



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

**JOÃO AUGUSTO GRZECZINSKI**

**INOCULAÇÃO DE BACTÉRIAS SOLUBILIZADORAS DE FÓSFORO E**  
**ADUBAÇÃO FOSFATADA EM CANOLA**

**CERRO LARGO**  
**2023**

**JOÃO AUGUSTO GRZECZINSKI**

**INOCULAÇÃO DE BACTÉRIAS SOLUBILIZADORAS DE FÓSFORO E  
ADUBAÇÃO FOSFATADA EM CANOLA**

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

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Renan Costa Beber Vieira

CERRO LARGO

2023

**Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Grzezzinski, João Augusto  
INOCULAÇÃO DE BACTÉRIAS SOLUBILIZADORAS DE FÓSFORO E  
ADUBAÇÃO FOSFATADA EM CANOLA / João Augusto Grzezzinski.  
-- 2023.  
41 f.

Orientador: Doutorado em Programa de Pós-Graduação em  
Ciência do Solo pela Universidade Federal do Rio Grande  
do Sul Renan Costa Beber Vieira

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo,RS, 2023.

I. Vieira, Renan Costa Beber, orient. II.  
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

**JOÃO AUGUSTO GRZECZINSKI**

**INOCULAÇÃO DE BACTÉRIAS SOLUBILIZADORAS DE FÓSFORO E  
ADUBAÇÃO FOSFATADA EM CANOLA**

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

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

09/02/2023

**BANCA EXAMINADORA**



---

Profº. Dr. Renan Costa Beber Vieira - UFFS

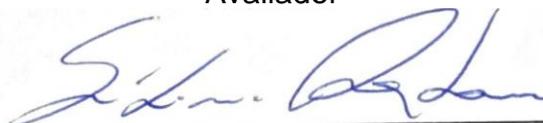
Orientador



---

Profº. Dr. Nerison Luis Poersch - UFFS

Avaliador



---

Profº. Dr. Sidinei Zwick Radons - UFFS

Avaliador

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho aos meus pais Irene (in memoriam) e Eduardo, que me deram a vida e sempre me incentivaram e me acompanharam durante toda a minha caminhada. Aos meus irmãos Nara, Décio, Fábio e Fabrício, que são meus esteios nos momentos de necessidade e meus eternos companheiros. A minha esposa Lara, sempre junto comigo me ajudando e enfrentando as dificuldades da vida com muito amor, carinho e paciência.*

***“É muito difícil enfrentar os obstáculos da vida sozinho. Vocês são o alicerce da minha construção e sem vocês tudo seria mais difícil. Obrigado por tudo”***

*DEDICO.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais Irene (in memoriam) e Eduardo que sempre foram meus exemplos e guiaram meus passos nesta vida. Aos meus irmãos Nara, Décio, Fábio e Fabrício, que sempre me deram suporte, incentivo e sempre me auxiliaram nas dificuldades desta caminhada. Aos meus cunhados César, Anna, Ester, Maiara e Eduardo, pelas palavras de incentivo e pela confiança no meu potencial. Aos meus sobrinhos Maria, André, Elise, Pedro, Ellen e Davi, que são os amores da minha vida e que me dão forças para seguir em frente.

Agradeço a minha esposa Iara, por sempre estar comigo, por me aconselhar, por me acalmar, por me ajudar em tudo e com tudo em todos os momentos. Você traz luz para as nossas vidas e sem você tudo seria muito mais difícil.

Aos meus tios, Nélio e Luciane, pessoas maravilhosas que sempre tem uma palavra de incentivo carinho e muita amizade. Vocês são um exemplo de vida para mim. A minha madrinha Inês e meu tio Renato, sempre atentos e companheiros, procurando auxiliar e ajudar no que for possível. A minha Tia Cleci e meu tio Darceli, por sempre estarem presentes e por ocuparem um lugar muito especial em minha vida.

Agradeço ao meu Orientador, professor Renan Costa Beber Vieira, por todo o incentivo, por toda confiança, atenção, ensinamentos e principalmente pela paciência. O senhor foi mais que um professor, foi um bom amigo que levarei para a vida.

Aos demais membros da banca de avaliação, Professor Nerison e Professor Sidinei, muito obrigado por terem aceitado me auxiliar a passar por mais esta importante etapa da minha formação profissional.

A todos os meus amigos, que não citarei nomes, mas que sempre estão e estiveram comigo nos bons e maus momentos e que sempre acreditaram no meu potencial durante todos estes anos de amizade.

Agradeço também a Universidade Federal da Fronteira Sul, com todos seus professores, técnicos e servidores, por oferecerem todo o suporte, ensino, auxílio e incentivo para a busca do conhecimento.

**MUITO OBRIGADO!**

## RESUMO

Dentre as culturas oleaginosas a canola destaca-se como a terceira mais produzida no mundo. É uma planta exigente em fertilidade e o correto manejo da adubação fosfatada é crucial para o desenvolvimento da cultura pois sua deficiência acarreta em grande diminuição da produtividade. As principais jazidas de rochas fosfatadas encontram-se fora do Brasil e estima-se que estejam em processo de esgotamento. Entre as alternativas para a diminuição da utilização de adubos fosfatados está a utilização de microrganismos solubilizadores do fósforo e entre eles estão os *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium*, que já apresentaram bons resultados quando inoculados nas culturas do milho e da soja. Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o uso de inoculante a base de microrganismos solubilizadores de fósforo, como alternativa para a diminuição do uso de adubos fosfatados na cultura da canola. O trabalho foi desenvolvido no município de Guarani das Missões – RS, utilizando o delineamento de blocos ao acaso (DBC), composto por cinco repetições e quatro tratamentos, totalizando 20 unidades experimentais. Os tratamentos foram nomeados como T1 que não recebeu adubação fosfatada e nem o inoculante, T2 que não recebeu adubação fosfatada e recebeu o inoculante, T3 que recebeu 100% da recomendação da adubação fosfatada e não recebeu o inoculante e T4 que recebeu 100% da recomendação da adubação fosfatada e recebeu o inoculante. A avaliação dos diferentes tratamentos foi realizada através dos componentes de rendimento da cultura que foram o número de siliquis por planta, o número de grãos por síliqua, o peso de mil grãos e a produtividade em kg ha<sup>-1</sup>, corrigidas para 13% de umidade. Quanto a utilização do adubo fosfatado, os tratamentos que receberam a adubação (T3 e T4) obtiveram médias dos componentes de rendimento e de produtividade superiores aos que não receberam (T1 e T2). Já o uso do inoculante, apesar de proporcionar médias maiores aos tratamentos em que foi realizada a inoculação (T2 e T4), não resultou em diferenças significativas em relação aos tratamentos em que o inoculante não foi aplicado (T1 e T3).

Palavras-chave: *Brassica napus* L. var. *oleifera*. Disponibilidade de fósforo. *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*.

## ABSTRACT

Amongst the oilseeds crops canola stands out as the third largest production in the world. It's a demanding plant in terms of fertility and the correct handling of phosphate fertilization is crucial for the development of the crops seen as its deficiency causes a drop in the production. The primary phosphate deposits are found abroad and are estimated to be in a process of depletion. In the alternatives for reducing the use of phosphate fertilizers is the use of microorganisms that are capable of dissolving the phosphorus, such as *Bacillus subtilis* and *Bacillus megaterium*, that already present good results when inoculated in wheat and soybean crops. Therefore, this article had as a goal the analysis of the use of inoculants based on phosphorus-solubilizing microorganisms, as an alternative to reducing the uses of phosphorus fertilizers in canola crops. The research was developed in the city of Guarani das Missões - RS, using Randomized Block Delineation (RBD), composed by five repetitions and four treatments, totaling in 20 plots. The treatments were named as T1 that didn't receive neither the phosphate fertilizer nor the inoculant, T2 that didn't receive the phosphate fertilizer but received the inoculant, T3 that received 100% of the recommended phosphate fertilizer and didn't receive the inoculant and T4 that received 100% of the recommended phosphate fertilizer and received the inoculant. The evaluation of the different treatments was made through the crop yield components that are the number of siliques per plant, the number of grains per silique, the weight of a thousand grains and the productivity in kg ha<sup>-1</sup>, corrected to 13% of humidity. In the utilization of the phosphate fertilizer, the treatments that received it (T3 and T4) had higher averages in crop yields and productivity than the ones that didn't receive it (T1 and T2). As for the utilization of the inoculant, even though it provided slightly higher averages in the treatments that were inoculated (T2 and T4), it didn't result in significant differences in comparison to the treatments in which the inoculant wasn't used (T1 and T3).

