Revista Brasileira de Climatologia
Brazilian Journal of Climatology
OPEN ACCESS
UFGD Editora

EFEITO DA PRECIPITAÇÃO NA GERMINAÇÃO DA CANOLA EM 2022 NO CENTRO AGROPECUÁRIO DA PALMA, RS

Effect of precipitation on canola germination in 2022 at Centro Agropecuário da Palma, RS

Efecto de la precipitación en la germinación de la canola en 2022 en el Centro Agropecuario de Palma, RS

Marcos Jean da Silva
Universidade Federal de Pelotas
marcosjean.meteorologia@gmail.com

Luciana Barros Pinto
Universidade Federal de Pelotas
luciana.pinto@ufpel.edu.br

Rose Ane Pereira de Freitas
Universidade Federal de Pelotas
freitas.rose@ufpel.edu.br

Douglas da Silva Lindemann
Universidade Federal de Pelotas
douglas.lindemann@ufpel.edu.br

Eliana Veleda Klering
Universidade Federal de Pelotas
elianavk@gmail.com

Deivid Araújo Magano
Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul
maganodeivid@gmail.com

Luís Eduardo Panozzo
Universidade Federal de Pelotas
maganodeivid@gmail.com

Resumo: A canola (*Brassica napus*) tem se destacado como cultura essencial na rotação de culturas, oferecendo uma segunda fonte de renda durante o inverno em regiões predominantemente voltadas para culturas de verão, como o Rio Grande do Sul, principal produtor de canola no Brasil. Este estudo visa analisar a influência das condições meteorológicas na germinação da canola no Centro

Agropecuário da Palma durante os meses de maio, junho e julho de 2022, considerando três épocas de semeadura: 06/05/22, 07/06/22 e 07/07/22. Foram avaliados dados de temperatura e precipitação, utilizando ferramentas online para análise do ambiente sinótico. Observou-se que, nas duas primeiras épocas de semeadura, as cultivares Diamond e Nuola emergiram em prazos distintos, enquanto na terceira época, não houve emergência devido ao excesso de precipitação acumulada. Os sistemas meteorológicos predominantes foram frentes frias e cavados associados à Baixa do Noroeste Argentino, o quais influenciaram significativamente os padrões de precipitação durante o período de estudo. Conclui-se que, para a germinação da canola em áreas de baixa altitude na região investigada, a quantidade de precipitação desempenhou um papel crucial, especialmente induzida por sistemas frontais frios. Este estudo destaca a importância de compreender os padrões atmosféricos locais para manejar eficazmente a cultura da canola em diferentes épocas de semeadura.
Palavras-chave: Canola. Germinação. Condições meteorológicas. Épocas de semeadura.

Abstract: Canola (Brassica napus) has become a significant crop, particularly in crop rotation, providing a secondary income source during winter in regions primarily focused on summer crops, such as Rio Grande do Sul, the largest canola producer in Brazil. This study aims to analyze the influence of weather conditions on canola germination at Centro Agropecuário da Palma during May, June, and July 2022, considering three sowing periods: 06/05/22, 07/06/22, and 07/07/22. Temperature and precipitation data were evaluated using online tools for synoptic environment analysis. It was observed that during the first two sowing periods, the Diamond and Nuola cultivars emerged within different time frames, whereas no emergence occurred during the third period due to excessive accumulated precipitation. The predominant meteorological systems were cold fronts and troughs associated with the Argentine Northwest Low, significantly influencing precipitation patterns during the study period. It is concluded that precipitation played a crucial role in canola germination in lowland areas of the study region, primarily induced by cold frontal systems. This study underscores the importance of understanding local atmospheric patterns to effectively manage canola cultivation across different sowing periods.
Keywords: Canola. Germination. Meteorological conditions. Sowing periods.

Resumen: La canola (*Brassica napus*) se ha convertido en un cultivo importante, especialmente en la rotación agrícola, proporcionando una fuente secundaria de ingresos durante el invierno en regiones principalmente enfocadas en cultivos de verano, como Rio Grande do Sul, el mayor productor de canola en Brasil. Este estudio tiene como objetivo analizar la influencia de las condiciones meteorológicas en la germinación de la canola en el Centro Agropecuario de Palma durante mayo, junio y julio de 2022, considerando tres períodos de siembra: 06/05/22, 07/06/22 y 07/07/22. Se evaluaron datos de temperatura y precipitación utilizando herramientas en línea para el análisis del ambiente sinóptico. Se observó que, durante los dos primeros períodos de siembra, las cultivares Diamond y Nuola emergieron en diferentes intervalos de tiempo, mientras que no hubo emergencia en el tercer período debido al exceso de precipitación acumulada. Los sistemas meteorológicos predominantes fueron frentes fríos y vaguadas asociadas a la Baja del Noroeste Argentino, que influyeron significativamente en los patrones de precipitación durante el período de estudio. Se concluye que la precipitación desempeñó un papel crucial en la germinación de la canola en áreas bajas de la región estudiada, inducida principalmente por sistemas frontales fríos. Este estudio destaca la importancia de comprender los patrones atmosféricos locales para gestionar eficazmente el cultivo de canola en diferentes períodos de siembra.
Palabras clave: Canola, Germinación, Condiciones meteorológicas, Períodos de siembra.

Submetido em: 15/07/2024
Aceito para publicação em: 08/11/2024
Publicado em: 23/11/2024

1. INTRODUÇÃO

O Brasil, um país cujo setor agrícola figura como um dos principais pilares econômicos (IBGE, 2024), enfrenta o importante desafio de não apenas expandir áreas cultiváveis, mas também garantir a eficiência das áreas já em produção ao longo de todo o ano. Nesse contexto, o desenvolvimento e estudo de culturas agrícolas que possam ser exploradas durante os períodos entre safras de verão ganham destaque entre os produtores.

Uma dessas culturas em expansão no país é a canola. Pertencente à família *Brassicae* (*crucíferas*), a canola (*Brassica napus L.)* é uma planta oleaginosa desenvolvida a partir do melhoramento genético da colza, adaptada principalmente a regiões de clima temperado a frio, situadas entre as latitudes 35º e 55º (Mcclinchey, Kott, 2008). Devido ao seu alto teor de óleo, variando entre 34% e 40% em seus grãos/sementes (Nogueira et al., 2017),

a canola possui relevância econômica significativa, sendo utilizada para consumo humano, alimentação animal e produção de biocombustíveis. Mundialmente, ocupa o terceiro lugar entre as oleaginosas mais cultivadas, precedida apenas pela soja e pelo óleo de palma (ESTADOS UNIDOS, 2020).

No Brasil, o Rio Grande do Sul se destaca como o principal estado produtor dessa cultura, devido às condições climáticas favoráveis (EMBRAPA, 2009). Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a previsão de produção de canola para o país em 2023 é de 109,7 toneladas, com o Rio Grande do Sul respondendo por 101,5 mil toneladas (CONAB, 2023).

O cultivo de canola durante os meses frios apresenta vantagens socioeconômicas significativas, pois complementa a produção de óleos vegetais no inverno, aproveitando os recursos de terra, equipamentos e mão de obra disponíveis, principalmente durante a entressafra da soja no verão. Além disso, a rotação de canola com cereais como cevada, trigo e milho ajuda a mitigar problemas fitossanitários e contribui para a estabilidade e qualidade dos grãos produzidos (Melgarejo et al., 2014).

No entanto, as condições ambientais desempenham um papel fundamental no desenvolvimento da cultura. A temperatura do ar é uma das variáveis meteorológicas que mais influenciam a fenologia e o crescimento das plantas (Streck, 2002). Variações extremas, tanto acima quanto abaixo dos limites críticos da cultura, podem afetar a duração dos estágios

de desenvolvimento e, consequentemente, a produtividade (Dalmago et al., 2010). A canola apresenta um intervalo ideal de temperatura entre 13°C e 22°C, sendo que temperaturas abaixo de -3°C podem causar danos ao tecido foliar e resultar na morte da planta, enquanto temperaturas acima de 27°C podem levar ao aborto das flores sensíveis ao calor (Dalmago et al., 2010; EMBRAPA, 2009).

