biologia floral

As flores de *B. napus* são bissexuais, possuem quatro sépalas, pétalas dispostas em cruz e quatro estames longos e dois curtos na mesma flor, com inflorescências terminais, que florescem de baixo para cima e na planta desde a base até o ápice; sua inflorescência é do tipo racemo, ou seja, os pedicelos das flores ficam distribuídos em diferentes alturas da mesma haste floral (Wang et al. 2009; Figura 9).

**Figura 9:** Racemo florido de canola.



Foto: Brian Weir. Página 16; livro sistema produtivo da canola 2023;

As pétalas são amarelas, o que as torna atrativas visualmente aos animais polinizadores. Possuem sistema radicular pivotante, com ramificação lateral significativa. O caule é herbáceo, ereto, com porte variável de 0,5 a 1,7 m (Figura 10). As folhas inferiores da planta são pecioladas e formam a roseta. A produção das folhas normalmente ocorre com uma taxa média de uma folha a cada período de 7 a 10 dias (EDWARDS; HERTEL, 2011).

Após a elongação do caule, as folhas emitidas são lanceoladas e abraçam parcialmente a haste. A altura da planta da canola varia entre 70 e 170 cm, dependendo da variedade e das condições ambientais (FREE, 1993;).

**Figura 10. Canola (*Brassica napus ssp. oleifera*):** A, B - Planta; C- Parte do ramo com síliquas. **Legendas:** 1 - Flor, esquemática; 2 - Parte lateral da flor com pétalas e sépalas; 3 - Parte interna da flor; 4 - Estames; 5 - Grãos de pólen; 6 - Síliqua partida com sementes; 7 - Sementes; 8, 9, 10 - Sementes sem tegumento.



**Fonte:** Walther Otto Müller - Lista delmagens de Koehler, Plantas Mediciniais de Koehler (1897).  
Página 14 do livro sistema produtivo da canola 2023;

Há também nectários localizados no centro da flor, dois entre o ovário e os dois estames curtos, e dois entre os dois estames longos e as pétalas (MUSSURY; FERNANDES, 2000). A antese das flores de canola pode ocorrer a qualquer momento do dia, mas geralmente ocorre no início da manhã, por volta das 9h, quando a maior parte delas já está aberta. As flores permanecem abertas por até três dias, sendo que à noite elas se fecham parcialmente e a abertura ocorre novamente na manhã seguinte. A floração, que se estende de 22 a 45 dias, depende das condições meteorológicas (FREE, 1993) e também dependendo a cultivar utilizada. Por exemplo, quando o tempo está frio e úmido, as flores ficam abertas por mais tempo em relação aos dias mais quentes e secos (WILLIAMS, 1985).

O gineceu é formado pelos pistilos. As flores de canola possuem pistilos, que são divididos em três partes: estigma, estilete e ovário. No estigma, os grãos de pólen germinam após serem reconhecidos (Free, 1993). O estilete tem a função de conectar o estigma ao ovário, e ajuda a guiar as células secretoras do tubo polínico, por onde o material genético do grão de pólen vai passar para chegar ao óvulo. Já o ovário, o qual abriga os óvulos, sendo, em média, em número de 28 por flor de canola (RAVEN et al., 2014).

A biologia floral das flores de canola varia com a espécie e o clima, mas essa mudança ocorre principalmente na vida da flor e na duração de seu estágio. Tudo começa com os botões das flores, e a fase em que esses botões ainda estão fechados é chamada de prefloração. Quando esses botões estão parcialmente abertos, seus estigmas ainda são receptivos, ou seja, mesmo que aceitem grãos de pólen, não podem fornecer condições para que seus óvulos sejam fertilizados. As anteras estão voltadas para o interior da flor, em direção ao estigma (WITTER et al., 2014).

Quando as pétalas estão totalmente abertas, o estigma já é aceitável, por isso, se aceitar grãos de pólen, vai permitir a germinação. Durante este tempo, as anteras já estão abertas e o pólen está disponível, em vez de ficarem voltadas para o interior da flor, as anteras agora estão voltadas para o exterior da flor e voltam-se para as pétalas. À medida que a flor envelhece, a altura do pistilo aumenta, ultrapassando o longo estame. Quando a flor atinge a senescência o estigma não está mais receptivo, há pouca disponibilidade de pólen e as pétalas caem (WITTER et al., 2014).

Após a polinização e fecundação, a flor permanece parcialmente fechada e as pétalas começam a desprender-se (2 a 3 dias após a abertura da flor). Porém mesmo com uma grande deposição de pólen sobre o estigma, uma polinização incompleta pode acontecer. Em canola, normalmente, 30% dos óvulos são estéreis pela ausência de sacos embrionários completos na abertura da flor (Figura 11). Assim, com uma menor proporção de óvulos com sacos embrionários completos, originará uma não fertilização de todos os óvulos da flor e, conseqüentemente, em um menor número de sementes por síliqua.

**Figura 11.** Sementes de canola de *Brassica napus*.



Foto: Kristen (2013). Página 19; livro sistema produtivo da canola 2023;

Os frutos alongados são chamados de síliquas com cerca de 6 cm de comprimento e com fissuras longitudinais, por onde as sementes (de 20 a 30/síliqua) são fáceis de cair quando maduras (WANG et al., 2009). Além disso, o comprimento das síliquas, assim como o número de grãos, varia com o cultivar. As sementes de canola muito pequenas e sensíveis, às adversidades do ambiente desde a semeadura até a emergência. As sementes maduras têm coloração marrom escuro/ preto, e medem cerca de 1 a 2 mm de diâmetro (GARCÍA, 2007).

Os aspectos da biologia floral são fundamentais para a compreensão dos processos reprodutivos das plantas, incluindo a polinização, a fertilização e a formação de frutos e sementes. A estrutura das flores, suas adaptações e interações com polinizadores desempenham um papel crucial na biodiversidade e na produção agrícola. Além disso, o estudo da biologia floral permite o aprimoramento de técnicas de cultivo e manejo, contribuindo para a eficiência na reprodução das plantas e, conseqüentemente, para a sustentabilidade dos ecossistemas.

### 3.3 POLINIZAÇÃO

#### 3.3.1 Polinização e sistema reprodutivo

A canola é considerada uma planta autopolinizadora porém estudos mostram que com a polinização acontece por vários polinizadores, que podem ser abióticos ou bióticos.

A polinização é o transporte dos grãos de pólen da antera para o estigma. É dividida em dois tipos: autopolinização quando o pólen é transferido do estigma de uma flor para a antera da mesma flor ou entre flores do mesmo indivíduo. Xenogamia

ou polinização cruzada (quando a polinização ocorre entre flores de diferentes indivíduos). (MUSSURY; FERNANDES 2000).

O agente não abiótico pode ser, por exemplo, água ou vento. Por outro lado, os agentes bióticos são animais como pássaros e insetos, que são atraídos pelas flores, geralmente em busca de alimento.