Keywords: *Brassica napus* L. var. *oleifera*. Phosphorus availability. *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*.

## LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 – Abertura das linhas de semeadura com o sulcador manual – Guarani das Missões, 2022.....	24
Imagem 2 – Plantas de canola selecionadas dentro da área útil da parcela – Guarani das Missões, 2022.....	27

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Croqui de distribuição dos tratamentos no experimento - Guarani das Missões, 2022. ....	25
Figura 2 – Precipitações pluviométricas mensais no período do experimento - Guarani das Missões, 2022. ....	28
Figura 3 – Temperaturas médias mensais no período do experimento - Guarani das Missões, 2022. ....	29

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características químicas do solo na área do experimento – Guarani das Missões, 2022. ....	23
Tabela 2 – Composição dos tratamentos com e sem adubação fosfatada e inoculação utilizados no experimento - Guarani das Missões, 2022. ....	26
Tabela 3 - Número Síliquas por Planta (NSP), Número de Grãos por Siliqua (NGS) e Peso de Mil Grãos (PMG) da canola submetida ou não a aplicação de inoculante e adubação fosfatada - Guarani das Missões, 2022.....	30
Tabela 4 – Produtividade em kg ha <sup>-1</sup> da cultura da canola, submetida ou não a aplicação de inoculante e adubação fosfatada - Guarani das Missões, 2022. ....	32

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>13</b>
2.1 CANOLA.....	13
2.1.1 <i>Caracterização e potencialidades da cultura da canola.....</i>	<i>13</i>
2.1.2 <i>Cultivo da canola .....</i>	<i>14</i>
2.1.3 <i>Exigências nutricionais da canola.....</i>	<i>15</i>
2.2 FÓSFORO.....	16
2.2.1 <i>Fertilizantes fosfatados.....</i>	<i>16</i>
2.2.2 <i>Fósforo no solo.....</i>	<i>17</i>
2.2.3 <i>Fósforo nas plantas .....</i>	<i>19</i>
2.3 MICRORGANISMOS SOLUBILIZADORES DE FOSFATOS.....	20
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>22</b>
3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO.....	22
3.2 PREPARO DA ÁREA E IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO .....	22
3.3 TRATAMENTOS .....	25
3.4 AVALIAÇÕES.....	26
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>28</b>
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>34</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A canola (*Brassica napus* L. var. *oleífera*) é uma planta originária do melhoramento genético da colza, pertencente à família *Brassicaceae*, e vem ganhado um papel de destaque na agricultura, principalmente na região sul do Brasil, devido a uma série de características que podem contribuir para melhorar os sistemas produtivos (TOMM *et al.*, 2009a).

Por ser de uma família de plantas diferentes da maioria das espécies cultivadas em larga escala (como o milho, soja e trigo), a canola não é hospedeira de várias doenças que resistem nos restos culturais. Desta forma acaba interrompendo o ciclo de várias doenças que acometem as culturas tradicionais, sendo uma excelente alternativa para utilização em rotação de culturas. Também, por se tratar de uma cultura de inverno, não compete por área com as principais culturas de verão (soja, milho), que são a base econômica da agricultura (TOMM, 2005).

Além disto, apresenta um alto teor de óleo em suas sementes (38%) com ótima composição de ácidos graxos, fornece óleo para o consumo humano e também para a produção de biocombustíveis. Ainda o farelo de canola, resíduo resultante da extração do óleo, apresenta uma concentração de proteína próxima a 28%, tornando-se assim uma excelente alternativa para utilização nas dietas de bovinos, ovinos, aves, suínos, etc. (TOMM, 2007).

A canola apresenta uma eficiente absorção e utilização do fósforo presente no solo, por ter um sistema radicular pivotante com raízes laterais. Com isto acaba explorando uma área de solo maior e extraíndo quantidades deste nutriente por tonelada de grãos, superiores a culturas de cereais como o milho e o trigo por exemplo. A disponibilização deste nutriente para a cultura torna-se de suma importância visto que sua deficiência resulta em grandes perdas na produção de grãos (TOMM *et al.*, 2010).

O fósforo na planta, está presente em diversas estruturas celulares, e também participa de reações metabólicas importantes, sendo constituinte de moléculas que armazenam e fornecem energia para a planta além de fazerem parte dos ácidos nucléicos (DNA e RNA), (REETZ, 2016).

Contudo, a disponibilidade de fósforo nos solos tropicais é baixa, devido ao material de origem destes solos não apresentarem quantidades significativas deste

mineral. Agrega-se a isto, a capacidade que este nutriente apresenta de formar compostos ligando-se a diversas estruturas do solo e desta forma tornando-se indisponível para a absorção pelas plantas. Por conta disto, este nutriente torna-se um limitante da produtividade, pois a cada cultivo quantidades significativas devem ser adicionadas ao solo para suprir a demanda pelas culturas (REETZ, 2016).

A mobilidade no solo do fósforo é muito baixa, e sua absorção ocorre principalmente por difusão necessitando assim, que ocorra uma concentração adequada deste nutriente junto a rizosfera das plantas para um aproveitamento eficiente (COSTA *et al.*, 2006).

As maiores jazidas de minerais que contém fósforo estão fora do Brasil, e encontram-se em processo de esgotamento. Estimasse que as reservas mundiais de fósforo venham a acabar ainda antes que as reservas mundiais de petróleo. Estes fatos acabam tornando este nutriente de elevado custo para os sistemas de produção (FIXEM, 2009; CASSELA, 2019).

Com vistas a um melhor aproveitamento do fósforo aplicado e também do presente no solo, várias pesquisas vêm sendo realizadas com microrganismos capazes de solubilizar o fósforo retido nas partículas do solo e torna-lo disponível para a absorção e aproveitamento pelas plantas. Entre eles estão os *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* que apresentaram bons resultados quando inoculados em diversas culturas (milho, soja, trigo, arroz, etc.), aumentando a produtividade por área e provando-se economicamente viáveis (RAJAPAKSHA *et al.*, 2011; GRANADA *et al.* 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2020b).

Considerando estas informações, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o uso de inoculante a base de microrganismos solubilizadores de fósforo, como alternativa para a diminuição do uso de adubos fosfatados na cultura da canola.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CANOLA

#### 2.1.1 Caracterização e potencialidades da cultura da canola

A canola (*Brassica napus* L. var. *oleífera*), pertence à família *Brassicaceae*, como o repolho e a couve e ao gênero *Brassica*. Na Europa o óleo de canola é o mais utilizado na produção de biodiesel (TOMM *et al.*, 2009a). Das culturas oleaginosas, a canola é a terceira mais produzida no mundo. No Brasil os grãos produzidos apresentam teores de óleo em torno de 38%, e o farelo resultante da extração do óleo apresenta-se como uma excelente alternativa para alimentação de animais como bovinos, suínos, ovinos e aves, pois contém teores de proteína que variam entre 34 a 38%, sendo que os grãos produzidos no país apresentam de 24 a 27% de proteína (TOMM, 2005; 2007). O mesmo autor também cita que o óleo é utilizado para fabricação de biodiesel, lubrificantes e também nas dietas para humanos, por conter uma ótima composição de ácidos graxos.

No Brasil as médias produtivas são de 30 sacas ha<sup>-1</sup> (1.800 kg ha<sup>-1</sup>), sendo que o potencial produtivo, segundo Thomas (2003), pode ser ampliado através do aprimoramento tecnológico e com a maior especialização dos produtores, pois as cultivares existentes podem alcançar até 4.500 kg ha<sup>-1</sup>. Além disso a cultura da canola por pertencer a família *Brassicaceae* auxilia na redução de doenças nas culturas subsequentes de famílias como *Poaceae* e *Fabaceae*, reduzindo os custos de produção e aumentando relativamente a produtividade destas tornando-se assim, uma excelente cultura para diversificação dos cultivos. Com semeadura a partir de 15 de abril até 30 de junho no Rio Grande do Sul e de fevereiro a março na região Centro-Oeste do Brasil, a cultura da canola apresenta-se como alternativa para cultivos de inverno (TOMM, 2005).