Além da temperatura, a disponibilidade hídrica no solo também desempenha um papel crucial na duração do ciclo da cultura. A falta de água pode reduzir o crescimento do sistema radicular e a expansão da área foliar durante o período vegetativo, embora esses efeitos possam ser compensados com precipitações adequadas que atendam às necessidades hídricas da planta (Thomas, 2003). Por outro lado, o excesso de água no solo, como em casos de encharcamento ou inundação, pode prejudicar a emergência das plântulas (Canola, 2005; Potter et al., 2010), reduzindo a duração dos estádios vegetativos e, consequentemente, afetando o rendimento da cultura (Fochesatto, 2012; Champolivier, Merrien, 1996).

Portanto, compreender as condições ambientais e os potenciais impactos sobre a cultura da canola é essencial para o planejamento agrícola regional e para auxiliar os produtores na tomada de decisões e na mitigação de riscos durante a safra.

Assim, este estudo tem como objetivo identificar as características do ambiente meteorológico que influenciaram a germinação da canola entre os meses de maio a julho de 2022. O experimento foi conduzido no Centro Agropecuário da Palma (CENTRO AGROPECUÁRIO DA PALMA, 2023), localizado no município de Capão do Leão, RS. Os objetivos específicos foram: analisar a precipitação e a temperatura durante o período de estudo; utilizar ferramentas online para análise do ambiente sinótico; identificar os sistemas meteorológicos responsáveis pela geração de precipitação; e avaliar sua influência na germinação da canola em diferentes épocas de semeadura.

.

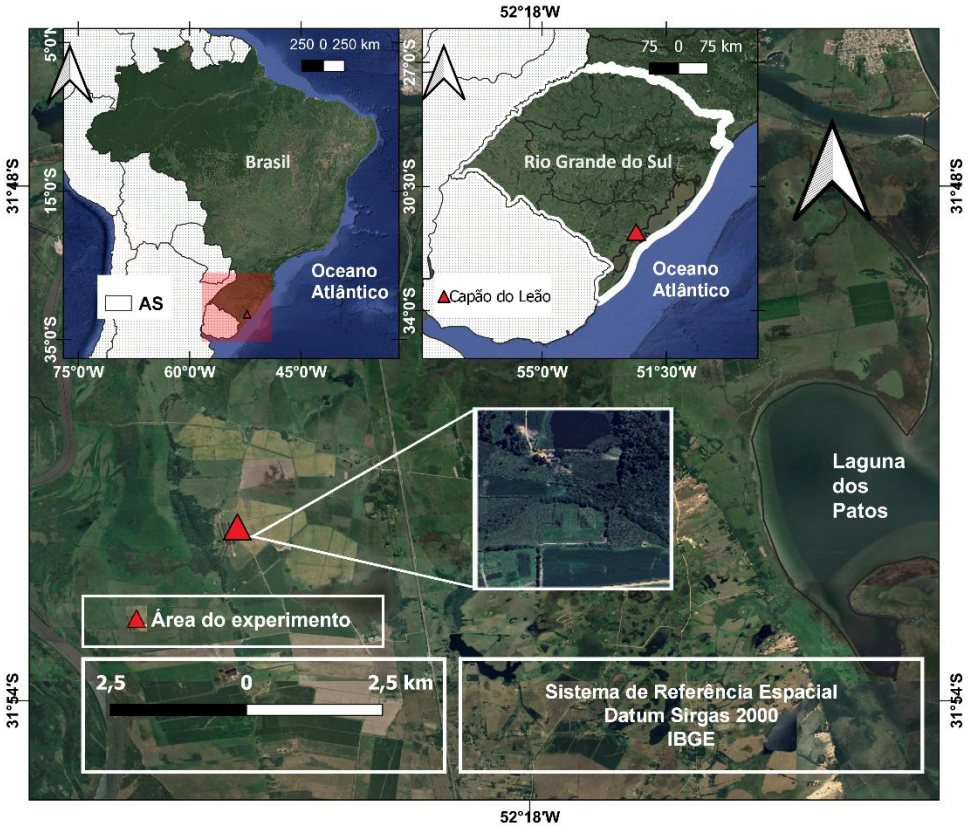
2. METODOLOGIA

A metodologia deste estudo foi estruturada em duas etapas principais: o experimento de campo e a análise do ambiente meteorológico. Cada uma dessas etapas é detalhada a seguir:

2.1. Experimento de Campo

O experimento de campo foi realizado no Centro Agropecuário da Palma, localizado no km 8 da BR-116, no município de Capão do Leão, RS (Figura 1). As coordenadas geográficas são latitude 31° 52' 00" S, longitude 52° 21' 24" W, com altitude de 13,24 metros. A área experimental é caracterizada como "terras baixas", ou seja, extensões de terra plana com baixa capacidade de drenagem (Klien, 2007).

Figura 1 - Localização do Centro Agropecuário da Palma – UFPel.



O estudo foi conduzido em colaboração com o grupo de pesquisa da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), utilizando as cultivares de canola Nuola (ciclo médio) e Diamond (ciclo precoce), ambas adaptadas ao clima do Rio Grande do Sul. Cada cultivar foi semeada em três épocas distintas: 06/05/2022, 07/06/2022 e 07/07/2022. Cada época de semeadura consistiu em quatro parcelas para cada cultivar, totalizando 24 parcelas no experimento.

As práticas de campo incluíram a preparação do solo, semeadura por sorteio das cultivares em blocos previamente definidos, e avaliações semanais do desenvolvimento fenológico das plantas. A emergência foi avaliada quando pelo menos 50% das plântulas emergiram, o que corresponde a aproximadamente 40 plantas por metro quadrado (Tomm et al., 2009). Foram realizados manejos como capina, raleio após a emergência e monitoramento fenológico semanalpara garantir o desenvolvimento adequado das plantas.

2.2. Análise do Ambiente Meteorológico

Para a análise do ambiente meteorológico durante o período de estudo (maio a julho de 2022), foram utilizados dados diários de temperatura e precipitação da estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), código A887, localizada no campus Capão do Leão da Universidade Federal de Pelotas. Em casos de falhas nos dados de maio e junho, foram utilizados dados da estação convencional do INMET, código 83985, na mesma localização. As variáveis meteorológicas analisadas incluíram temperatura máxima, média e mínima diárias, além da a precipitação acumulada. Os dados foram comparados com a Normal Climatológica (1991-2020) para identificar anomalias nas condições meteorológicas durante o período de germinação da canola.

Para caracterizar o padrão de precipitação e temperatura, foram utilizadas classes de intensidade de precipitação e a análise da distribuição diária das variáveis meteorológicas. Além disso, as cartas sinóticas da Marinha do Brasil foram empregadas para identificar os sistemas meteorológicos atuantes durante os eventos de maior precipitação registrados nos meses de estudo. Assim, para a caracterização do comportamento das variáveis meteorológicas seguiu-se a seguinte ordem:

1°) Análise da quantidade total de precipitação desde a semeadura até a germinação, para cada cultivar e época de semeadura. Foi realizadoum somatório da precipitação diária acumulada para a duração média de germinação para cada semeadura, e comparou-se o acumulado com a Normal Climatológica para o mesmo período, a fim de se identificar se a quantidade de precipitação estava acima ou abaixo do esperado;

2°) Avaliação do comportamento das temperaturas máxima, média e mínima diárias, com o objetivo de identificar se as condições atmosféricas eram propícias para a germinação da canola na área de estudo e para detectar possíveis estresses que a planta possa ter sofrido;

3°) Caracterização da intensidade de precipitação diária ocorrida durante o período de estudo. Para isso, analisou-se a distribuição de frequência de dias de precipitação ao longo do período, classificando-os conforme a intensidade da precipitação. As classes de frequência foram definidas da seguinte forma: 1ª classe: $P<1$; 2ª classe: $1\leq P<5$; 3ª classe: $5\leq P<10$; 4ª classe: $10\leq P<20$; 5ª classe: $20\leq P<30$; 6ª classe: $30\leq P<40$; 7ª classe: $40\leq P<50$, onde P é a precipitação diária em mm.