É com a polinização que se inicia o processo de reprodução das plantas. Após o depósito dos grãos de pólen no estigma receptivo, eles germinam. A germinação é o processo de crescimento do tubo polínico, o qual cresce dentro do estilete em direção ao ovário. No ovário, o tubo polínico penetra em um óvulo e o material genético do grão de pólen se une com o material genético do óvulo, ocorrendo a fecundação. Dessa maneira, o tubo polínico serve como meio de transporte do material genético do grão de pólen, que permanece no estigma, para o óvulo. Após a fecundação os óvulos se transformam em sementes e estimulam o crescimento do ovário, que se transforma em fruto. Na canola esse fruto é chamado de síliqua (WITTER, S.; NUNES, P.S.; BLOCHTEIN, B; 2014).

O sistema reprodutivo de uma planta se refere ao tipo de polinização (hibridização) de que ela precisa para produzir frutos. Devido a diversos mecanismos genéticos de autoincompatibilidade, a autopolinização de algumas espécies de plantas não leva à formação de frutos. Esses mecanismos evitam a germinação ou o crescimento de tubos polínicos e até causam o aborto das sementes. Alguns exemplos de espécies auto incompatíveis são a maçã e o maracujá, em que a polinização cruzada é obrigatória para a produção de sementes e frutos. Mas algumas espécies de plantas mostram autocompatibilidade de modo que a autopolinização produz sementes e frutos. A canola é autocompatível, portanto, tanto a autopolinização quanto a polinização cruzada produzirão frutos e sementes (MUSSURY; FERNANDES 2000).

As flores tendem a se autopolinizar mais facilmente no início do período de floração. Nesse momento, as anteras ainda estão voltadas para o interior da flor e o estigma está abaixo delas, o que faz com que o pólen caia sobre o estigma. Quando

a altura do estigma ultrapassa a altura da antera, não é mais possível deixar o pólen da própria flor cair sobre ela.

### 3.3.2 Abelhas e a polinização da Canola

Os insetos são importantes na polinização de diversas culturas, entre eles, a abelha *Apis mellifera L.* se destaca por afetar diretamente a produtividade da canola, ou seja, a qualidade e a quantidade dos grãos formados (WITTER et al., 2014). As abelhas são as mais importantes e, economicamente, as mais valiosas polinizadoras em todo o mundo. Além de contribuir para a preservação dos ecossistemas, a polinização por abelhas é uma alternativa importante para a melhoria da produtividade das culturas, favorecendo o aumento do peso e o tamanho dos grãos colhidos, principalmente na produção de frutos e sementes. Sendo assim, a *Apis mellifera L.* é considerada um dos visitantes florais mais importantes para polinização da *B. napus* (ROSA et al., 2011).

Os apicultores têm levado colmeias de abelhas, principalmente da espécie *Apis mellifera*, para lavouras de canola na fase de florescimento da cultura. A canola, que na Região Sul do Brasil floresce no inverno, tem sido uma importante fonte de recurso floral para as abelhas, já que nesse período há escassez de florada. Os apicultores, além de visar a produção de mel, relatam que as flores de canola fornecem uma alimentação nutritiva para as abelhas, garantindo o fortalecimento das colônias (MARSARO JÚNIOR et al., 2017). No entanto, globalmente, o valor dos serviços de polinização prestados por *A. mellifera* é de 153 bilhões de euros, o que equivale a 9,5% do valor da produção agrícola em 2005 (WITTER et al., 2014).

Nos trabalhos desenvolvidos por Mussury; Fernandes (2000) os autores demonstraram aumento de 31,9% de sementes por planta em condições de polinização natural, quando comparado às condições de autogamia. Com relação ao peso médio da semente, Adegas; Nogueira-couto (1992) encontraram um aumento de 34,5% e 19,2%, respectivamente, na comparação de plantas polinizadas por abelhas e às plantas sem qualquer influência de insetos (ROSA et al., 2011).

Os insetos são importantes para a polinização de várias culturas, incluindo a canola, porque afetam diretamente a produtividade, ou seja, a qualidade e a quantidade dos grãos formados. Entre os insetos, as abelhas são as polinizadoras

mais eficazes da canola. Além de contribuir para a preservação dos ecossistemas, a polinização por abelhas é uma alternativa importante para a melhoria da produtividade das culturas, favorecendo o aumento do peso e do tamanho dos grãos colhidos, principalmente na produção de frutos e sementes (WITTER et al., 2014).

As abelhas *A. mellifera* L. são polinizadoras eficazes de grande parte de espécies de plantas, por sua espécie ser doméstica, isso facilita o domínio com as técnicas de criação, assim sendo muito utilizadas na polinização de diferentes culturas agrícolas (ABROL, 2007). Estas abelhas são os principais polinizadores da canola (ROSA et al., 2011) e, são espécies exóticas da Europa e da África, que foram espalhadas por todo o mundo. Sua presença na cultura causa efeitos positivos sobre a produtividade e qualidade dos grãos (ADEGAS; NOGUEIRA-COUTO, 1992; STANLEY et al., 2013; CHAMBÓ et al., 2014). Os efeitos gerados pela polinização vão depender de vários fatores, entre eles, época de semeadura, cultivar utilizada e as condições climáticas (CHAMBÓ et al., 2014).

A polinização por insetos em canola pode levar à maior produção de sementes, melhorando o rendimento e contribuindo para a homogeneidade e estabelecimento inicial das síliquas, assim são necessárias pelo menos três colônias por hectare para aumentarem os níveis de produtividade (SABBAHI et al. 2005, ROSA et al. 2011). No entanto, a eficácia ou não do processo de polinização entomófila (insetos) depende de vários fatores, principalmente das condições climáticas, pois afeta a cultura e os polinizadores (ABROL 2007). Já o efeito sobre a produtividade da canola é dependente da cultivar, bem como a capacidade de compensação da cultura (FREE 1993).

As diferentes respostas das cultivares à polinização podem ser observadas em diversas pesquisas, como CHAMBÓ et al. (2014) observaram que o cultivar Hyola 433 apresentou maior número de síliquas por planta, em comparação ao Hyola 61, as duas cultivares polinizadas por *A. mellifera*. Chambó et al. (2014) observaram também um aumento de 44,47% no número de grãos por síliquas, em plantas do híbrido Hyola 61, polinizadas por abelhas *A. mellifera*, comparado com as plantas que realizaram somente a autopolinização.

A estrutura da paisagem pode caracterizar a diversidade e grandeza de habitats favoráveis à construção de ninhos dos polinizadores, assim como a quantidade destes

no local (KENNEDY et al., 2013). KLEIN et al. (2007) verificou na cultura de canola que quanto mais próximo de remanescentes florestais, maior é a produção de grãos, dos mesmos. Portanto, para maiores rendimentos das lavouras dependem da presença de polinizadores, principalmente abelhas, e a presença de polinizadores nas lavouras depende da qualidade da área que cerca as plantações.

A polinização é um processo vital para a reprodução das plantas, desempenhando um papel crucial na produção de frutos e sementes. Portanto, a conservação dos polinizadores e a promoção de práticas agrícolas sustentáveis são essenciais para garantir a continuidade da polinização e, conseqüentemente, a segurança alimentar global. Em resumo, o manejo adequado de agrotóxicos em áreas com abelhas requer uma abordagem integrada, envolvendo capacitação, adoção de boas práticas, formalização de acordos e atualização da legislação.