Segundo Tomm *et al.* (2009b), quando há a escolha pelo cultivo da canola se evita o fato de as áreas passarem por um período de pousio, que pode levar a degradação do solo através da lixiviação de importantes nutrientes como o nitrogênio e o potássio. Também podem ocorrer perdas de nutrientes através das enxurradas, o que é comum em áreas sem cobertura vegetal. Outra desvantagem

do pousio é a multiplicação de plantas daninhas, fato que acarreta no aumento da necessidade de uso de herbicidas nas culturas de verão.

A produção total da canola no Rio Grande do Sul na safra 2020 foi de 42,5 mil toneladas em 34,8 mil hectares, chegando a uma produtividade média de 1.221 kg ha<sup>-1</sup>. Esta produção representa uma diminuição de 10,9% em relação à safra 2019. Em 2021 a área de canola semeada no Rio Grande do Sul, atingiu 38,3 mil hectares, o que representa um aumento de 10% na área cultivada em relação ao ano anterior (CONAB, 2021).

### 2.1.2 Cultivo da canola

A canola é cultivada de forma totalmente mecanizada, sendo que as máquinas utilizadas no cultivo são praticamente as mesmas utilizadas nos demais cultivos que ocorrem na região (soja, milho, trigo), sofrendo apenas pequenas adaptações para as operações de semeadura e de colheita e desta forma não necessita de altos investimentos para aquisição de máquinas para o cultivo (TOMM *et al.*, 2009b).

O aproveitamento dos nutrientes minerais do solo e principalmente da água pela canola é maior do que algumas culturas de cereais, como por exemplo o milho e o trigo, devido ao fato de apresentar raiz pivotante com elevado número de raízes laterais, o que lhe permite explorar uma maior área de solo e também atingir profundidades maiores. Além disso por ter o sistema radicular mais profundo, consegue atuar de forma mais eficiente na reciclagem de nutrientes do solo, absorvendo estes em camadas mais profundas e deixando-os sob o solo nos restos culturais (TOMM *et al.*, 2010).

Segundo Dalmago *et al.* (2008), a cultura é considerada uma espécie de clima frio e se desenvolve melhor em regiões de temperaturas médias de 20°C. Geadas podem causar prejuízos principalmente nos estádios de plântula e no período de floração, e também, temperaturas acima dos 27°C causam abortamento de flores reduzindo a produção de grãos. “A falta de água durante a germinação/emergência das plantas e durante a floração, comprometem o desempenho da cultura”. Ainda o excesso de chuvas e a presença de ventos fortes no período em que as siliquis estão maduras, causa prejuízos devido a deiscência natural que ocorre com as mesmas.

A ocorrência de geadas no período de floração da canola causa diminuição no rendimento de grãos devido a redução do número de síliquas por planta e do número de grãos por síliqua (DALMAGO *et al.*, 2010).

Em termos de necessidade hídrica, a canola requer entre 312 e 500 mm de água para seu correto crescimento e desenvolvimento e também necessita de clima frio e de elevada luminosidade. Desta forma indica-se o período entre o outono e a primavera para realizar o cultivo e em regiões mais quentes (tropicais), procurar altitudes maiores (acima de 600 m), para que as temperaturas noturnas sejam mais amenas favorecendo a cultura (TOMM *et al.*, 2008; TOMM, 2006).

O solo para cultivo da canola, deve ser bem drenado e não compactado e estar livre de doenças como a canela-preta (causada pelo fungo *Leptosphaeria maculans/Phoma lingam*) e esclerotínia (*Sclerotinia sclerotiorum*) (TOMM, 2007).

### **2.1.3 Exigências nutricionais da canola**

Para o bom desenvolvimento da cultura da canola, o pH do solo deve estar entre 5,5 e 6,0, com fertilidade média a alta (TOMM, 2007). O autor também cita que a canola por ter altos índices proteicos, necessita de uma adubação consistente em quantidades de N e de S, pois normalmente ocorre escassez destes elementos em solos ácidos ou com baixos teores de matéria orgânica. Considerando um solo com fertilidade média/alta, as quantidades de N e S a serem aplicadas na cultura para uma produção média de 1.500 kg ha<sup>-1</sup> ficam em torno de 60 kg ha<sup>-1</sup> e 20 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

A canola absorve e utiliza de forma eficiente o fósforo disponível no solo. O potássio é requerido em menores quantidades em relação as demais culturas, pois a quantidade deste nutriente translocada para os grãos é pequena. A reposição destes nutrientes para a cultura, dependerá em grande parte da adubação feita nos cultivos que a antecederam, sejam eles de gramíneas ou de leguminosas (TOMM *et al.*, 2009b).

Não há, geralmente, grandes deficiências de P e K para a cultura da canola nos solos com altos rendimentos de grãos de milho e/ou soja, porém, a extração destes nutrientes pela cultura da canola é maior que a da cultura do trigo por tonelada de grãos ha<sup>-1</sup> (TOMM, 2007), e de acordo com a recomendação do Manual de Adubação e Calagem Para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina

(SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2016), as quantidades a serem aplicadas destes nutrientes variam entre 30 a 140 kg de  $P_2O_5$  ha<sup>-1</sup> e 25 a 105 kg de  $K_2O$  ha<sup>-1</sup> para um rendimento de grãos em torno de 1.500 kg ha<sup>-1</sup>. Não tem sido detectadas deficiência de micronutrientes nas lavouras de canola no RS.

Visando aproveitar ao máximo o uso dos nutrientes do solo, em especial o nitrogênio, e também minimizar a transmissão de doenças, Tomm (2007), sugere que a sequência para uma eficiente rotação de culturas a ser adotada com a cultura, seja: soja – canola – milho – trigo.

Com essas características, a área de cultivo de canola tende a aumentar no Brasil, destacando-se a procura do produto no mercado nacional e Europeu, e por ser uma alternativa econômica para os agricultores brasileiros. Considerando o desenvolvimento da cultura da soja no Brasil, se houverem incentivos a pesquisa do cultivo de canola, o país poderá se tornar um dos maiores produtores e exportadores mundiais da cultura (TOMM *et al.*, 2010).

## 2.2 FÓSFORO

### 2.2.1 Fertilizantes fosfatados

Fertilizantes são definidos pela legislação brasileira como substâncias minerais ou orgânicas, naturais ou sintéticas que fornecem um ou mais nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas (AGROLINK, 2016).

A intensa utilização dos solos para os cultivos agrícolas acaba por diminuir a sua fertilidade, limitando a sua produtividade. Nos trópicos a maior pressão populacional exige uma maior utilização dos solos ditos “velhos”, que já passaram por cultivos mais intensos e permaneceram mais tempo expostos aos agentes climáticos, tornando-se assim mais pobres em termos de disponibilidade de nutrientes. Desta forma torna-se necessário o conhecimento das características e propriedades químicas e físicas destes solos visando um manejo adequado e o uso racional dos insumos para produções mais rentáveis (EMBRAPA, 2010).

Conforme Bissani *et al.* (2004), o fósforo é classificado como um macronutriente para as plantas, porém a sua concentração nas plantas é menor que os demais macronutrientes como o nitrogênio e o potássio por exemplo. Também se configura como um fator limitante no rendimento das culturas, pois a sua

disponibilidade no solo, principalmente em solos ácidos, é muito baixa, por apresentar a característica de formar compostos de baixa solubilidade no solo.

O uso adequado dos fertilizantes minerais tornou-se de suma importância para a agricultura mundial, visto que sem a sua utilização o mundo poderia produzir apenas a metade dos alimentos que produz, e haveria a necessidade de se explorar novas áreas para a produção, levando a destruição de mais áreas florestais para o cultivo de alimentos. (REETZ, 2016).