4°) Identificação do tipo de sistema atuante, e se o encontrado estava dentro do esperado para a região durante a época do ano utilizada no estudo. Para isso, foram utilizadas as cartas sinóticas da Marinha do Brasil, referentes aos horários de 00 e 12 UTC, de cada dia no período de 1º de maio a 31 de julho (Marinha do Brasil, 2023), para identificar e caracterizar o sistema atuante em cada evento.

5°) Identificação dos sistemas meteorológicos atuantes nos casos mais expressivos de precipitação em cada um dos três meses de estudo.. Após identificar os sistemas meteorológicos presentes nos dias com precipitação registrada, analisaram-se separadamente, em cada mês, os eventos que geraram o maior volume de precipitação, utilizando as cartas sinóticas da Marinha do Brasil.

A metodologia adotada neste estudo permitiu uma análise detalhada dos efeitos das condições ambientais, especialmente da temperatura e da precipitação, na germinação da canola. A integração de práticas de campo com análise meteorológica proporcionou uma compreensão abrangente dos fatores que influenciam o desenvolvimento inicial dessa cultura nas condições específicas do Rio Grande do Sul.

3. DESENVOLVIMENTO

O experimento conduzido no Centro Agropecuário da Palma teve a semeadura de primeira época de semeadura realizada em 6 de maio, a segunda em 7 de junho, e a terceira em 7 de julho de 2022, conforme orecomendado pela CONAB (CONAB, 2022). A Tabela 1

apresenta as três épocas de semeadura das cultivares Nuola e Diamond, e o número de dias que essas cultivares levarampara emergir.

Na primeira época, em maio, a emergência levou 14 dias para as duas cultivares. A normal climatológica (NC) de precipitação para o mês é de 117,1 mm. No período choveu 60,6 mm, ou seja, a precipitação ficou 56,5% abaixo da NC. Na segunda época, em junho, a cultivar Diamond emergiu mais rápidamente em 20 dias enquantoa cultivar Nuola demorou 23 dias. Ambas as cultivares apresentaram atraso na emergência em virtude da baixa disponibilidade de umidade no solo. A normal climatológica (NC) para o mês de junho é de 112,6 mm. No período, choveu 107,7 mm (Tabela 1), com a precipitação ficando 4,9% acima da NC.

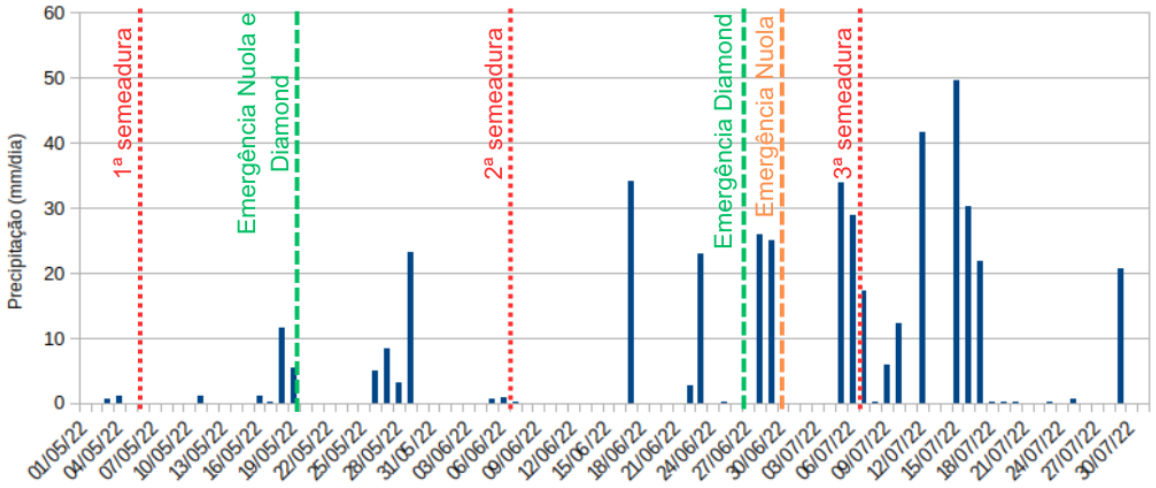
Tabela 1 - Número de dias para a emergência, precipitação acumulada até a emergência (mm), normal climatológica do INMET (1991-2020) e desvio da precipitação acumulada em relação à NC (%), para as cultivares Nuola e Diamond nas três épocas de semeadura (1 - 06/05/2022; 2 - 07/06/2022; e 3 - 07/07/2022).

Épocas	Cultivares	Nº de dias até a emergência	Temperatura média (ºC) do dia da semeadura até a emergência	Precipitação acumulada no período (mm)	NC (mm) (1991-2020)	Desvio em relação à NC (%)
1	Nuola	14	14,1	60,6	117,1	-56,5
	Diamond	14	14,1	60,6	117,1	-56,5
2	Nuola	23	11,4	112,6	107,7	4,9
	Diamond	20	11,4	112,6	107,7	4,9
3	Nuola	Não Emergiu	14	263,2	112,7	150,5
	Diamond	Não Emergiu	14	263,2	112,7	150,5

No entanto, mesmo a precipitação tendo ficado próxima do esperado, não houve registro de chuva nos primeiros dias da primeira semana do mês, período que foi realizada a semeadura da segunda época, conforme apresentado na Figura 2. Somente nos dias 4 e 5/06 houve registro de precipitação próxima de 0,5 mm, valor insuficiente para favorecer a emergência da canola dentro do período esperado de duas semanas, cerca de 14 dias (Tomm et al., 2009). A diferença no tempo de emergência das cultivares Nuola e Diamond deve-se àscaracterísticas de cada cultivar e às condições ambientais, incluindo variáveis meteorológicas e o ambiente de plantio.

Na terceira época, em julho, não houve emergência devido ao excesso de precipitação. A normal climatológica (NC) para o mês é de 112,7 mm, no período choveu 263,2 mm, o que representa150,5% acima da NC. Essa condição de chuva extrema, ocasionou o alagamento da área experimental caracterizada como terras baixas, ou seja, solo de várzea com drenagem e escoamento deficientes (Klien, 2007), mantendo o solo encharcado por vários dias em todas as parcelas dessa época de semeadura e acarretando perda total.

Figura 2 - Precipitação diária acumulada (Prec – barras azuis) no período de 01/05/2022 a 31/07/2022