Somente com esforços conjuntos entre produtores, apicultores, órgãos públicos e pesquisadores será possível garantir a coexistência sustentável entre a agricultura e a apicultura no Brasil.

### 3.4 EFEITOS DOS FATORES ECOLÓGICOS

#### 3.4.1 Temperatura

A canola do Brasil, é altamente suscetível à temperatura do ar, sendo este o fator ambiental que regula o desenvolvimento da planta. É uma planta que necessita chuvas regulares ao decorrer do seu período de crescimento, e se adapta bem a condições amenas. As regiões mais propícias para o cultivo da canola são aquelas em que a temperatura média é de 20°C durante o seu ciclo, sendo que temperaturas abaixo de 5°C causam o bloqueio da germinação e emergência de plântulas (THOMAS, 2003).

Durante o período de floração, altas temperaturas, acima de 27°C, são prejudiciais, podendo resultar em esterilidade floral, com conseqüente perda da produtividade de grãos em canola (MORRISON; STEWART, 2002). Altas temperaturas na pré-antese podem causar a esterilidade do grão de pólen e, na antese, crescimento retardado do tubo polínico, o que ocasiona menores rendimentos (PRASAD et al., 2001). Essas condições, quando aliadas ao déficit hídrico, ocasionam

o abortamento das síliquas, resultando em uma redução de até 50% do rendimento de grãos, sendo essas causas as maiores perdas da produção (WALTON et al., 1999).

Em relação a temperatura, MORRISON (1993), encontrou sérios danos na flor de canola quando a temperatura do ar atingiu 29,5°C. Durante o enchimento dos grãos a canola é mais tolerante às elevadas temperaturas, mas após a antese este fator pode desencadear perdas de até 289 kg ha<sup>-1</sup>, para cada 1°C de aumento na temperatura (THOMAS, 2003)

### 3.4.2 Radiação solar

Quando as condições de água e nutrientes não são restritas, a radiação solar é o principal recurso que determina o crescimento e a produtividade da cultura. A interceptação e aproveitamento desta fonte é realizada através das folhas das plantas. A estrutura do dossel é essencial para essa interceptação. A taxa de interceptação da radiação solar no estágio inicial de desenvolvimento da planta é baixa, e a eficiência é mais alta perto do período de floração (TESFAMARIAM, 2004). Porém a canola não é sensível ao excesso de radiação solar, conforme resultados experimentais apresentados por TOOM et al. (2008), para a região nordeste do Estado da Paraíba.

A radiação incidente é um fator relacionado à distância entre as plantas, para a canola, pois quanto menor a distância, cerca de 120 plantas por metro quadrado, as plantas crescem mais, mas a produção de sementes é menor. Nesse caso, há muita competição entre as plantas pela radiação incidente, reduzindo a produção de sementes por planta e gerando possíveis problemas de supercrescimento de plantas, como acamamento. Um espaçamento entre plantas de aproximadamente 80 plantas por metro quadrado é onde a produtividade máxima foi alcançada (MELGAREJO et al. 2014).

MELGAREJO et al. (2014) mencionam que a redução do volume de precipitações associada ao aumento da radiação solar e da temperatura durante o cultivo da canola, afetam negativamente a produtividade.

### 3.4.3 Geadas

A geada é o fenômeno meteorológico mais prejudicial para a canola na fase de muda, podendo também causar danos se ocorrer durante a floração, causando perda de produtividade de sementes por reduzir o número de vagens por planta e menos sementes por vagem com ou deterioração completa da produção da planta. (ANGELOTTI-MENDONÇA, et al., 2016). O dano é mais severo, com a morte da planta quando ocorrem geadas no período de frio (pelo menos três dias) anterior, o que se chama de aclimatação. A aclimatação torna as plantas de canola mais resistentes às geadas, reduzindo ou até prevenindo os danos, dependendo da intensidade das geadas. (DALMAGO et al. 2010).

A canola é suscetível à geada somente até 30 dias após a germinação da planta e durante a floração. Durante o crescimento da planta, em geadas moderadas a  $-3^{\circ}\text{C}$ , as plantas regeneram, mas quando a temperatura atingiu  $6^{\circ}\text{C}$ , as plantas foram completamente perdidas (DALMAGO et al., 2007a; DALMAGO et al., 2007b).

Durante a floração, a geada faz com que as flores murchem, ocorrendo o abortamento das flores, mas o efeito no rendimento de grãos é menor. Como a canola tem um longo período de floração, qualquer geada no início da floração não afetará muito a produção. Porém, se as geadas ocorrerem no final da floração e no início do enchimento dos grãos, as perdas são muito maiores porque os grãos estão na fase láctea, com alto teor de água. Após esse período, quase não afeta mais sua produção (THOMAS, 2003).

É muito importante monitorar se há previsão de geada próxima à data de semeadura, pois pode ocorrer enfraquecimento ou até mesmo morte das plantas durante o período de emergência (DIAS, 1992). Por outro lado, no extremo norte do Rio Grande do Sul, na região de Vacaria, que apresenta altitude acima de 800m, o período de geada é mais longo e a temperatura é mais baixa. Nesta região, experiências observadas em lavouras desde 1994, sugerem que a semeadura deve ser realizada logo após a colheita das culturas de verão colhidas mais cedo. Pega a indicação pelo ZARC. Dessa forma, os híbridos de ciclo e período de floração mais longo apresentam maior capacidade para compensar danos de geada (TOMM, 2007).

#### 3.4.4 Relações Hídricas

A canola é uma espécie sensível ao déficit hídrico durante as fases de floração e enchimento de grãos, diminuindo seu período vegetativo (BILIBIO et al.,2011). SOUZA et al. (2010) concluíram que a diminuição da precipitação promove redução do desenvolvimento da planta e redução da produção, podendo chegar até a não se obter êxito na germinação.

A evapotranspiração média da canola no Rio Grande do Sul é de 1,87 mm dia<sup>-1</sup> com valor máximo de 2,8 mm dia<sup>-1</sup>. Assim indicando uma necessidade hídrica em torno de 310 mm durante o ciclo da canola (WESTPHALEN; BERGAMASCHI (1982).

As necessidades de água da canola são dependentes da variedade usada, mas são muito semelhantes às culturas de inverno, como trigo, aveia e cevada. No entanto, em comparação com essas, a canola tem perdas significativas de rendimento quando a disponibilidade de água é semelhante, devido à maior necessidade de água. A falta de água durante o cultivo da canola tem efeito negativo na floração e na formação de síliquas e grãos, sendo que a principal consequência da falta de água no período de formação da semente é o corte síliquas (MENDONÇA et al. (2016).

A canola se desenvolve melhor em solos profundos, bem drenados (DIAS, 1992), mas que apresentem, pelo menos, capacidade de água disponível de 70 mm de água, na zona radicular (CARMODY; WALTON, 1998). Não é recomendado semear a canola em solo seco, a menos que haja previsão de chuva logo após. Assim, em áreas secas é recomendado utilizar variedades mais precoces. As raízes da canola podem atingir de 90 a 190 cm de profundidade, com média de 140 cm, sendo 85% da profundidade máxima atingida até o florescimento. Ainda, a canola é sensível ao déficit hídrico em todas as fases do seu desenvolvimento, conseqüentemente a irrigação é um fator que irá determinar um aumento do rendimento de grãos (THOMAS (2003).