Os adubos fosfatados dividem-se em: fosfatos naturais (Apresentam alto teor de fósforo, podendo ser naturais ou orgânicos, pouco solúveis em água e reação lenta no solo); termofosfatos (Fusão de rochas fosfatadas com rochas magnesianas em alta temperatura (1450°C), seguida por rápido resfriamento com água); fosfatos solúveis (Maior solubilidade em água, obtidos pela reação de fosfatos naturais com ácidos fortes concentrados ou pela reação do ácido fosfórico com amônia) e fosfatos parcialmente acidulados (Somente parte da rocha fosfática reage com o ácido para formar o fosfato solúvel) (BISSANI *et al.*, 2004). O mesmo autor também ressalta que fatores como a forma química, a granulação, o método de incorporação, as propriedades do solo (acidez e capacidade de retenção do fósforo), o clima, a quantidade de fósforo aplicada, entre outros, influenciam na eficiência dos adubos fosfatados.

O fósforo é um elemento essencial para plantas e animais, porém este nutriente não é renovável e não possui substituto conhecido, além de existirem poucas áreas a nível mundial onde este mineral é extraído. Especialistas divergem sobre a disponibilidade global das reservas de fósforo, sendo que alguns apontam que em cerca de 80 anos as reservas conhecidas se esgotariam, mas outros apontam que o dia 0 seria daqui a 400 anos e ainda alguns mais pessimistas sugerem que dentro de 40 anos teremos que encontrar uma solução para este problema iminente (FIXEM, 2009; CASSELA, 2019). Já Baveye (2015), afirma que a questão do fósforo deve ser vista por outras perspectivas, como a geopolítica e principalmente a ambiental, pois se de fato novas reservas de rocha fosfática forem identificadas, os esforços para uso racional deste elemento podem ser abandonados como já aconteceu no passado.

### **2.2.2 Fósforo no solo**

A disponibilidade de fósforo nos solos de regiões tropicais é baixa devido a sua baixa concentração nestes solos e também a sua elevada capacidade de adsorção, tornando a adição deste nutriente no solo, um fator decisivo e que pode ser limitante para a obtenção de volumes de produção economicamente satisfatórios. Os óxidos de ferro e de alumínio afetam as quantidades de fósforo aplicado como fertilizante nestes solos, pois ligam-se a este elemento e o tornam indisponível. A difusão é o principal meio de transporte do fósforo no solo e é influenciada por fatores como o conteúdo de água no solo, a interação do nutriente com os coloides do solo, a distância até as raízes, a concentração do elemento e a temperatura do solo (COSTA *et al.*, 2006).

A maior parte dos solos agrícolas brasileiros são classificados como latossolos e apresentam baixa fertilidade natural além de baixo pH e alta concentração de Alumínio (Al). Também apresentam baixa disponibilidade de fósforo (P) devido a característica de alta adsorção e formação de fosfatos de Fe e Al. Os fosfatos menos solúveis e com maior presença nos solos agrícolas são o fosfato de ferro (Fe-P), fosfato de alumínio (Al-P) e o fosfato de cálcio (Ca-P). (RIBEIRO *et al.* 2018).

O fósforo está presente nas fases sólida (P-sólido) e líquida (P-solução) do solo, apresentando-se tanto na forma orgânica como na inorgânica. O fósforo da solução mantém-se em equilíbrio com o fósforo da fase sólida, porém devido a pequena quantidade de água no solo e a baixa solubilidade dos fosfatos a quantidade de fósforo na solução é bem inferior a contida na fase sólida. O fósforo da solução do solo é principalmente inorgânico e sua concentração geralmente é menor que  $0,1 \text{ mg dm}^{-3}$ , mesmo assim, é da solução do solo que as plantas retiram o fósforo necessário para o seu desenvolvimento. As quantidades de P-sólido variam entre 300 e  $3400 \text{ mg dm}^{-3}$  (BISSANI *et al.*, 2004).

O fosfato adicionado ao solo dissolve-se e passa para a solução do solo. Devido a sua baixa solubilidade e forte capacidade de adsorção a maior parte passa para a fase sólida, onde parte fica como fósforo lábil (trocável), que retorna à solução do solo quando diminui sua concentração devido principalmente a absorção pelas plantas e a maior parte fica como fósforo não-lábil (adsorvido as partículas do solo) (RAIJ, 1981).

Para estar disponível para as plantas, o fósforo deve estar na forma inorgânica e presente na solução do solo. Conforme ocorre a absorção do fósforo da

solução do solo, uma parte do fósforo que está adsorvido as partículas do solo é liberado, para manter as quantidades de P-solução e P-sólido em equilíbrio. Porém as quantidades de P-solução vão diminuindo conforme ocorre esta absorção. De todo o fósforo presente no solo, a maior parte encontra-se fortemente ligado as partículas do solo e conseqüentemente está indisponível para as plantas (fósforo não-lábil ou não trocável) e em solos ácidos encontra-se ligado aos óxidos de ferro e de alumínio. Uma parte menor encontra-se ligado de forma menos íntima, e desta forma, em uma eventual diminuição do P-solução pode ser disponibilizado para que ocorra o equilíbrio entre o P-solução e o P-sólido (fósforo lábil ou trocável). A acidez do solo pode influenciar nesta liberação pois os íons  $\text{OH}^-$  quando presentes na solução do solo, podem ocupar as ligações dos óxidos impedindo a adsorção dos fosfatos e liberando o fósforo para a solução do solo, ou seja, ocorre uma troca do fósforo pelas oxidrilas. Ainda uma pequena parte encontra-se dissolvido na solução do solo prontamente disponível para as plantas. (BISSANI *et al.*, 2004).

### 2.2.3 Fósforo nas plantas

As plantas absorvem o fósforo presente na solução solo. Todo fósforo absorvido se encontra nas formas inorgânicas  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  e  $\text{HPO}_4^{2-}$ , sendo que o fósforo contido na matéria orgânica deve ser mineralizado pela ação dos microrganismos do solo para que fique disponível para as plantas (SANTOS, 2020).

O fósforo participa na fotossíntese capturando e transferindo energia para as ligações químicas. Também está presente em grandes quantidades nos tecidos meristemáticos e nas partículas de DNA e RNA. O fósforo também participa no metabolismo dos açúcares e amidos, todos fundamentais nos processos de divisão celular e crescimento das plantas (REETZ, 2016).

A concentração de fósforo é maior nos tecidos mais jovens das plantas devido a maior atividade metabólica destes em relação aos tecidos mais velhos. Ainda devido a sua alta mobilidade na planta, o fósforo pode ser translocado de tecidos mais velhos para tecidos mais jovens. Em geral, as maiores concentrações de fósforo estão nas sementes. A concentração total de fósforo na planta aumenta quando a disponibilidade de fósforo no solo é maior (BISSANI *et al.*, 2004).

Portanto, o suprimento adequado de fósforo para as plantas é essencial desde os estádios iniciais, pois as restrições deste elemento no início do ciclo

vegetativo podem causar problemas de desenvolvimento dos quais a planta não se recupera posteriormente, mesmo elevando o suprimento de fósforo para os níveis adequados. Os sintomas de deficiência são: diminuição na altura da planta, atraso na emergência das folhas, redução na brotação e desenvolvimento de raízes secundárias, na produção de matéria seca e na produção de sementes. Ainda ocorrem má fecundação, maturação tardia dos frutos, falha na granação de cereais, folhas de cor verde escuro até tons arroxeados ou ainda amarelecimento, secamento e morte das folhas a partir das pontas (GRANT *et al.*, 2001; BISSANI *et al.*, 2004).

### 2.3 MICRORGANISMOS SOLUBILIZADORES DE FOSFATOS

A utilização de microrganismos solubilizadores de fosfatos pode contribuir para redução na utilização de fertilizantes importados nas culturas de grãos, diminuindo os custos da produção agrícola e também os impactos ambientais (GOMES *et al.*, 2014). Os inoculantes produzidos com estes microrganismos apresentam baixo custo, são ambientalmente seguros e podem ser usados para suplementar os fertilizantes químicos sintéticos (OLIVEIRA *et al.*, 2020a). Estudos realizados pelo autor demonstram que o uso destes inoculantes aumentam o fósforo disponível e a absorção deste pelas plantas, pois estes microrganismos atuam na solubilização do fósforo e/ou na liberação de fosfatos solúveis através da sua ação quelante sobre os cátions.

Microrganismos promotores de crescimento de plantas são amplamente conhecidos e utilizam mecanismos como a fixação biológica de nitrogênio, síntese de hormônios vegetais e solubilização de nutrientes do solo, como fósforo (P) e potássio (K), para promover este crescimento (GUPTA *et al.*, 2015).