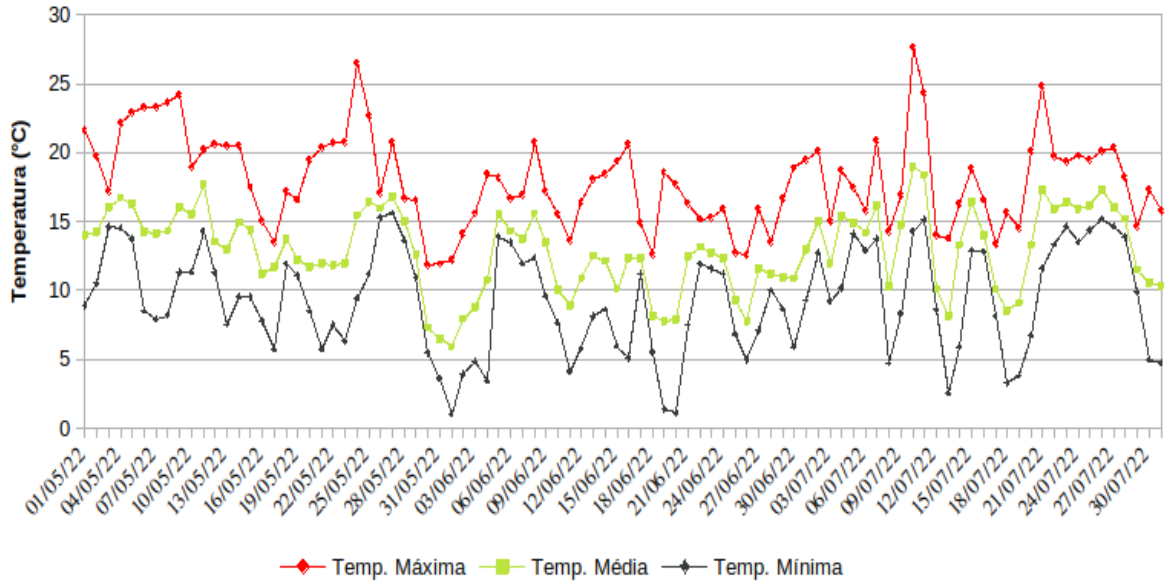
A variação no tempo de emergência da planta em campo está diretamente relacionada a fatores ambientais, como temperatura e umidade do solo (Tomm et al., 2009). Conforme ilustrado na Figura 3, as temperaturas registradas durante o período de estudo permaneceram dentro dos valores esperados e no intervalo tolerável para a cultura da canola (Tomm, 2009). Esse comportamento térmico sugere que as condições climáticas foram adequadas para o desenvolvimento inicial da planta, sem temperaturas extremas que pudessem comprometer a germinação e a emergência.

Na primeira, segunda e terceira semeadura, a temperatura média foi de 14,1°C, 11,4°C e 14°C, respectivamente, calculados como a temperatura média do dia (Figura 3, linha verde). O cálculo foi realizado desde o dia da semeadura até o dia que ocorreu a emergência em campo. Observou-se que as temperaturas médias ficaram dentro do indicado para a germinação que varia de 20 a 30°C (REINEHR, R.; SOUZA, C. G.; MACHADO, R., 2016). Entre as

três semeaduras, a temperatura média foi mais elevada na primeira, realizada em maio, favorecendo a germinação em um período mais curto (Tabela 1).

Em relação à precipitação pluviométrica, para o mês de maio, analisando para o período do experimento, de acordo com a normal climatológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), indica uma precipitação esperada de 117,1 mm para a região de estudo (Tabela 1). No período, choveu 60,6 mm, aproximadamente metade do esperado para o mês de maio (56,5%) (Tabela 1).

Figura 3 - Temperaturas mínima (linha azul), média (linha verde) e máxima (linha vermelha) no período de 01/05/2022 a 31/07/2022.



Na primeira época de semeadura, os maiores acumulados de chuva ocorreram na segunda quinzena de maio(Figura 3). Após a semeadura realizada no dia 06/05/22, houve registro significativo de chuva apenas11 dias depois, no dia 19/05/22, com acumulado de 12 mm. Como a semente de canola é sensível à absorção de umidade (Thomas, 2003), assim a germinação ocorreu logo após essa chuva (Tabela 1).

Na segunda época de semeadura, realizada em 07/06/22, houve precipitação após 6 dias, em 18/06/22 com acumulado de 35 mm (Figura 3). Sendo os maiores acumulados ficando concentrados na segunda quinzena do mês, semelhante ao ocorrido na primeira semeadura. Com a disponibilidade de umidade no solo, houve a germinação (Tabela 1).

Na terceira época de semeadura, realizada em 07/07/22, não houve germinação da canola, devido aos grandes acumulados de chuva No mês de junho, choveu 112,6 mm, representando 4,9% acima da normal climatológica. Além desse acumulado, o mês de julho foi extremamente chuvoso, com precipitação de 263,2 mm, o que representa 150,5% acima da normal climatológica (Tabela 1). Esses acumulados de chuva em junho e julho impossibilitaram a germinação devido ao alagamento da área experimental, como observado na prática de campo e de acordo com o que é reportado pela EMBRAPA (2010) e Dorneles et al. (2020), que identificaram que o encharcamento do solo prejudica a germinação e a emergência da canola.

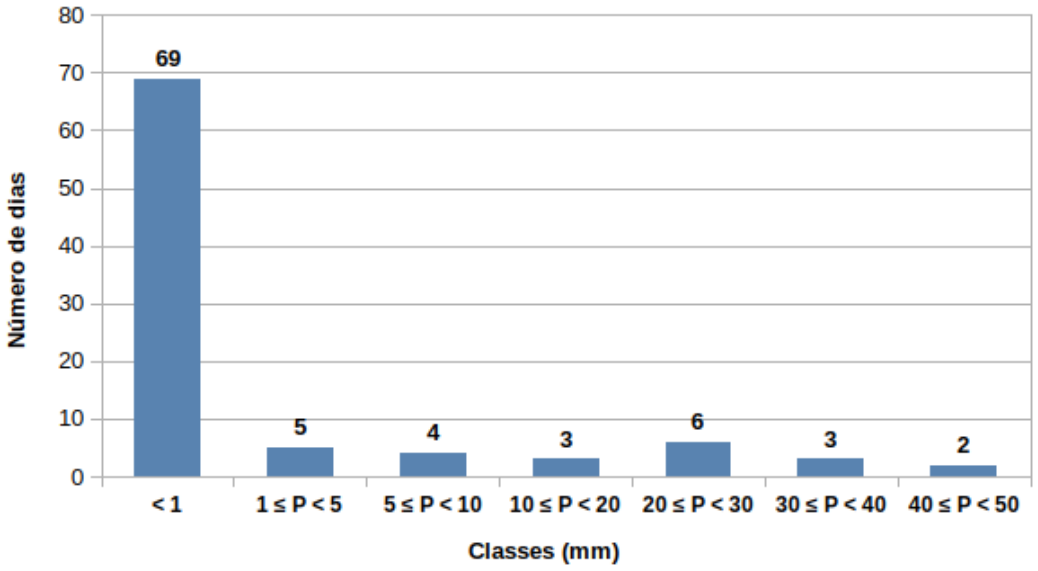
Pode-se observar pela Figura 4 que, dos 92 dias analisados, a maior parte do tempo (69 dias) a precipitação foi menor do que 1 mm. Entretanto, houve 11 dias em que a precipitação diária acumulada foi superior a 20 mm, um valor elevado, considerando que a média esperada para os meses de maio a julho é de 110 mm por mês, o que corresponde a uma média diária de 3,7 mm.

Isso mostra que a maior quantidade de precipitação foi acumulada em poucos dias ao longo do período, o que interfere diretamente na umidade do solo. Por se tratar de terras baixas — terrenos planos com alto índice de alagamento — o solo não possui boa drenagem, ocasionando o encharcamento.

De forma geral, o Estado do Rio Grande do Sul, por estar situado em latitudes médias, sofre influência de diversos sistemas meteorológicos que impactam no regime de

precipitação, e, em casos mais severos, podem ocorrer acumulados extremos de chuva, especialmente durante o inverno climático, quando há maior frequência de sistemas frontais frios (Seluchi e Saulo, 2012).

Figura 4 - Classificação e frequência da intensidade (mm.dia^{-1}) da precipitação ocorrida no período de 01/05/2022 a 31/07/2022.



Dentro desse contexto, durante o experimento de campo, como mostrado na Figura 15, a precipitação não aconteceu de maneira contínua durante todo o período. Isso se deve à variedade de sistemas atuantes na área, conforme indicado na Tabela 2. Na maior partedo tempo, 69 de 92 dias ou 75% dos dias), a precipitação não atingiu 1 mmou foi ausente. Nos dias em que houve precipitação inferior a 1 mm (12 dos 69 dias), atuaram diferentes sistemas meteorológicos, com predomínio do cavado associado à presença da baixa continental ao noroeste do RS ou ao norte da Argentina, e da Alta sobre o oceano, próxima à costa, que sustenta o tempo nublado com precipitação estratiforme (Tabela 2).