SANCHES et al. (2014) estudando a influência da irrigação na cultura da canola, observaram uma redução de 57% na produtividade de grãos quando não utilizou a irrigação, destacando dessa forma a importância da condição hídrica para esta cultura. Com uma umidade do solo adequada ocorrerá o crescimento do sistema radicular e área foliar, ajudando a permanência das folhas por mais tempo.

É importante ressaltar que o excesso hídrico não é algo positivo, principalmente durante o início da cultura e no florescimento, pois a canola não tolera solos

encharcados, diminuindo assim, o crescimento e o rendimento de grãos. No florescimento da canola, mesmo quando as condições de encharcamento prevalecem por apenas três dias, isso reduz o número de síliquas por ramo e o número de grãos por síliqua (THOMAS, 2003). As perdas de rendimento, causadas por solos encharcados, podem chegar a 50% em relação à condição de solo bem drenado. Por isso, é importante lembrar que a semeadura da canola não deve ser feita em áreas com excesso de umidade no solo (CARMODY; WALTON, 1998).

Portanto, o manejo adequado com os interperes climáticos, incluindo a seleção de épocas e locais de semadura, é crucial para maximizar o potencial produtivo da canola e garantir o sucesso do cultivo em diferentes regiões do país.

#### 3.4.5 Solos

O solo utilizado para o cultivo da canola deve ser bem drenado e não compactado. O pH do solo deve ser superior a 5,5. Deve-se evitar áreas de semeadura onde a canola tenha sido semeada por pelo menos dois anos, já que podem abrigar doenças como a canela-preta e a esclerotínia (DIAS, 1992).

Deve-se planejar a rotação, mas sempre lembrando que se deve esperar 20 dias entre a colheita de canola e a semeadura de soja ou de milho para permitir a degradação de compostos alelopáticos presentes na biomassa de canola (TOMM et al., 2009).

A demanda de macronutrientes pela planta de canola consta na tabela 1, e o teor dos grãos em comparação com o trigo consta na tabela 2. Já a diferença entre os valores da tabela um e três é a quantidade aproximada de nutrientes que permanece na palha da canola, verificando-se assim uma alta demanda de Potássio (K) pela planta, mas teor baixo no grão.

**Tabela 1.** Quantidade aproximada de macronutrientes (kg) absorvidos pela planta de canola para a produção de 1 tonelada de grãos.

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S
80	34	114	21

Fonte: Halliday et al., 1992.

**Tabela 2.** Quantidade de macronutrientes (kg) absorvidos pela planta de trigo para a produção de 3t de grãos.

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S
100 – 110	34 – 46	60 - 72	12 - 15

Fonte: (Halliday et al., 1992).

**Tabela 3.** Quantidade aproximada de nutrientes contidos em (Kg) em uma tonelada de grãos de canola, e trigo.

Cultura	Nitrogênio (N)	Fósforo (P)	Potássio (K <sub>2</sub> O)	Enxofre (S)
Canola	40	15	9	7
Trigo	22	10	6	4

Fonte: (Halliday et al., 1992), e trigo (Manual..., 2016).

A canola utilizada como rotação de culturas acumula mais nutrientes que o trigo, pois na palha deixada na colheita é encontrado cerca de 40% de nitrogênio, 30% de fósforo, 85% de potássio, assim essa ciclagem de nutrientes proporciona para a cultura subsequente mais vantagens do que a cultura do trigo (ANGELOTTI-MENDONÇA, et al., 2016).

A canola tem grandes necessidades de fertilização com nitrogênio (N) e enxofre (S) porque suas sementes contêm óleo de alta qualidade e alto teor de proteína. Por isso, frequentemente ocorre deficiência destes dois nutrientes em solos que apresentam acidez ou baixo teor de matéria orgânica. A fase ideal para adubação nitrogenada em cobertura deve ser realizada quando a planta estiver com quatro folhas verdadeiras (estádio 3) (TOMM et al., 2009; Figura 12).

**Figura 12.** Planta de canola com quatro folhas verdadeiras (estádio 3), fase ideal para adubação nitrogenada em cobertura.



Foto: Cíntia Gonçalves Guimarães. Página 26; livro sistema produtivo da canola 2023;

Para canola, a proporção entre os nutrientes disponíveis é importante para obter elevada produtividade. O ajuste da dose de nitrogênio deve ser feito em função do teor de matéria orgânica no solo. (Tabela 4.)

**Tabela 4:** Adubação com nitrogênio sugerida para a cultura da canola para expectativa de rendimento de grãos de até 1.500 kg ha<sup>-1</sup>.

TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA NO SOLO (%)	NITROGÊNIO (KG DE N HA <sup>-1</sup> )
≤ 2,5	60
2,6 - 5,0	40
> 5,0	≤ 30

Para expectativa de rendimento maior do que 1,5 t/ha, acrescentar aos valores da tabela 20 kg de N/ha, por tonelada de grãos a serem produzidos.

**Fonte:** (Manual..., 2016).

**Tabela 5:** Concentração de nutrientes em fertilizantes nitrogenados.

<b>Fertilizante</b>	<b>Nitrogênio (%)</b>	<b>Enxofre (%)</b>
<b>Uréia</b>	45	0
<b>Sulfato de amônio</b>	20	22 a 24
<b>Nitrato de amônio</b>	32	0

Fonte: (Manual..., 2016).

Se a análise do solo demonstrar deficiência de Enxofre (S), é recomendado aplicar gesso agrícola alguns dias antes da semeadura e sulfato de amônio como adubação de cobertura, pois, pode suprir a demanda de enxofre da planta.

Em áreas que apresentam elevados rendimentos de grãos de soja e de milho para os padrões da região, não têm sido observadas deficiências de fósforo e de potássio em canola. A tabela 5 apresenta as recomendações de Fósforo ( $P_2O_5$ ) e de Potássio ( $K_2O$ ) para a cultura.

**Tabela 6:** Adubação com fósforo e potássio para a cultura da canola (SBCS, 2016).

<b>Interpretação do teor de P ou de k no solo</b>	<b>Fósforo por cultivo kg de <math>P_2O_5</math>/ha</b>		<b>Potássio por cultivo (kg de <math>k_2O</math>/ha)</b>	
	<b>1°</b>	<b>2°</b>	<b>1°</b>	<b>2°</b>
<b>Muito baixo</b>	140	80	105	65
<b>Baixo</b>	80	60	65	45
<b>Médio</b>	70	30	55	25
<b>Alto</b>	30	30	25	25
<b>Muito alto</b>	0	≤30	0	≤25

Para expectativa de rendimento de grãos maior que 1.500 kg/ha, acrescentar aos valores da tabela, 20 kg de  $P_2O_5$ /ha e 15 kg de  $K_2O$ /ha, por tonelada adicional de grãos.

Fonte: (Manual...2016).