Bactérias promotoras de crescimento de plantas podem atuar na liberação do fósforo de fosfatos insolúveis disponibilizando o fósforo de forma solúvel na solução do solo, além de minimizar estresses abióticos e bióticos nas plantas. As bactérias do gênero *Bacillus* são um potencial biofertilizantes, pois apresentam características multifuncionais como por exemplo a solubilização de fosfatos, produção de ácido indol-acético, produção de sideróforo e capacidade de biocontrole de patógenos de plantas. Também apresentam a capacidade de formar esporos que permitem a sua adaptação e enfrentamento de condições abióticas extremas (RIBEIRO *et al.*, 2018).

Como o fósforo apresenta baixa mobilidade no solo, o desenvolvimento radicular e consequente aumento da área da rizosfera promovido pela inoculação de microrganismos, vai determinar a quantidade de fósforo que estará disponível para as plantas (RICHARDSON *et al.* 2009).

A produção de sideróforos pode reduzir indiretamente a adsorção do fósforo as partículas do solo pela capacidade de quelar o ferro, liberando o fosfato solúvel na rizosfera através da liberação de ácidos orgânicos, resultantes da assimilação de carboidratos que complexam os cátions do fosfato inorgânico liberando assim o fosfato solúvel na solução do solo (RIBEIRO *et al.*, 2015).

Os microrganismos solubilizadores de fosfatos tornam o fósforo disponível para as plantas através de diversos mecanismos. Entre eles estão a redução do pH do solo (através da produção de ácidos orgânicos ou liberação de prótons), a quelação (ácidos orgânicos e inorgânicos dissolvem os fosfatos insolúveis e competem com o fosfato por sítios de adsorção no solo) e a mineralização (transformação do fosfato orgânico presente em restos de vegetais e animais em fosfato inorgânico através da produção de fosfatases como a fitase pelo processo de hidrólise). (KALAYU, 2019).

Kumar *et al.* (2014), mostraram que plantas de trigo inoculadas com *Bacillus megaterium*, *Arthobacter chlorophenolicus* e *Enterobacter*, melhoraram o rendimento de grãos e as quantidades de fósforo na palha e grãos em até duas vezes, embora a redução das doses de fósforo não tenha sido avaliada.

Rajapaksha *et al.* (2011), relataram que a inoculação de arroz com *Bacillus subtilis* aumentaram os rendimentos em 25% em comparação ao controle onde foi usado apenas superfosfato triplo em experimento em casa de vegetação. Mostraram também que em condição de campo a associação de *E. gegovie* + *B. subtilis* aumentou o rendimento de grãos em 22-27%, concluindo que 50% do superfosfato triplo pode ser substituído por fosfato de rocha juntamente com a inoculação destes microrganismos nas sementes nas condições testadas.

Diversos experimentos realizados no Brasil, desde o estado do Rio Grande do Sul até a Bahia, demonstraram a eficiência na inoculação com estes microrganismos, que na cultura do milho resultaram em um ganho médio de produtividade de 11,9 sacas ha<sup>-1</sup>, e na cultura da soja de 4,3 sacas ha<sup>-1</sup> (OLIVEIRA *et al.*, 2020b).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado em uma propriedade rural localizada na localidade de Linha Dois Irmãos, interior do município de Guarani Das Missões/RS. O experimento teve sua localização expressa pelas coordenadas de latitude 28°08'54" sul e pela longitude 54°32'52" oeste, com a altitude de aproximadamente 289 metros em relação ao nível do mar.

O solo do local do experimento é classificado como Latossolo Vermelho, pertencente a Unidade de Mapeamento Santo Ângelo (EMBRAPA, 2018).

Conforme a classificação de Köppen e Geiger, o clima do local é classificado como Cfa, subtropical úmido. O clima do município de Guarani das Missões é quente e temperado com temperatura média anual de 21,0°C, com a média no mês mais quente em torno de 26,2°C e no mês mais frio em torno de 15,3°C. Há uma boa distribuição e volume das chuvas durante o ano, inclusive nos meses mais quentes e secos. A precipitação média anual fica próxima de 1958 mm (IRGA, 2023).

Os dados de precipitação pluviométrica e de temperaturas, foram obtidos através da estação climatológica da Universidade Federal da Fronteira Sul – *Campus* Cerro Largo, instalada na sede da Escola Estadual técnica Guaramano de Guarani das Missões, através do site Weather Underground (UFFS\_Guaramano-IGUARA23) localizada aproximadamente a 500 metros do local onde o experimento foi implantado.

#### 3.2 PREPARO DA ÁREA E IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO

Anterior a instalação do experimento, foram realizadas coletas de amostras de solo (abril de 2022), para a determinação das características químicas e de fertilidade do solo, as quais após passarem por análise apresentaram os resultados conforme a tabela 1.

Tabela 1 – Características químicas do solo na área do experimento – Guarani das Missões, 2022.

pH (H <sub>2</sub> O)	Ca cmol/dm <sup>-3</sup>	Mg cmol/dm <sup>-3</sup>	Al cmol/dm <sup>-3</sup>	H+Al cmol/dm <sup>-3</sup>	Saturação Bases %
4,85	5	1,5	0,9	4,9	57,3
M.O. %	Argila %	S mg dm <sup>-3</sup>	P-Mehlich mg dm <sup>-3</sup>	K mg dm <sup>-3</sup>	Índice SMP
1,8	73	18	2,8	59,6	5,9

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Após a obtenção destes dados, foram realizados os cálculos de calagem e adubação para a cultura da canola, conforme as recomendações técnicas do Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2016).

A área onde o experimento foi implantado encontrava-se em pousio nos últimos 5 anos, apresentando plantas invasoras provenientes do banco de sementes do solo. Foi realizada uma gradagem pesada com o intuito de eliminar as plantas invasoras e posteriormente duas gradagens leves para eliminar os torrões e nivelar o solo, facilitando assim a implantação do experimento. Posteriormente foi também realizada a retirada, com equipamentos manuais, de torrões, pedras e restos de plantas que estavam presentes na área.

Após a realização da primeira gradagem leve, foram realizadas as aplicações de calcário (CaCO<sub>3</sub>) para a correção do pH do solo e também a aplicação de cloreto de potássio (58% de K<sub>2</sub>O), para suprir a demanda de K (Potássio), os quais foram incorporados ao solo na oportunidade da realização da segunda gradagem leve. Para a adubação fosfatada foi utilizado super fosfato simples (16% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), e ureia (45% de N) para suprir a demanda de nitrogênio, os quais foram aplicados e incorporados manualmente nas linhas no momento da realização da semeadura. Ainda cabe ressaltar que para a adubação nitrogenada (ureia), no momento da realização da semeadura, foi utilizado 50% da recomendação e os outros 50% foram aplicados em cobertura na fase de roseta da canola, de acordo com a recomendação do Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2016).

As dosagens de fertilizantes utilizadas foram:  $\text{CaCO}_3$  -  $3700 \text{ kg ha}^{-1}$ , para PRNT 100%; N -  $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ;  $\text{P}_2\text{O}_5$  -  $140 \text{ kg ha}^{-1}$ ;  $\text{K}_2\text{O}$  -  $85 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Para a abertura das linhas de semeadura, foi utilizado um sulcador manual construído para o experimento, o qual mantinha um espaçamento de 0,17 m entre as linhas (Imagem 1). Devido ao pequeno tamanho das sementes, a semeadura foi realizada de forma manual para uma melhor distribuição das sementes e estande de plantas, onde foram depositadas 7 sementes por metro linear, visando a obtenção de uma população de 40 plantas por  $\text{m}^{-2}$  (TOMM, 2007).