Ao separar a intensidade da precipitação em cada mês, pelo tipo de sistema atuante durante ela, observa-se que os casos de precipitação mais volumosa (>20 mm.dia^{-1}), ocorreram, em sua maioria, devido à presença de frente fria: 11 dos 13 dias com precipitação acima de 20 mm·dia^{-1}, representando aproximadamente 85% dos eventos (Tabela 2).

Analisando separadamente os maiores volumes de precipitação em cada mês, observa-se que em maio, 65% da precipitação do mês ocorreu entre os dias 26 e 29, com umacumulado foi de 39,7 mm (Figura 4). Essa precipitação foi causada pelodesenvolvimento de uma frente fria que atuou durante três dias consecutivos, de acordo com as cartas sinóticas da marinha (Figura 5b-d), originada da atuação de um cavado associado devido à presença da baixa continental (Figura 5a).

Tabela 2 - Classes de precipitação, número de dias com ocorrência e tipos associados à precipitação no período de 01/05/2022 a 31/07/2022.

Classes (mm.dia^{-1})	nº de dias	Tipo de sistema associado	nº de dias de cada sistema
<1	12	Cavado e baixa continental	4
		Baixa no oceano	4
		Alta no oceano	3
		Frente estacionária	1
1<P<5	5	Baixa continental	1
		Frente Fria	4
5<P<10	4	Baixa no oceano	1
		Frente Fria	1
		Cavado e baixa continental	1
		Baixa continental	1
10<P<20	3	Baixa no oceano	1
		Cavado e baixa continental/Frente Fria	1
		Baixa continental	1
20<P<30	7	Frente Fria/Ciclone Extratropical	1
		Frente Fria	6
		Cavado e baixa continental/Frente Fria	1
30<P<40	3	Frente Fria	1
		Cavado e baixa continental/Frente Fria	1
		Cavado e baixa continental	1
40<P<50	2	Frente Fria	1
		Cavado e Baixa Continental	1

Na Figura 5a, do dia 26/05 observa-se um cavado zonal (linha tracejada) associado à Baixa do Noroeste Argentino (B), que se estendeu de noroeste a leste do Rio Grande Sul. No dia 27/05, esse cavado evoluiu para um centro de baixa pressão atmosférica junto à costa leste do Estado. Associado a este ciclone havia um sistema frontal frio (ramo azul) que atuou

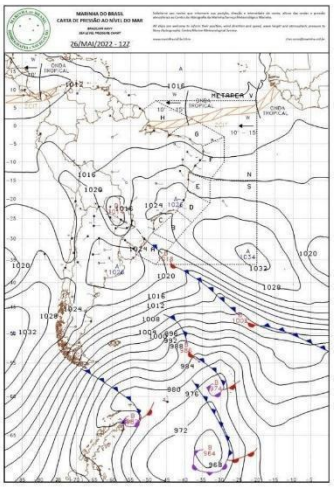
no extremo sul do Estado (Figura 5b), que avançou pelo oceano Atlântico, acarretando mudança do tempo na faixa leste (Figura 5c). No dia seguinte (Figura 5d), uma frente fria sobre o Rio Grande Sul (RS) estava associada a um ciclone ocluso (ramo roxo) no oceano. Essa frente fria influenciou as condições do tempo no centro-norte do Estado, e na sua retaguarda, observou-se o avanço do anticiclone polar no sul do Estado (A).

No mês de junho, embora a precipitação tenha ficado próxima ao esperado segundo a NC, ainda não foi bem distribuída. Nos dezesseis primeiros dias do mês, não se registrou precipitação acima de 1 $mm.dia^{-1}$. Já no dia 17 de junho, a presença de uma frente fria (Figura 6a) gerou 34,2 mm de precipitação, o que corresponde a 30,3% do acumulado do mês.

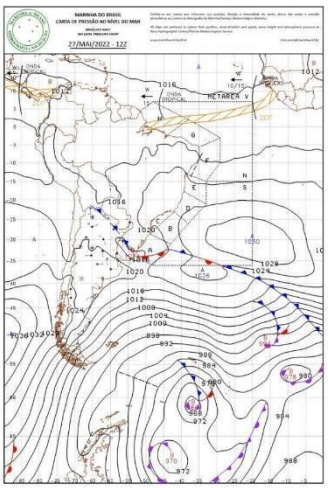
Em seguida, ocorreram quatro dias sem precipitação, até que outra frente fria(Figura 6b e 6c), gerou precipitação nos dias 22 e 23 de junho, com 2,7 e 23 $mm.dia^{-1}$, respectivamente. Cinco dias depois, uma nova frente fria foi responsável por 50,8 mm de precipitação acumuladas nos dias 28 e 29 de junho (Figura 6d e 19e).

Na Figura 6a, observou-se um sistema de baixa pressão atmosférica na costa leste do Rio Grande do Sul. A esse sistema de baixa pressão atmosférica estava associada uma frente fria que se estendeiade noroeste a sudeste do Estado. Na Figura 6b, observou-se uma frente estacionária (ramo vermelho e azul) sobre o RS. Sobre o RS, associada a um ciclone extratropical no oceano Atlântico. No oeste do estado, a baixa do Noroeste Argentino também contribuía para as instabilidades sobre o RS. Em seguida (Figura 6c), o ramo frontal frio avançou sobre o estado, impactando as condições do tempo no norte do RS. Na retaguarda desse sistema frontal, a alta polar avançou pelo sul do estado.

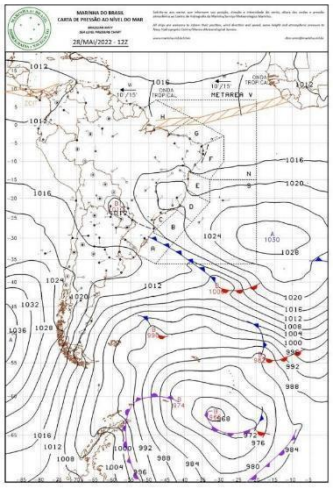
Figura 5 - Carta sinótica da marinha indicando os sistemas atuantes na região de estudo durante os dias a) 26/05/22, b) 27/05/22, c) 28/05/22 e d) 29/05/22, às 12Z



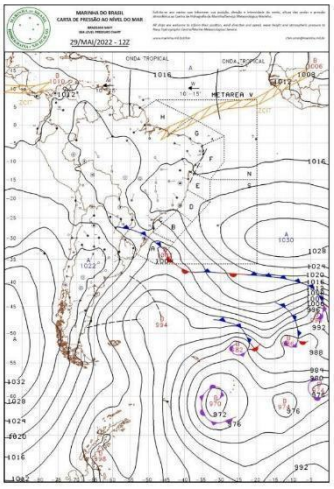
(a)



(b)



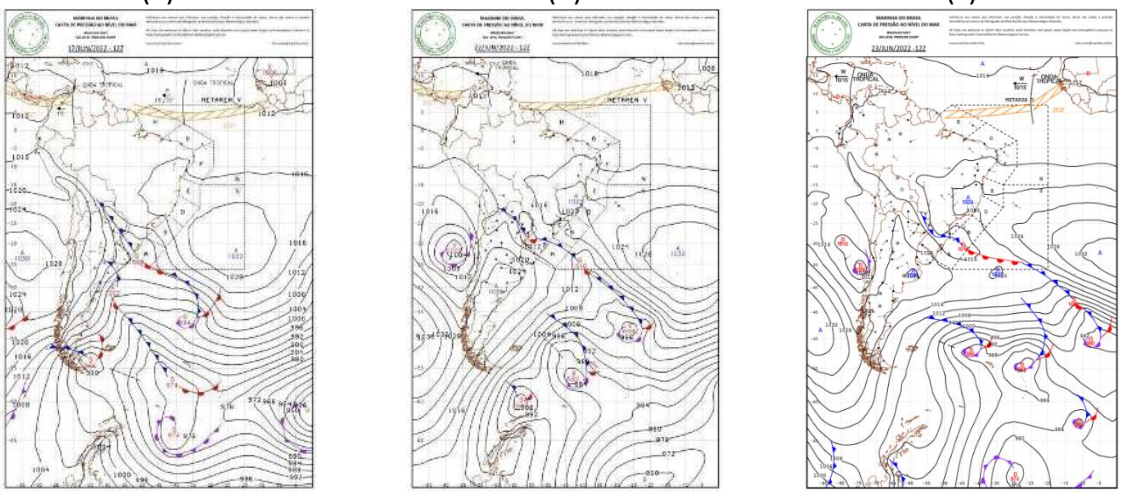
(c)