Em função de obter o teor satisfatório de micronutrientes no solo, não há necessidade de aplicar esses nutrientes especificamente para a cultura da canola no Rio Grande do Sul. A decisão, no entanto, deve ser tomada com base na análise do solo (EMBRAPA TRIGO, 2009).

Portanto, uma escolha criteriosa do solo, considerando suas características físicas, químicas e o histórico de cultivo, é fundamental para o bom desenvolvimento da canola e a obtenção de altas produtividades.

### 3.5 TRATOS CULTURAIS

#### 3.5.1 DENSIDADE DE SEMEADURA E PROFUNDIDADE

A densidade de semeadura e a profundidade de plantio são fatores cruciais para o sucesso da cultura da canola. A densidade de semeadura, que se refere ao número de plantas por metro quadrado, influencia diretamente o rendimento da cultura. Estudos indicam que a densidade ideal para uma canola varia entre 40 a 160 plantas por metro quadrado, dependendo das condições específicas de cultivo e do espaçamento entre linhas. Um espaçamento de 17 cm entre as linhas tem resultados superiores em termos de produtividade, enquanto espaçamentos maiores podem resultar em menor rendimento devido à competição entre as plantas e à emergência de plantas (GUIMARÃES et al., 2022).

A profundidade da semeadura também desempenha um papel vital na germinação e no estabelecimento das plantas. A profundidade ideal para a semeadura da canola deve ser de 1 a 2 cm. Essa profundidade permite uma emergência rápida e uniforme das plântulas, essencial para maximizar o potencial de germinação das sementes. Semeaduras realizadas a profundidades superiores a 2 cm podem dificultar a emergência, criando barreiras físicas que impedem que as plantas se desenvolvam especificamente (GUIMARÃES et al., 2022).

Portanto, a combinação de uma densidade adequada (40-80 plantas/m<sup>2</sup>) com uma profundidade de 1-2 cm é essencial para maximizar o potencial produtivo da canola. O uso de sementes de qualidade e equipamentos de semeadura regulados também deixam a lavoura mais uniforme e vigorosa.

### 3.5.2 Colheita

A colheita é um dos momentos mais decisivos do sistema de produção da canola. O fruto da canola apresenta alto grau de deiscência natural e maturidade irregular, e de baixo para pra cima. Essas características tornam as operações de colheita um dos fatores mais relevantes para a obtenção de altos rendimentos. Para reduzir as perdas, a canola pode ser colhida de duas formas, por meio do corte e enleiramento no momento da maturação fisiológica ou por meio de colheita direta no momento em que os grãos atingirem 18% de umidade (BOLLER et al., 2012).

As operações de corte e enleiramento envolvem o corte das plantas e amontoamento, deixando-as no campo por 3 a 5 dias para que diminua a umidade nas plantas. O grão é reduzido a quase 10% e, em seguida, o grão é debulhado e armazenado (TOMM, 2007).

A operação de corte-enleiramento é realizada com equipamento autopropelido ou acoplado a um trator. Existem modelos para acoplar na parte frontal do trator (acionado por motores hidráulicos), ou acoplado ao lado de trator.

Por outro lado, a colheita direta deve ser realizada quando o teor de umidade do grão é próximo a 18%, pois a maturação da canola é irregular, grãos com alto teor de umidade pode ser esmagado na colheita, enquanto os grãos com baixo teor de umidade são suscetível a deiscência natural e às perdas causadas por danos durante o processo de colheita (ANGELOTTI-MENDONÇA, et al., 2016).

Porém para a colheita deve-se fazer a regulagem da colhedora para tentar evitar a debulha na plataforma, o máximo possível, pois isso causa grandes perdas, podendo chegar até 30% de perda de grãos (TOMM, 2007). Portanto, recomenda-se consultar o catálogo do fabricante da máquina, e seguir as instruções específicas para sua máquina (Figura 13).

**Figura 13:** Colheita mecanizada de canola.



Fonte: W. Boller; Página 58; Canola Panorama atual e tecnologias de produção no Brasil, 2022.

A colheita deve ser realizada rapidamente para evitar perdas graves devido à deiscência natural das síliquas e aos danos causados pelas condições climáticas adversas, como ventos fortes e chuvas. Portanto, um planejamento cuidadoso e a escolha do momento certo para a colheita são fundamentais para maximizar a produtividade e a qualidade da canola, garantindo um retorno econômico superior para os produtores.

### 3.5.3 Manejo da Área após a Colheita

Após a colheita, os grãos de canola que caíram e não foram colhidos, provavelmente serão enterrados durante a semeadura da cultura sucessora e devem germinar, assim infestando a área, ocasionando um grande empecilho. Para serem controlados devem ser dessecados, os herbicidas MCPA e 2,4-D apresentam bom controle de plantas voluntárias de canola. Ou gradear o solo, mas somente depois que todas as sementes germinaram, para evitar que as sementes caídas gerem plantas voluntárias nos cultivos subsequentes (TOMM,2007). Soja e milho só devem ser semeados 20 dias após a colheita de canola. O efeito alelopático da palha de canola é maior sobre a soja do que sobre o milho (TOMM,2009).

Os resíduos do cultivo de canola contêm glucosinolatos, que são compostos orgânicos encontrados em plantas da família das brassicáceas, como a canola, o brócolis e a mostarda. Quando esses resíduos são deixados no solo e começam a se

degradar, os glucosinolatos são quebrados em vários subprodutos, entre os quais os isotiocianatos (MENDONÇA et al., 2016).

Os isotiocianatos são compostos químicos que possuem propriedades biocidas, o que significa que eles são capazes de matar ou inibir o crescimento de muitos organismos patogênicos presentes no solo. Estes organismos patogênicos podem incluir fungos, bactérias e outros microrganismos que causam doenças em plantas cultivadas. Devido às propriedades biocidas dos isotiocianatos, os resíduos de canola são eficazes no controle de algumas doenças do solo, como a sarna preta da batata, que é causada pelo fungo *Rhizoctonia sp.* Quando os resíduos de canola são incorporados ao solo, os isotiocianatos liberados durante a degradação dos glucosinolatos ajudam a suprimir o crescimento do fungo *Rhizoctonia sp.* reduzindo assim a incidência da sarna preta nas plantas de batata (TOMM, 2007).

Essa prática de usar resíduos de cultivo de canola para controlar doenças do solo é uma abordagem de manejo integrado de pragas (MIP), que visa reduzir a dependência de produtos químicos sintéticos e promover métodos de controle de pragas mais sustentáveis e ecológicos (MENDONÇA et al., 2016).

Portanto, um manejo pós-colheita eficaz, que inclui técnicas de corte-enleiramento, secagem adequada e uso de equipamentos adequados, é fundamental para maximizar a rentabilidade e a qualidade da produção de canola.

#### **4. CONCLUSÃO**

Uma análise dos fatores que interagem e afetam a produtividade da canola revela a complexidade e a importância desse cultivo para a agricultura atual. A canola, conhecida por seu óleo de alta qualidade e suas propriedades benéficas, tem sua produtividade influenciada por uma variedade de fatores. Dentre eles, estão as condições climáticas, práticas de manejo, a presença de polinizadores e as características do solo.