Imagem 1 – Abertura das linhas de semeadura com o sulcador manual – Guarani das Missões, 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O híbrido escolhido para o experimento foi a Diamond Nussed. Este genótipo é um híbrido de alto potencial produtivo e ciclo precoce ( $n < 145$  dias), que se destina a produção de óleo de alta qualidade para o consumo humano, rico em Ômega 3 e também apresenta alto valor nutritivo no farelo, que pode ser utilizado na composição de dietas para animais. Por apresentar um rápido estabelecimento inicial, estabilidade de produção e também resistência a canela preta (*Leptosphaeria*

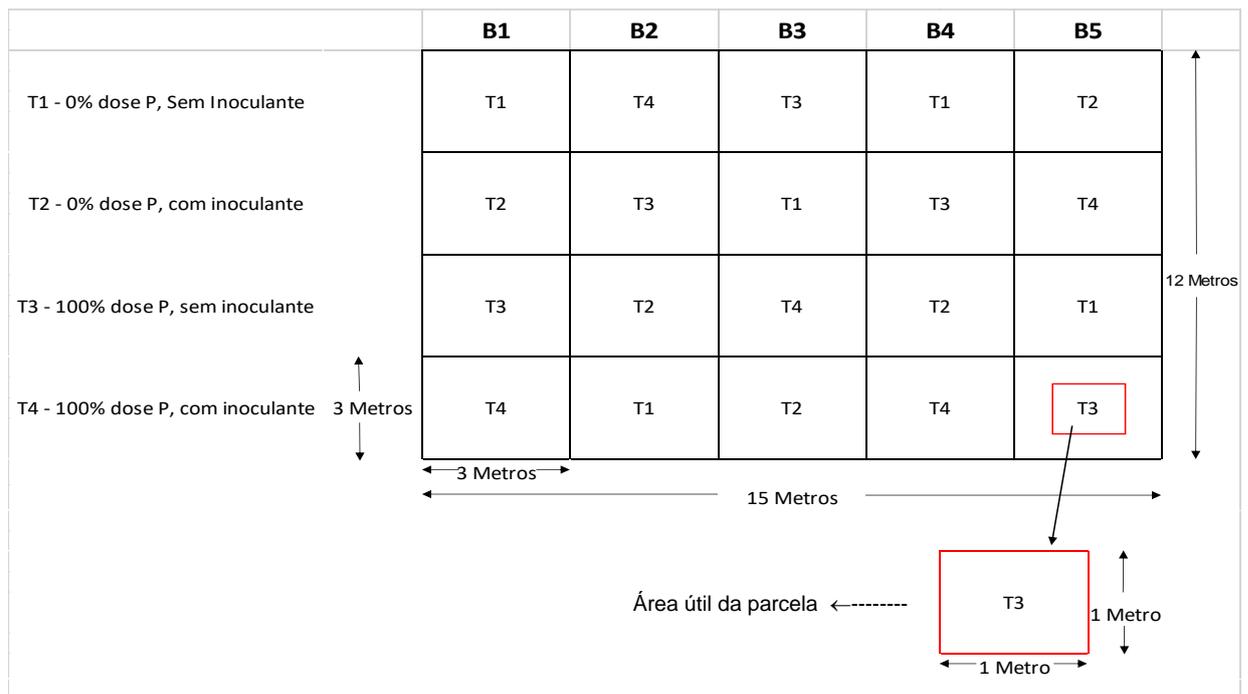
*maculans*), é uma das variedades mais cultivadas no Estado do Rio Grande do Sul (NUSEED | ATLÂNTICA SEMENTES, 2021).

A cultura foi implantada entre os dias 12 e 15 de junho 2022, tendo atingido a maturidade fisiológica já no começo do mês de novembro, sendo que a colheita foi realizada entre os dias 02 e 05 de novembro, totalizando assim um ciclo médio de 140 dias.

### 3.3 TRATAMENTOS

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC), com 5 blocos e 4 tratamentos, totalizando 20 unidades experimentais (parcelas). Cada unidade experimental foi delimitada com as medidas de 3 metros de comprimento por 3 metros de largura, ocupando uma área de 9 m<sup>2</sup> por unidade. No centro de cada parcela foi delimitada uma área de 1 m<sup>2</sup>, a qual constituiu a área útil para a realização das avaliações, sendo que as bordas de cada parcela foram desprezadas. A área total do experimento foi de 180 m<sup>2</sup>, com 12 metros de comprimento por 15 de largura (Figura 1).

Figura 1 - Croqui de distribuição dos tratamentos no experimento - Guarani das Missões, 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Para os tratamentos com os microrganismos foi utilizado um produto comercial que contém as cepas de *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium*, que já apresentou resultados positivos no incremento de produção de milho e soja em pesquisas realizadas anteriormente, que foi adquirido no comércio local.

Os tratamentos foram nomeados T1, T2, T3 e T4, entre os quais foi realizada ou não, a aplicação do inoculante e/ou a adubação fosfatada, conforme o descrito na tabela 2.

Tabela 2 – Composição dos tratamentos com e sem adubação fosfatada e inoculação utilizados no experimento - Guarani das Missões, 2022.

Tratamento	Recomendação de P	Inoculação
T1	0%	Sem
T2	0%	Com
T3	100% <sup>1</sup>	Sem
T4	100%	Com

<sup>1</sup> Dose utilizada de 140 de kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O inoculante foi aplicado via tratamento de sementes no volume de 100 mL ha<sup>-1</sup>, conforme descrito por Oliveira *et al* (2020a), para a cultura do milho, visto que não foram ainda descritas dosagens para a cultura da canola.

### 3.4 AVALIAÇÕES

Ao atingir a maturidade fisiológica, procedeu-se a colheita de 10 plantas aleatoriamente, localizadas na área útil de cada parcela (Imagem 2).

Estas plantas após a colheita foram levadas até o laboratório, onde foram realizados os procedimentos para determinação dos componentes de rendimento, sendo eles: Número de síliquas por planta (NSP); Número de grãos por síliqua (NGS); Peso de mil grãos (PMG); Produtividade kg ha<sup>-1</sup>.

Imagem 2 – Plantas de canola selecionadas dentro da área útil da parcela – Guarani das Missões, 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Inicialmente realizou-se a despenca e contagem das siliquis de cada planta determinando-se o número de siliquis por planta (NSP). Após a contagem das siliquis foi realizado a debulha manual de 20 siliquis de cada planta e a contagem do número de grãos por síliqua (NGS). As siliquis restantes de cada parcela foram posteriormente debulhadas e também foram retiradas as impurezas através de peneiras para posterior determinação do peso de mil grãos (PMG), mantendo-se devidamente separadas as sementes de cada parcela.

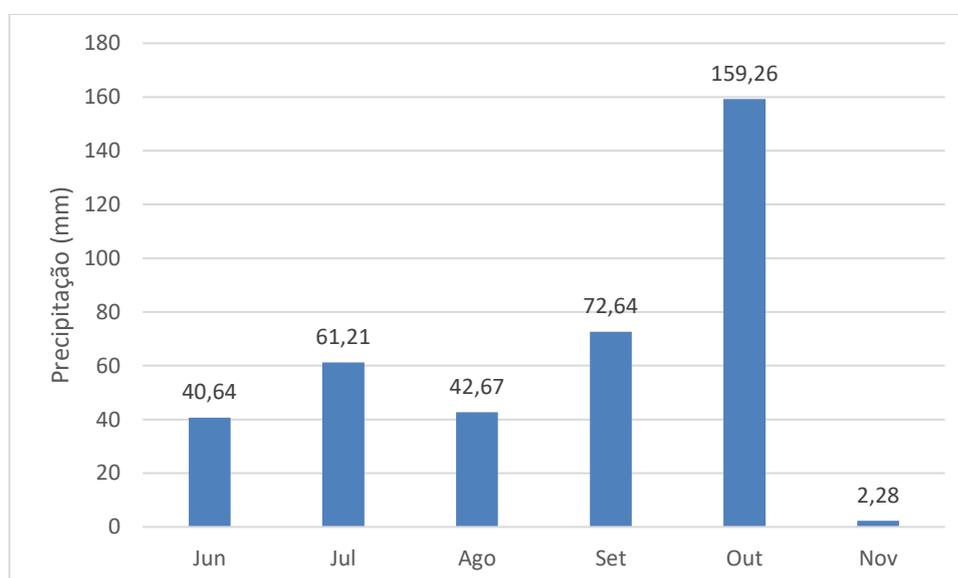
O PMG foi determinado pelo método da estufa a 105°C, onde foram retiradas 8 amostras de 100 grãos de cada parcela e pesadas com auxílio de uma balança de precisão (BRASIL, 2009). Posteriormente a pesagem dos grãos produzidos foi determinado a produtividade em  $\text{kg ha}^{-1}$ , com umidade corrigida para 13%, através da estimativa do número de grãos por hectare multiplicado pelo peso de mil grãos e posteriormente corrigindo este valor para  $\text{kg ha}^{-1}$ .