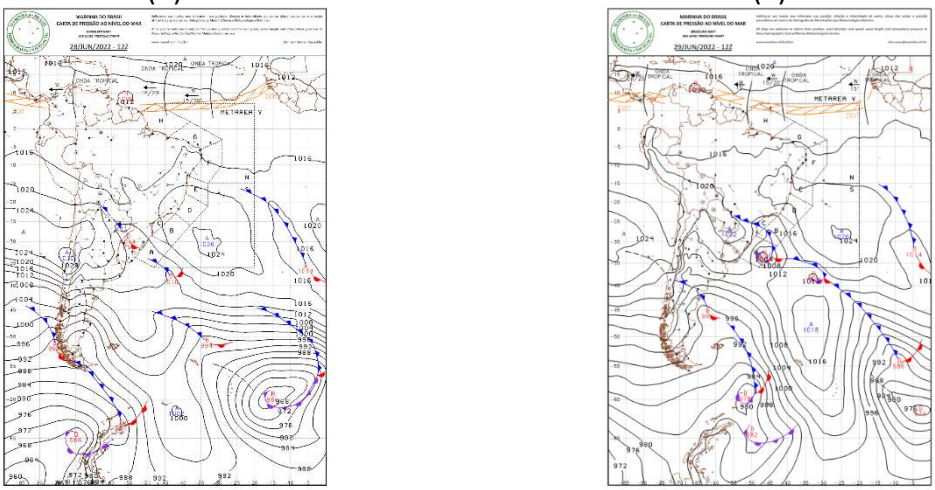
(d)

Figura 6 - Carta sinótica da marinha indicando os sistemas atuantes na região de estudo durante os dias a) 17/06/22, b) 22/06/22, c) 23/06/22, d) 28/06/22 e e) 29/06/22, às 12Z

(a) (b) (c)



(d) (e)



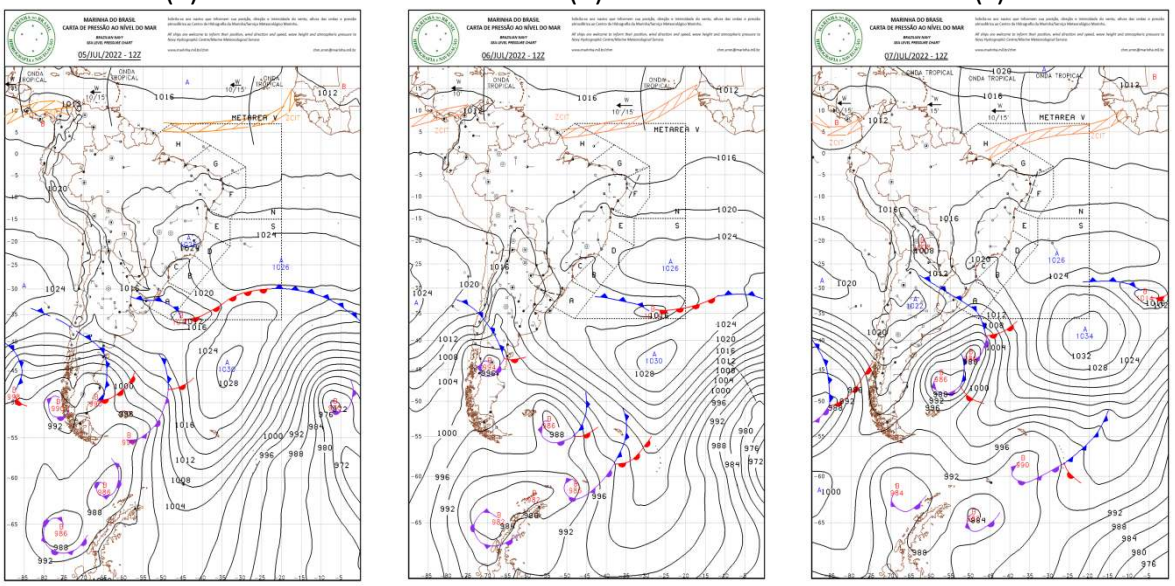
Na Figura 6d, observa-se uma frente estacionário atuando sobre o RS. Essa frente que conseguiu avançar sobre o ar quente, como mostrado na Figura 6e, evoluindo para uma frente fria associada a um ciclone extratropical ocluso no Atlântico, causando muita chuva no Estado. Esse comportamento de chuva excessiva é semelhante ao encontrado por Palenzuela *et al*. (2019) que estudou um caso de sistema frontal na cidade de Pelotas em 28 de janeiro de 2009, que causou precipitação extrema e inundações.

Na Figura 7a, observou-se um cavado no oeste do RS e uma frente fria associada a um ciclone extratropical no Atlântico atuando no sul do estado. O cavado estendeu-se por todo o

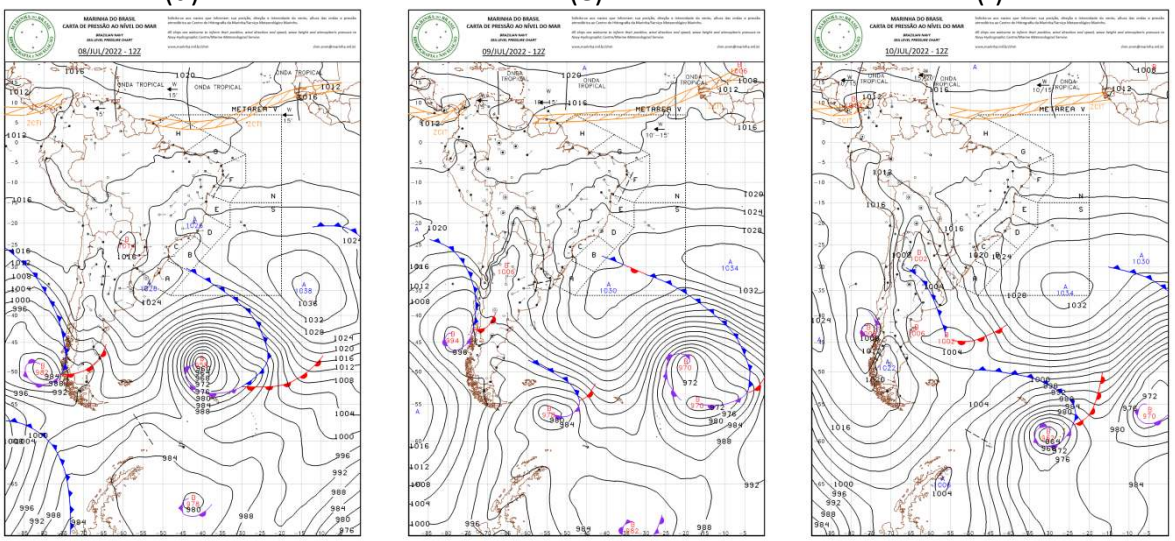
sul do RS (Figura 7b) e evoluiu para um ciclone extratropical com um ramo frio associado sobre o estado (Figura 7c).

Figura 7 - Carta sinótica da Marinha do Brasil indicando os sistemas atuantes na região de estudo nos dias a) 05/07/22, b) 06/07/22, c) 07/07/22, d) 08/07/22, e) 09/07/22 e f) 10/07/22, às 12Z

(a) (b) (c)



(d) (e) (f)



O sistema frontal avançou, e as condições do tempo passaram a ser influenciadas pela Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) a leste do estado, um padrão sinótico que contribui para acumulados de precipitação, conforme evidenciado Reboita (2019), e a Baixa do Noroeste Argentino (BNOA) no oeste do estado (Figura 7d). A BNOA continuou atuando e se propagou para as demais regiões do Estado influenciando as condições do tempo (Figura 7e e 20f). Esse padrão favorece precipitações intensas e acumulados pluviométricos, como descrito por Seluchi e Saulo (2012).