Os dados deste trabalho demonstram que os fatores edafoclimáticos impactam diretamente no desenvolvimento da cultura. E também que a presença dos visitantes florais em culturas de potencial econômico, como a canola, possibilita melhoria na

produtividade, pelo aumento no número de síliquas e grãos por planta e também pelo aumento do peso dos grãos. Recomendando-se, assim, a introdução de caixas de abelhas nas proximidades das lavouras de canola para aumento de sua produtividade.

Além disso, a escolha de variedades adaptadas às condições locais e a implementação de técnicas de manejo sustentáveis, como a rotação de culturas e a adubação adequada, são fundamentais para maximizar a produtividade. Portanto, a adoção de estratégias integradas de manejo é essencial para garantir a saúde das plantas e a qualidade do produto final.

Em suma, a produtividade da canola é o resultado de uma interação complexa entre fatores bióticos e abióticos. A compreensão desses fatores e a aplicação de práticas agrícolas eficientes não apenas aumenta a produtividade, mas também é importante para a sustentabilidade do cultivo. Portanto, este trabalho não apenas esclarece os desafios que os produtores enfrentam, mas também oferece instruções práticas que podem ser adotadas para melhorar a produção de canola, garantindo sua relevância no mercado agrícola.

A expectativa de crescimento da cultura da canola no Rio Grande do Sul (RS) é bastante positiva, com um aumento significativo na área cultivada devido aos resultados positivos das safras anteriores, ganhos econômicos, porém apesar do crescimento, a canola ainda enfrenta desafios que limitam sua difusão no mercado brasileiro como por exemplo seu cultivo compete com outras culturas mais consolidadas, como o caso do trigo que são mais populares entre os agricultores devido à sua rentabilidade e demanda de mercado.

Muitos produtores ainda não estão familiarizados com as práticas de cultivo e manejo da canola, o que pode resultar em hesitação em adoção em suas rotações de culturas. A falta de informações sobre os benefícios e o manejo adequado pode ser um obstáculo.

A canola está em um caminho de crescimento no Rio Grande do Sul, mas sua difusão no mercado nacional ainda enfrenta barreiras que precisam ser superadas. O investimento em pesquisa, educação e promoção de práticas de cultivo pode ajudar a aumentar a área acessível e a área cultivada com canola no Brasil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABROL, D. P. 2007. **Honeybees and rapeseed: a pollinator-plant interaction**. Adv. Bot. Res. 45: 337-367.
- ABROL, D. P., AND U. SHANKAR. 2012. **Pollination in oil crops: recent advances and future strategies**, p. 221-267. In S. K. Gupta (ed.), Technological innovations in major world oil crops, vol. 2. Springer, New York, NY.
- ADEGAS, J. E B; NOGUEIRA COUTO, R. H. **Entomophilous pollination in rape (*Brassica napus* L. var. *oleifera*) in Brazil**. Apidologie, v. 23, n. 3, p. 203-209, 1992. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/64301>>. Acesso em: 20 de maio de 2024.
- ANGELOTTI-MENDONÇA, Jéssika et al. **Canola (*Brassica napus* L.)**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Disponível em: [https://www.esalq.usp.br/biblioteca/file/2655/download?token=z4O\\_ZudG](https://www.esalq.usp.br/biblioteca/file/2655/download?token=z4O_ZudG). Acesso em: 28 jul. 2022. Acesso em: 28 jul. 2023.
- Barni, N.D.; Hilgert, E.R.; Zanotelli, V.; Vargas, J.N.R.; Tedesco, A.; Bohn, D.; Gomes, J.E.S.; Gonçalves, J.C. 1985. **Introduction and evaluation of cultivars of rapessed (*Brassica napus* L. var. *oleifera* Metzg.) in Rio Grande do Sul State**. Agronomia Sulriograndense 21: 21-54. (in Portuguese).
- (BRASIL) MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. 2009. **Regras para análise de sementes**. SNDA/DNDV/CLAV, Brasília, DF. Disponível em: [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946\\_regras\\_analise\\_sementes.pdf](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise_sementes.pdf).
- BILIBIO, C.; CARVALHO, J. A.; HENSEL, O.; RICHTER, U. **Efeito de diferentes níveis de déficit hídrico na cultura da canola**. *Ciência e Agrotecnologia*. v.35, n.4, pp.672-684. 2011. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000400005>.
- BOLLER, W.; CASTIONI, E.; BENIN, F. J. **Colheita complicada. Cultivar Máquinas, Pelotas**, v. 11, p. 20, 2012.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Zoneamento agroclimático para a cultura da canola**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/riscos-seguro/programa-nacional-de-zoneamento-agricola-de-risco-climatico/portarias/safra-vigente/rio-grande-do-sul/PORTN297CANOLADESEQUEIRORS.pdf>
- CARMODY, P.; WALTON, G. **Canola: soil and climatic requerementes**. In: MOORE, G. (Ed.). Soil guide: a handbook for understanding and managing agricultural soils. Perth: Agriculture Western Australia, 1998. (Bulletin, 4343). Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/234610809.pdf>.
- CHAMBÓ, E.D., N.T.E. DE OLIVEIRA, R.C. GARCIA, J.B. DUARTE-JÚNIOR, M.C.C. RUVOLOTAKASUSUKI, E V.A.A. TOLEDO. 2014. **Pollination of rapeseed (*Brassica napus*) by Africanized honeybees (Hymenoptera:Apidae) on two sowing dates**. An. Acad. Bras. Ciênc. 86:2087–2100. doi:10.1590/0001-3765201420140134. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aabc/a/tNS4sHMVfCZfdhSZDMzF8QS/abstrac t/?lang=pt>
- (CFIA) CANADIAN FOOD INSPECTION AGENCY. 1999. **The biology of *Brassica napus***. Plant Biosafety Office, Canadá. Disponível em: <https://inspection.canada.ca/plant-varieties/plants-with-novel-traits/applicants/directive-94-08/biology-documents/brassica-napus-l-eng/1330729090093/1330729278970>. Acesso em: 05 de abril de 2024.

CONAB. **Boletim da Safra de Grãos – canola. 2023/2024.** Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos/boletim-da-safra-de-graos>

DALMAGO, G. A. et al. **Aclimação e intensidade de geada em canola.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007a, Aracajú. Anais... Aracajú: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007a. 1 CD-ROM. Disponível em: <http://www.sbagro.org/files/biblioteca/2748.pdf> . Acesso em: 18 de junho de 2024.

DALMAGO, G. A. et al. **Efeito da geada em canola.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007b, Aracajú. Anais... Aracajú: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007b. 1 CD-ROM. Disponível em: <http://www.sbagro.org/files/biblioteca/2032.pdf> . Acesso em: 18 de junho de 2024.

DALMAGO, G. A., G. R. CUNHA, G. O. TOMM, L. F. PIRES, A. SANTI, A. PASINATO, G. FANTON, I. LUERSEN, F. L. D. MÜLLER, AND A. L. MÜLLER. 2009. **Zoneamento agroclimático para o cultivo de canola no Rio Grande do Sul.** Rev. Bras. Agrometeorol. 16: 295-305. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/852637/zoneamento-agroclimatico-para-a-canola-no-rio-grande-do-sul> . Acesso em: 20 de junho de 2024.