Os dados resultantes foram compilados e avaliados por meio de análise de variância com auxílio do software estatístico Sisvar®, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período do experimento foi marcado por uma quantidade de chuvas dentro do esperado, alcançando uma precipitação total de 378,7 mm, o que de acordo com Tomm *et al.* (2008), está dentro dos parâmetros de exigência da cultura. O mês mais chuvoso foi outubro, alcançando 159,26 mm (Figura 2), coincidindo com o período de enchimento de grãos da cultura.

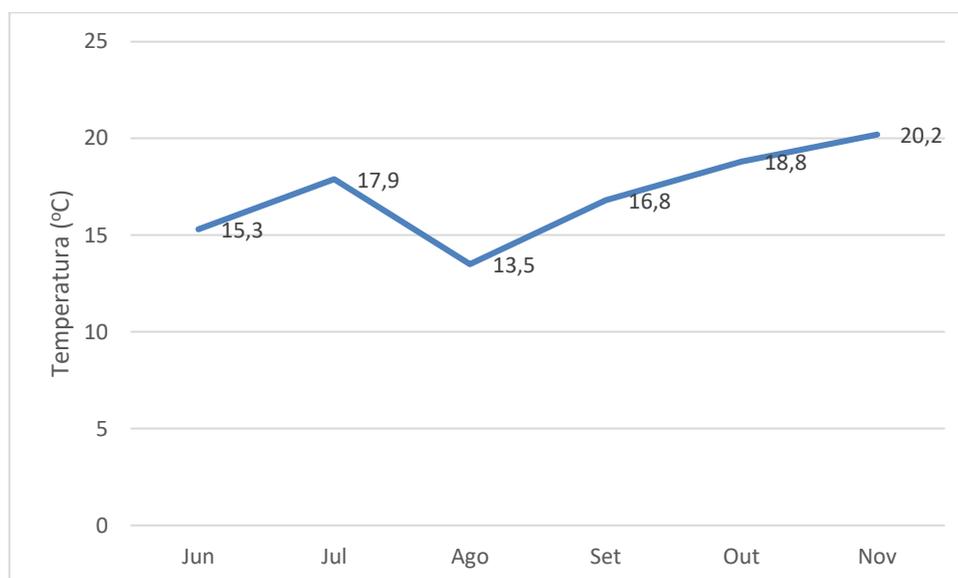
Figura 2 – Precipitações pluviométricas mensais no período do experimento - Guarani das Missões, 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A temperatura mínima registrada no período foi de 2,3°C, e a máxima foi de 34,6°C, sendo que as temperaturas médias no período da realização do experimento ficaram entre 13,5°C e 20,2°C (Figura 3) com média geral de 17,1°C, estando próxima da temperatura média ideal para a cultura, descrita por Dalmago *et al.* (2008), de 20,0°C.

Figura 3 – Temperaturas médias mensais no período do experimento - Guarani das Missões, 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Durante o desenvolvimento da cultura, principalmente nos períodos críticos (emergência e estabelecimento inicial, floração e pré-colheita), não ocorreram eventos climáticos extremos (chuvas acima da média ou falta de chuvas, temperaturas muito baixas ou muito elevadas, ocorrência de geadas ou vendavais), na área onde foi conduzido o experimento, garantindo o bom desenvolvimento da cultura durante todo o ciclo produtivo.

Quanto aos componentes de rendimento da cultura, ocorreram diferenças significativas principalmente no que diz respeito a adição do adubo fosfatado no solo. Os tratamentos que receberam 100% da recomendação de P obtiveram médias superiores de número de síliquas por planta (NSP), número de grãos por síliqua (NGS) e peso de mil grãos (PMG), enquanto os tratamentos que não receberam adubação fosfatada obtiveram médias menores.

O tratamento T4, apresentou as maiores médias para NSP, NGS e PMG, porém não diferiu significativamente do tratamento T3. O tratamento T1 apresentou as menores médias de NSP e NGS, não diferindo do tratamento T2. Por sua vez, o tratamento T2 apresentou a menor média para PMG, não diferindo significativamente do tratamento T1 (tabela 3).

Tabela 3 - Número SÍliquas por Planta (NSP), Número de Grãos por SÍliqua (NGS) e Peso de Mil Grãos (PMG) da canola submetida ou não a aplicação de inoculante e adubação fosfatada - Guarani das Missões, 2022.

Tratamentos	NSP	NGS	PMG (g)
T1	122,58* b	11,03 b	3,14 b
T2	150,76 b	11,16 b	3,10 b
T3	224,22 a	12,84 a	3,66 a
T4	238,48 a	13,47 a	3,60 a
CV (%)	10,84	3,53	5,79

\*Médias seguidas de letras diferentes diferiram significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

T1 – 0%P, sem inoculante; T2 – 0%P, com inoculante; T3 – 100%P, sem inoculante; T4 – 100%P, com inoculante.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Segundo Novais (2007), as plantas retiram da solução do solo o P necessário para seu desenvolvimento, sendo que a carência de P nas plantas ocasiona a redução do crescimento, número reduzido de sementes, redução da área foliar, entre outros. Desta forma é possível verificar que os tratamentos que receberam a adubação fosfatada tiveram um desempenho melhor, conforme o esperado, devido a disponibilidade do P próximo as raízes das plantas, facilitando a sua absorção pelas mesmas, que de acordo com Costa *et al.* (2006), ocorre principalmente pelo processo de difusão e que também é facilitada pela disponibilidade de água no solo.

Mesmo apresentando médias dos componentes de rendimento inferiores, os tratamentos que não receberam a adubação fosfatada (T1 e T2), obtiveram um desempenho dentro do esperado, estando de acordo com os descritos por Thomas (2003). Ainda comparando com trabalhos realizados por Nied *et al.* (2013) e Nascimento (2019), os valores encontrados estão dentro da média para estes componentes.

Há de se considerar que a concentração de fósforo no solo, de acordo com a análise previamente realizada, foi considerada muito baixa para a cultura da canola segundo o Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2016), e que de acordo com este fato, a expectativa era de que estes tratamentos que não receberam a adubação fosfatada obtivessem resultados inferiores aos alcançados. Porém, considerando o processo de difusão como sendo a principal forma de

obtenção de fósforo pelas plantas e que conforme descrito por Costa *et al.* (2006), a disponibilidade de água no solo afeta diretamente este processo e que ainda as precipitações pluviométricas no período do experimento favoreceram a manutenção de quantidades adequadas de água no solo, temos que o processo de difusão foi favorecido. Desta forma, espera-se com bom suprimento de água maior disponibilidade de fósforo no solo, favorecendo o desempenho da cultura mesmo sem o aporte adicional de adubo fosfatado. Ainda, segundo Beare *et al.* (1994), o preparo convencional do solo rompe as partículas de agregados do solo, expondo uma maior quantidade de matéria orgânica e, desta forma, acelerando a ação dos microrganismos no processo de mineralização e disponibilização de fósforo para as plantas.

Outro fator que pode ter colaborado com o aumento nos níveis de fósforo disponível no solo foi a realização da calagem, pois a elevação do pH do solo pela calagem aumenta a concentração e atividade dos íons  $\text{OH}^-$  em solução, precipita Fe e Al e reduz a precipitação de P-Fe e P-Al de baixa solubilidade; ainda, a geração de cargas negativas pela desprotonação das hidroxilas expostas nas argilas e na matéria orgânica, promove a repulsão entre o fosfato e a superfície adsorvente McBride (1994, apud SOUZA *et al.*, 2006). Ainda conforme Sousa (2015), a calagem realizada de forma correta, neutraliza o alumínio do solo e fornece cálcio (Ca) e magnésio (Mg), promove a disponibilização do fósforo e de outros nutrientes no solo, da capacidade de troca de cátions efetiva e da atividade microbiana, entre outros benefícios.

Quanto aos tratamentos que receberam a aplicação do inoculante, apesar de terem apresentado médias superiores aos tratamentos que não a receberam, não é possível verificar a eficiência da inoculação pois as médias não diferiram significativamente, nem na presença de adubação fosfatada complementar nem na ausência.