Na Figura 8a e 8b das 00Z e 12Z, observa-se uma frente fria atuando sobre o norte do Rio Grande e Sul e, em sua retaguarda, uma alta polar pós frontal no sul do Estado. A atuação dessa frente sobre a região explica a precipitação acumulada.

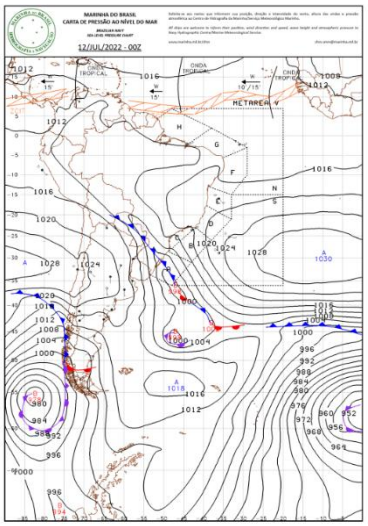
A análise sinótica baseada nas cartas sinóticas da Marinha para os dias 15, 16 e 17 de julho de 2022, às 12Z (Figura 9), evidencia a passagem de uma frente fria seguida pela atuação de uma massa de ar polar na região de estudo. Esses sistemas são determinantes para as condições climáticas observadas, com chuvas e tempestades associadas à frente fria, seguidas por tempo frio e seco devido à alta pressão pós-frontal.

Na Figura 10a, observou-se uma frente fria atuando sobre o centro-norte do Rio Grande do Sul. Essa frente fria estava associada a um ciclone extratropical no oceano Atlântico. Na Figura 10b, essa frente fria já não estava sobre o Estado, deixando de exercer influência nos acumulados de precipitação.

O mês de julho apresentou um padrão sinótico com incursões de sistemas frontais pelo estado que causaram expressivos acumulados de precipitação. Este padrão sinótico é comum durante oinverno climático, período que o experimento de campo foi conduzido. Estes sistemas, especialmente os sistemas frontais frios, que atuaram, podem resultar em acumulados de chuva acima da média, como evidenciado por Seluchi e Saulo (2012), e provocar prejuízos na agricultura, como ocorreu na terceira época de semeadura da canola.

Figura 8 - Carta sinótica da Marinha do Brasil indicando os sistemas atuantes na região de estudo. no dia 12/07/22, às a) 00Z e b)12Z

(a)



(b)

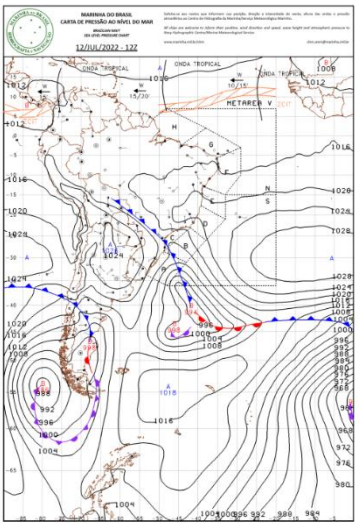
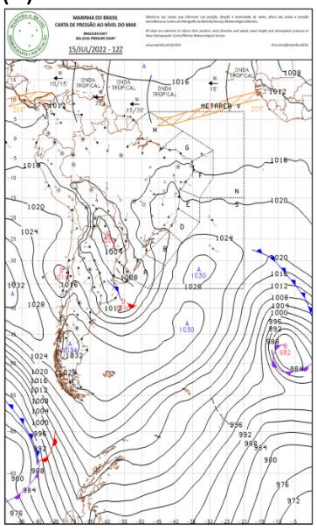
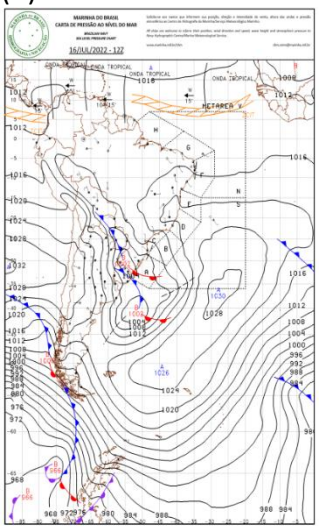


Figura 9 - Carta sinótica da Marinha do Brasil indicando os sistemas atuantes na região de estudo nos dias a) 15/07/22, b) 16/07/22 e c) 17/07/22, às 12Z

(a)



(b)



(c)

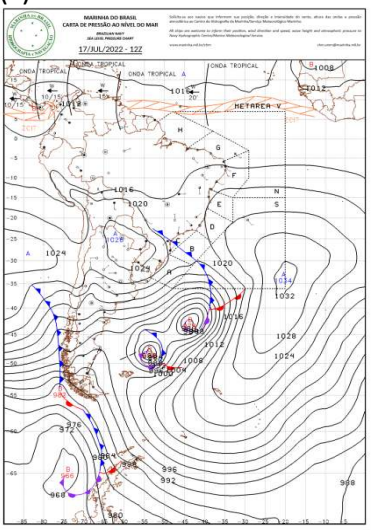
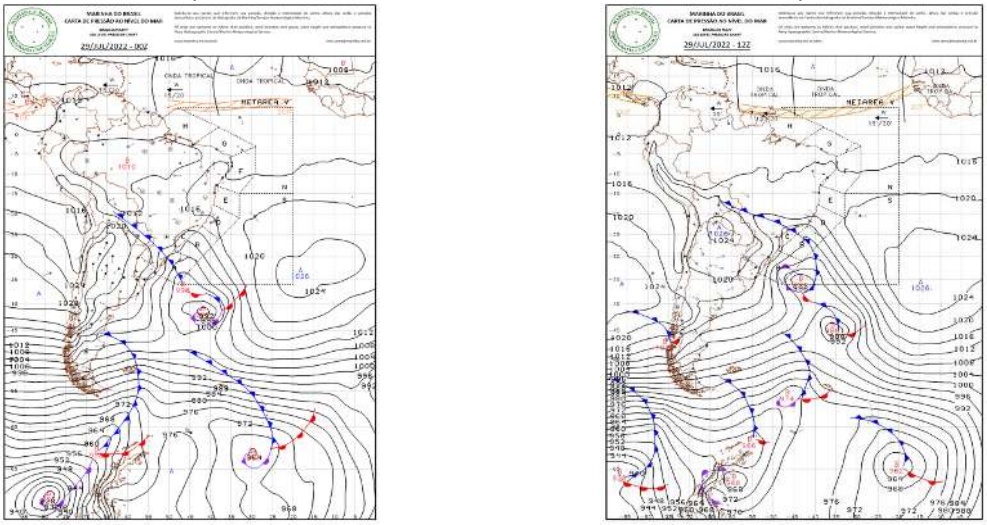


Figura 10 - Carta sinótica da marinha indicando os sistemas atuantes na região de estudo durante a) 29/07/2 às 00Z e b) 29/07/24 às 12Z.

a) b)



As análises sinóticas apresentadas destacam a importância de monitorar continuamente as condições meteorológicas e entender a dinâmica dos sistemas atmosféricos que atuam na região. Ferramentas de acesso livre, como as cartas sinóticas da Marinha, são recursos valiosos para prever eventos climáticos e mitigar seus impactos na agricultura. O conhecimento detalhado de sistemas atmosféricos, como frentes frias e sistemas de alta pressão, permite aos agricultores planejar melhor suas atividades, desde a semeadura até a colheita, garantindo uma produção agrícola mais eficiente e resiliente às variações climáticas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo destacou a influência decisiva da temperatura e da precipitação na emergência da canola em campo, especialmente em condições de solo com baixa capacidade de drenagem. Observou-se que temperaturas mais altas aceleram a emergência, enquanto a precipitação excessiva pode impedir completamente a germinação, como ocorreu durante a terceira época de semeadura devido ao encharcamento do solo. O expressivo acumulado de precipitação foi resultado da atuação de sistemas frontais frios associados à Baixa do Noroeste Argentino, destacando a importância de compreender a dinâmica dos sistemas atmosféricos na região.