DALMAGO, G.A.; CUNHA, G.R. da; SANTI, A.; PIRES, J.L.F.; MÜLLER, A.L.; BOLIS, L.M. **Aclimação ao frio e dano por geada em canola.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.45, p.933-943, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/3hjY66yxYdHqn9sy4TcVrrG/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 de junho de 2024.

DIEPENBROK, W. **Yield analysis of winter oilseed rape (Brassica napus L.): a review, 2000.**

DIAS, J. C. A. **Canola/colza: alternativa de inverno com perspectiva de produção de óleo comestível e energético.** Pelotas: Embrapa-CPATB, 1992. 46 p. (Embrapa-CPATB. Boletim de Pesquisa, 3).

EDWARDS, J.; HERTEL, K. **Canola growth and development.** 2011 Disponível em: <http://www.dpi.nsw.gov.au/aboutus/resources/bookshop/canola-growth-and-development>>. Acesso em: 07 de novembro de 2023.

EMBRAPA TRIGO. **Calagem e Adubação.** Documentos online. 2009. Disponível em: [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do113\\_8.htm#:~:text=Em%20fun%C3%A7%C3%A3o%20do%20usual%20teor,base%20na%20an%C3%A1lise%20do%20solo](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do113_8.htm#:~:text=Em%20fun%C3%A7%C3%A3o%20do%20usual%20teor,base%20na%20an%C3%A1lise%20do%20solo). Acesso em: 18 de abril de 2023.

ESTADOS UNIDOS. **Department of Agriculture. Oilseeds: World Markets and Trade.** 2020. Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/data/oilseeds-world-markets-and-trade>.

ESTEVEZ, R. L.; DUARTE, J. B.; CHAMBO, A. P. S.; CRUZ, M. I. F. **A Cultura da Canola (Brassica napus var. oleifera).** Scientia Agraria Paranaensis, v. 13, n. 1, p. 1-9, 2014. Disponível em: <http://erevista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/8177/8507>. Acesso em: 18 de maio de 2023.

FOREIGN AGRICULTURAL SERVICE/USDA – July 2024. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf> . Acesso em: 06 de junho de 2023.

FREE, J. B. 1993. **Insect Pollination of Crops.** 2nd ed. San Diego: Academic Press.

QUEIROGA, V.P.; GOMES, J.P.; QUEIROZ, A.J.; NETO, A.F.; MELO, B.A.; LIMA, D.C.; GIRÃO, Ê. C.; MENDES, N. V.B.; ALBUQUERQUE, E.M.B.; **Livro SISTEMA PRODUTIVO DA CANOLA (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera* Moench), 2023.**

GUIMARÃES, Cíntia Gonçalves et al. **Canola no Cerrado: performance de híbridos para incorporação no sistema de cultivo sob irrigação.** [S. L.]: VI Encontro de Pesquisa e Inovação da Embrapa Agroenergia: Anais, 2020. 5 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/218233/1/Canola-no-Cerradoperformance-2020.pdf>. Acesso em: 30 de julho de 2024.

GUIMARÃES, Cíntia Gonçalves et al. **Canola Panorama atual e tecnologias de produção no Brasil.** [S. L.]: VI Encontro de Pesquisa e Inovação da Embrapa Agroenergia: Anais, 2022. 72p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/231550/1/DOC40-.pdf>. Acesso em: 23 de outubro de 2023.

HALLIDAY, D. J.; TRENKEL, M. E.; WICHMANN, W. **IFA world fertilizer use manual.** Paris: International Fertilizer Industry Association, 1992. 632 p.

KENNEDY, C.M., et al. 2007. **Importance of pollinators in changing landscapes for world crops.** Proc. Biol. Sci. 274: 303–13. doi:10.1098/rspb.2006.3721. Disponível em:file:///C:/Users/laris/Downloads/Importance\_of\_pollinators\_in\_changing\_landscapes\_f.pdf . Acesso em: 10 de outubro de 2023.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO **Manual de Adubação E De Calagem Para Os Estados Do Rio Grande Do Sul E Santa Catarina.** 10. ed. Porto Alegre: Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2016. 375 p. Disponível em: [https://www.sbcsnrs.org.br/docs/Manual\\_de\\_Calagem\\_e\\_Adubacao\\_para\\_os\\_Estados\\_do\\_RS\\_e\\_de\\_SC-2016.pdf](https://www.sbcsnrs.org.br/docs/Manual_de_Calagem_e_Adubacao_para_os_Estados_do_RS_e_de_SC-2016.pdf). Acesso em: 18 de julho de 2024.

MARSARO JÚNIOR, A.L.; HALINSK, R.; LOCHTEIN, B.; PEREIRA, P.B.V.S.; TOMM, G.O.; FERREIRA, P.E.P. **Diversidade de abelhas na cultura da canola no Rio Grande do Sul.** Embrapa Trigo, 22 p., Passo Fundo- RS, 2017. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1074465/1/ID441012017DO168.pdf>. Acesso em: 10 de outubro de 2023.

MELGAREJO, A., M. A.; DUARTE JÚNIOR, J. B.; COSTA, A C. T. da; MEZZALIRA E. J.; PIVA, A. L.; SANTIN, A. **Características agrônômicas e teor de óleo da canola em função da época de semeadura.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (Online), v. 18, n. 9, p. 934- 938, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18n09p934-938>. Acesso em: 18 de junho de 2024.

MENDONÇA, J. A.; RIBOLDI, L. B.; SOARES, C. D. F.; CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. **Canola (*Brassica napus* L.).** Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca, 2016. 32p. (Série Produtor Rural, nº 61). Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/biblioteca/sites/default/files/publicacoes-avenda/pdf/SPR61.pdf>. Acesso em: 10 de outubro de 2024.

MORRISON, M. J. **Heat stress during reproduction in summer rape.** Canadian Journal Plant of Science, Ottawa, v. 71, p. 303-308, 1993. ROBERTSON, M. J. et al. **Growth and yield differences between triazine-tolerant and non-triazine-tolerant cultivars of canola.** Australian Journal of Agricultural Research, Victoria, v. 53, p. 643-651, 2002.

MUSSURY, R. M., AND W. D. FERNANDES. 2000. **Studies of the floral biology and reproductive system of Brassica napus L. (Cruciferae)**. Braz. Arch. Biol. Technol. 43: 0-0. Disponível em: [https://www.scielo.br/j/babt/a/m3HfYprNHQyZZgRbr9DKfk\\_n/abstract/?lang=en](https://www.scielo.br/j/babt/a/m3HfYprNHQyZZgRbr9DKfk_n/abstract/?lang=en). Acesso em: 18 de junho de 2023.

PRASAD, P. V. V., P. Q. CRAUFORD, V. G. KAKANI, T. R. WHEELER, AND K. BOOTE. 2001. **Influence of high temperature during pre- and post-anthesis stages of floral development on fruit-set and pollen germination in peanut**. Aust. J. Plant Physiol. 28: 233-240. Disponível em: <file:///C:/Users/laris/Downloads/prasad-pvv-ajpp-01.pdf> . Acesso em: 18 de junho de 2023.

RAVEN, P.H., R.F. EVERT, E S.E. EICHHORN. 2014. **Biologia vegetal**. 8ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

RONDANINI, D. P.; GOMEZ, N. V.; AGOSTI, M. B.; MIRALLES, D. J. Global trends of rapessed grain yield stability and rapessed-to-wheat yield ration in the last four decades. European Journal of Agronomy, v. 37, n. 1, p. 56-65, Feb. 2012.

ROSA, A.S.; BLOCHTEIN, B.; LIMA, D.K. **Honey bee contribution to canola pollination in Southern Brazil**. Sci. Agric., v.68, n.2, p.255-259, Piracicaba- SP, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sa/a/Z84WMYd9dLxzKyZ6rhDGJym/?lang=en&format=pdf>. Acesso em: 10 de outubro de 2023.

SABBAHI, R., D. OLIVEIRA, AND J. MARCEAU. 2005. **Influence of honey bee (Hymenoptera: Apidae) density on the production of canola (Crucifera: Brassicaceae)**. J. Econ. Entomol. 98: 367-372.

SANCHES, A. C.; GOMES, E. P.; RAMOS, W. B.; MAUAD, M.; SANTOS, S. dos; BISCARO, G. A. **Produtividade da canola sob irrigação e doses de adubação nitrogenada**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, n.7, p.688–693, 2014. Disponível em: [https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/VPFZdY9QV\\_NsjxTw4YzHQDxv/?format=pdf&lang=pt](https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/VPFZdY9QV_NsjxTw4YzHQDxv/?format=pdf&lang=pt). Acesso em: 19 de julho de 2024.

SOUZA, T.A.F. et al. **Comportamento fenológico de genótipos de canola no brejo paraibano**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4, SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1, 2010, João Pessoa. Anais... Campina grande: Embrapa Algodão, 2010. p.1230-1234.

STANLEY, D.A., D. GUNNING, E J. C. STOUT. 2013. **Pollinators and pollination of oilseed rape crops (Brassica napus L.) in Ireland: ecological and economic incentives for pollinator conservation**. J. Insect Conserv. 17: 1181–89. doi:10.1007/s10841-013- 9599-z. Disponível em: <file:///C:/Users/laris/Downloads/StanleyGunningStout2013JInsectConservation.pdf> . Acesso em: 18 de junho de 2024.

TESFAMARIAM, E. H. **Modelling the soil water balance of canola Brassica napus L (Hyola 60)**. 2004. 120 f. Dissertation (Masters in Irrigation)–Faculty of Natural and Agricultural Sciences, University of Pretoria. Disponível em: <https://repository.up.ac.za/bitstream/handle/2263/28069/00dissertation.pdf?sequence=1>. Acesso em: 11 de maio de 2023.

THOMAS, P. 2003. **Canola growers manual**. Canola Council of Canada, Winnipeg, Canadá. Disponível em: <https://www.canolacouncil.org/crop-production/canola-grower's-manual-contents>.

TOMM, G. O.; ÖSTERLEIN, N.; FIGER, E. **Advantages of growing canola preceding wheat and related new developments in South America**. Poster apresentado of the 7th International Wheat Conference, held November 27 - December 2, 2005, in Mar Del Plata, Argentina.

TOMM, G. O. **Indicativos tecnológicos para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 68p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/821535/indicativos-tecnologicos-para-producao-de-canola-no-rio-grande-do-sul>.

TOOM, G.O. 2008. **Canola uma nova fase do cultivo no Brasil: produção com seguro e todo o suporte ao produtor**. Rev. Plantio Direto 17: 4-6. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/CanolaGilbertoTommRevistaPlantioDiretomai-jun-2008.pdf>. Acesso em: 18 de junho de 2023.

TOMM, G.O.; WIETHÖLTER, S.; DALMAGO, G.A.; SANTOS, H.P. dos. **Tecnologia para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 41 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 92). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/852550>. Acesso em: 10 de junho de 2023.

TOMM, G. O. et al. **Efeito de épocas de semeadura sobre o desempenho de genótipos de canola de ciclo precoce e médio, em Maringá, Paraná**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2010. 13 p. Disponível em: [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p\\_bp75.pdf](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp75.pdf)

WALTHER OTTO MÜLLER - **Lista delmagens de Koehler, Plantas Medicinais de Koehler (1897)**. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1162376/1/Sistema-productivo-canola-2023.pdf>. Acesso em: 13 de maio de 2023.

WALTON, G. et al. **Phenology, physiology and agronomy**. In: INTERNATIONAL RAPSEED CONGRESS, 10., 1999, Camberra. Proceedings... Camberra: Regional Institute, 1999. Disponível em: < <http://www.regional.org.au/au/gcirc> >.

WANG, X., A. MATHIEU, P. H. COURNÈDE, J. M. ALLIRAND, A. JULLIEN, P. REFFYE, AND B. G. ZHANG. 2009. **Stochastic models in floral biology and its application to the study of oilseed rape (Brassica napus L.) fertility**, pp. 175-182. In B. Li, Y. Guo, and M. Jaeger (Eds.), Proceedings, Symposium: the Third International Symposium on Plant Growth Modeling, Simulation, Visualization and Applications (PMA 09), 9-13 November 2009, Beijing, China. Disponível em: [file:///C:/Users/laris/Downloads/Stochastic\\_Models\\_in\\_Floral\\_Biology\\_and\\_its\\_Applic.pdf](file:///C:/Users/laris/Downloads/Stochastic_Models_in_Floral_Biology_and_its_Applic.pdf). Acesso em: 12 de maio de 2024.

WESTPHALEN, S. L.; BERGAMASCHI, H. **Evapotranspiração da colza (Brassica napus L.) através de evapotranspirômetros “tipo Thorntwithe”**. In: REUNIÃO ANUAL DE PROGRAMAÇÃO DE PESQUISA E ASSISTÊNCIA TÉCNICA DA COLZA, 1982, Porto Alegre. **Resultados de Pesquisa**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisa Agrônômica, 1982. p. 73-80.

WILLIAMS, I. 1985. **The pollination of swede rape (Brassica napus L.)**. Bee World 66: 16-22. doi: 10.1080/0005772X.1985.11098817.

WILLIAMS, I., MARTIN, A., & WHITE, R. (1987). **O efeito da polinização por inseto no desenvolvimento da planta e na produção de sementes em colza de inverno (Brassica napus L.)**. The Journal of Agricultural Science, 109 (1), 135-139. doi: 10.1017 / S0021859600081077.

WITTER, S.; NUNES, P.S.; BLOCHTEIN, B. **Abelhas na polinização da canola: benefícios ambientais e econômicos**. EDIPUCS, 71 p., Porto Alegre- RS, 2014. Disponível em: [https://hbjunior19.files.wordpress.com/2015/05/canola\\_abelhas-na-polinizac3a7c3a3o-da-canola.pdf](https://hbjunior19.files.wordpress.com/2015/05/canola_abelhas-na-polinizac3a7c3a3o-da-canola.pdf). Acesso em: 09 de julho de 2024.