A análise sinótica, fundamentada em ferramentas de acesso livre, como as cartas da Marinha, revelou-se eficaz para monitorar e prever condições meteorológicas que impactam diretamente o desenvolvimento agrícola. Este estudo oferece informações valiosas para produtores e pesquisadores

sobre como as variáveis climáticas afetam a canola, permitindo que os agricultores adaptem o calendário de semeadura e implementem práticas agrícolas que minimizem os efeitos negativos do clima.

Compreender essas influências é essencial para promover uma agricultura sustentável e resiliente, especialmente diante das variações climáticas. As descobertas podem ajudar os produtores a tomar decisões informadas e a adotar estratégias de mitigação de riscos, assegurando um melhor rendimento das culturas e contribuindo para a segurança alimentar regional.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Centro Agropecuário da Palma juntamente com o grupo de pesquisa da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), pelo suporte na condução dos experimentos.

REFERÊNCIAS

CANOLA COUNCIL OF CANADA. Acidity, salinity, solonetzic. In: **Canola growers manual.** Winnipeg: C.C.C., 2005, cap. 6, p. 599-606.

CENTRO AGROPECUÁRIO DA PALMA. **Centro Agropecuário da Palma » Localização.** Disponível em: https://www.ufpel.edu.br/centroagropecuariodapalma/localizacao. Acesso em: 2023.

CHAMPOLIVIER, L.; MERRIEN, A. Effects of water stress applied at different growth stages to *Brassica napus L. var. oleifera* on yield, yield components and seed quality. **European Journal of Agronomy**, v. 5, p. 153-160, 1996.

CRESPO, N. M. et al. A potential vorticity perspective on cyclogenesis over center-eastern South America. **International Journal of Climatology**, v. 41, n. 1, p. 663-678, 2021.

DALMAGO, G. A. et al. **Zoneamento agroclimático para a canola do Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008.

DALMAGO, G. A.; CUNHA, G. R.; SANTI, A.; PIRES, J. L. F.; MÜLLER, A. L.; BOLIS, L. M. Aclimatação ao frio e dano por geada em canola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 9, p. 933-943, 2010.

DORNELES, M. A. et al. Crescimento de canola em condições de encharcamento do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 5, p. 315-320, 2020.

DORNELES, V. R.; RIQUETTI, N. B.; NUNES, A. Forçantes dinâmicas e térmicas associadas a um caso de precipitação intensa sobre o Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, n. 26, p. 220-232, 2020. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/58162. Acesso em: jun. 2024.

EMBRAPA. **Canola:** estratégias para vencer o clima. 2010. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18118323/canola-estrategias-para-vencer-o-clima. Acesso em: jun. 2024.

EMBRAPA. **Caracterização geral do processo produtivo agrícola**. 2009. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do118_8.htm. Acesso em: 2 jul. 2023.

NOGUEIRA, M. V. C.; AMORIM, A. M.; MAIA, R. M.; PAULILLO, L. C. M. S. Estudos de espécies oleaginosas com potencial para a produção de biocombustíveis, da região do Riacho das Vacas - Bahia, Brasil. **Revista Diálogos e Ciências**, Ano 17, n. 39, p. 42-56, Salvador, Bahia, mar. 2017.

PALENZUELA, J. M. T.; GOMES, R. G.; FISCHER, G. R. Análise de um evento de precipitação extrema em Pelotas-RS associado à passagem de um sistema frontal. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 34, n. 1, p. 123-134, 2019.

PERES, L. F. **Avaliação e modelagem da frequência de ocorrência de dias secos consecutivos no Rio Grande do Sul e sua relação com o cultivo de milho (*Zea mays*).** 2004. 126 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

PEZZOPANE, J. E. M.; BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. Probabilidade de ocorrência de períodos secos no Estado do Rio Grande do Sul. ***Pesquisa Agropecuária Brasileira***, v. 37, n. 3, p. 363-369, 2002. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/pdf/probabilidades/probabilidade.pdf. Acesso em: 25 jul. 2023.

PISKE, S.; MARQUES, L. B. **Aspectos fisiológicos da canola cultivada sob condições de estresse hídrico.** Florianópolis: Epagri, 2015. Disponível em: https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/downloads/publicacoes/. Acesso em: jun. 2024.

PISKE, S.; MARQUES, L. B. **Factores climáticos e o desempenho das cultivares de trigo recomendadas para Santa Catarina.** Florianópolis: Epagri, 2017. 74 p. (Epagri. Boletim técnico, 200). Disponível em: https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/downloads/publicacoes/. Acesso em: jun. 2024.

POTTER, T. D.; ROBERTSON, M. J.; ASSENG, S. A crop simulation model for canola (*Brassica napus* L.): Model development, validation and application. **Field Crops Research**, v. 114, n. 2, p. 171-185, 2010.

RAYMER, P. L. **Canola:** an emerging oilseed crop. Disponível em: https://doi.org/10.2135/cropsci1995.0011183X003500010041x. Acesso em: 23 jul. 2023.

REBOITA, M. S.; AMBRIZZI, T.; SILVA, B. A.; PINHEIRO, R. F.; DA ROCHA, R. P. The South Atlantic Subtropical Anticyclone: Present and Future Climate. **Frontiers in Earth Science**, v. 7, 2019.

REINEHR, R.; SOUZA, C. G.; MACHADO, R. Influência da temperatura na germinação e desenvolvimento inicial de cultivares de canola. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 1, p. 45-52, 2016.

RIBEIRO, R. A.; SILVA, A. F.; TAVARES, M. Temperaturas extremas em Pelotas/RS. In: **VII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Anais**. Belém, 1992.

ROSA, O. L. **Aspectos meteorológicos relacionados com as geadas no estado do Rio Grande do Sul.** 2005. 89 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SANTOS, D. B. et al. **Os efeitos dos fenômenos El Niño e La Niña no estado do Rio Grande do Sul.** Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/339286852_Efeitos_dos_fenomenos_El_Nino_e_La_Nina_no_estado_do_Rio_Grande_do_Sul-Brasil. Acesso em: jun. 2024.

SCHERER, G. **Biometria e Ecofisiologia de híbridos de canola**. Relatório de estágio. Universidade Federal de Pelotas, 2021.

SELUCHI, M. E.; SAULO, A. C. Baixa do Noroeste Argentino e Baixa do Chaco: características, diferenças e semelhanças. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 27, n. 1, p. 49-60, 2012.

SMIDERLE, O. J. **Cultivo de canola (Brassica napus).** Boa Vista: Embrapa-RR, 2004. 2 p.

STRECK, N. A. A generalized nonlinear air temperature response function for node appearance in muskmelon (*Cucumis melo* L.). **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 10, n. 1, p. 101-107, 2002.

THOMAS, P. **Canola Growers Manual**. Winnipeg: Canola Council of Canada, 2003. 140 p.

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. 39 p. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 113).

VIEIRA, G. H. S. et al. Inf**luência do El Niño e La Niña na produtividade da canola em Passo Fundo, Rio Grande do Sul.** Disponível em: https://www.agraria.pro.br/sistema/index.php/agraria/article/view/2022/2023. Acesso em: jun. 2024.

WOLLNIK, S. L. Influência dos tipos de solos nas características fisiológicas da canola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 2019.

WRIGHT, P. R. et al. Comparative adaptation of canola (*Brassica napus*) and Indian mustard (*Brassica juncea*) to soil water deficit: plant water relations and growth. **Field Crops Research,** v. 85, p. 247-258, 2004.