De acordo com estes resultados, a produtividade em  $\text{kg ha}^{-1}$ , seguiu o mesmo padrão, onde os tratamentos que receberam a adubação fosfatada foram superiores aos que não receberam P, apresentando médias significativamente maiores, sendo que a aplicação do inoculante não foi eficiente no incremento da produtividade (tabela 4).

Tabela 4 – Produtividade em kg ha<sup>-1</sup> da cultura da canola, submetida ou não a aplicação de inoculante e adubação fosfatada - Guarani das Missões, 2022.

Tratamentos	Produtividade kg ha <sup>-1</sup>
T1	1711* b
T2	2093 b
T3	4211 a
T4	4623 a
CV (%)	13,8

\*Médias seguidas de letras diferentes diferiram significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

T1 – 0%P, sem inoculante; T2 – 0%P, com inoculante; T3 – 100%P, sem inoculante; T4 – 100%P, com inoculante.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O tratamento T4, foi o que apresentou a maior média de produtividade, chegando a 4623 kg ha<sup>-1</sup>, não diferindo significativamente do tratamento T3. O tratamento T1 teve a menor média de produtividade com 1711 kg ha<sup>-1</sup>, não diferindo do tratamento T2. As médias produtivas foram superiores as descritas por Nied *et al.* (2013) e Nascimento (2019), sendo que o tratamento T4 atingiu o potencial produtivo da cultura que fica próximo a 4500 kg ha<sup>-1</sup> (THOMAS, 2003).

Vários fatores podem ter colaborado para as altas médias de produtividade, dentre eles podemos citar a regularidade de chuvas; temperaturas adequadas; baixo índice de ataques de pragas e doenças; controle eficiente de plantas invasoras; preparo de solo adequado (descompactação); correção da fertilidade e acidez do solo; e também, pela colheita ter sido realizada de forma manual as perdas na colheita foram praticamente inexistentes.

A adição do inoculante melhorou as médias produtivas dos tratamentos (T4 e T2), estando de acordo com o descrito por Oliveira *et al.* (2020b) para as culturas do milho e da soja, porém não resultou em diferença significativa quando comparados com os tratamentos que não receberam o inoculante (T1 e T3).

Contudo, apesar de que estatisticamente, o uso do inoculante não tenha sido eficiente para as variáveis analisadas, os tratamentos que receberam a inoculação produziram em média 6,6 sacas ha<sup>-1</sup> a mais que os demais tratamentos e considerando que o custo do inoculante aplicado fica em torno de 0,6 sacas ha<sup>-1</sup>, o produto mostra-se economicamente viável para o incremento de renda do produtor, e nesse sentido sugere-se que novas pesquisas sejam desenvolvidas na área.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adubação fosfatada aumentou o número de síliquas por planta (NSP), número de grãos por síliqua (NGS) peso de mil grãos (PMG) e a produtividade da cultura da canola.

O uso do inoculante a base de *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium*, não influenciou as variáveis analisadas no presente experimento.

Todavia, novos trabalhos devem ser realizados na área visando a geração de mais dados, em condições experimentais diferentes, buscando um melhor entendimento sobre os mecanismos de ação e as variáveis que interferem diretamente na ação do inoculante sobre a cultura da canola.

## REFERÊNCIAS

- AGROLINK. **Agricultura**. Conceitos. Disponível em: <[https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/fertilizantes---conceitos\\_361461.html](https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/fertilizantes---conceitos_361461.html)>. Acesso em 10 de julho de 2021.
- BAVEYE, P. C. **Looming Scarcity of Phosphate Rock and Intensification of Soil Phosphorus Research**. Revista Brasileira de Ciência do Solo. Paris, v. 39, n. 3, p. 637-642, abr. 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/8NDcjXnmvbH9jtMwHx8gVzf/?lang=en>>. Acesso em: 02 ago. 2021.
- BEARE, M.; CABRERA, M.; HENDRIX, P.; COLEMAN, D. **Aggregate protected and unprotected organic matter pools in conventional and no-tillage soils**. Soil Sci. Soc. Am. J., vol, 58. Mai - Jun, 1994. Disponível em:< [https://www.researchgate.net/profile/David-Coleman-21/publication/238174789\\_Aggregate-Protected\\_and\\_Unprotected\\_Organic\\_Matter\\_Pools\\_in\\_Conventional\\_and\\_No-Tillage\\_Soils/links/545398da0cf2bccc490b1cde/Aggregate-Protected-and-Unprotected-Organic-Matter-Pools-in-Conventional-and-No-Tillage-Soils.pdf](https://www.researchgate.net/profile/David-Coleman-21/publication/238174789_Aggregate-Protected_and_Unprotected_Organic_Matter_Pools_in_Conventional_and_No-Tillage_Soils/links/545398da0cf2bccc490b1cde/Aggregate-Protected-and-Unprotected-Organic-Matter-Pools-in-Conventional-and-No-Tillage-Soils.pdf)>. Acesso em: 20 jan. 2023.
- BISSANI, C.A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M.J.; CAMARGO, F.A.O. (eds). **Fertilidade dos solos e manejo da adubação das culturas**. Porto Alegre, Gênese, 2004. 328p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p. 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)>. Acesso em: 20 de nov. 2022.
- CASSELLA, C. **Fósforo – O mundo poderá em breve ficar sem um recurso crucial e ninguém está falando sobre isso**. 2019. Disponível em: <<https://www.digitalwater.com.br/fosforo-recurso-crucial/>>. Acesso em: 02 ago. 2021.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim da safra brasileira de grãos 2020/21**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos?start=10>>. Acesso em: 01 ago. 2021.
- COSTA, J. P. V.; BARROS, N. F.; ALBUQUERQUE, A. W.; FILHO, G. M.; SANTOS, J. R. **Fluxo difusivo de fósforo em função de doses e da umidade do solo**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, v. 10, n. 4, p. 828-835, out/dez. 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/vQdsCSS6jfCNms5Dr3Zttsy/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 05 ago. 2021.

DALMAGO, G. A.; CUNHA, G. R. da; TOMM, G. O.; PIRES, J. L. F.; SANTI, A.; PASINATO, A.; SCHWEIG, E.; MÜLLER, A. L. **Zoneamento agroclimático de canola para o Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p\\_co252.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p_co252.htm)>. Acesso: 30 jul. 2021.

DALMAGO, G. A.; CUNHA, G. R. da; SANTI, A.; PIRES, J. L. F.; MULLER, A. L.; BOLIS, L. M. **Aclimação ao frio e dano por geada em canola. Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v. 45, n. 9, p.933-943, set.2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pab/a/3hjY66yxYdHqn9sy4TcVrrG/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2021.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed., rev. e ampl. - Brasília, DF: Embrapa Solos, 2018.

EMBRAPA. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. 2010. Pág. 9 de 30.

Disponível em:

<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/882598/1/BPD8.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2021.

FIXEM, P.E. **Reservas mundiais de nutrientes dos fertilizantes. Informações agrônomicas**. Disponível em: <Jornal 126.p65 (ufpr.br)>. Acesso em: 02 ago. 2021.

GRANADA, C. E.; PASSAGLIA, L. M. P.; SOUZA, E. M. de; SPEROTTO, R. A. **Is phosphate solubilization the forgotten child of plant growth-promoting rhizobacteria?** *Frontiers in Microbiology*, v. 9, p. 1-4, 2018. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2018.02054/full>>. Acesso em: 03 ago. 2021.

GRANT, C. A.; FLATEN, D. N.; TOMASIEWICZ, D. J.; SHEPPARD, S. C. **A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta**. *Informações agrônomicas*. Piracicaba-SP, n. 95, set. 2001. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/43C5E32F5587415C83257AA30063E620/\\$FILE/Page1-5-95.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/43C5E32F5587415C83257AA30063E620/$FILE/Page1-5-95.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2021.

GOMES, E. A.; SILVA, U. de C.; MARRIEL, I. E.; PAIVA, C. A. O.; LANA, U. G. de P. **Rock phosphate solubilizing microorganisms isolated from maize rhizosphere soil**. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 13, n. 1, p. 69-81, 2014. Disponível em: <Rock Phosphate Solubilizing Microorganisms Isolated from Maize Rhizosphere Soil (bibliotekevirtual.org)>. Acesso em: 02 ago. 2021.

GUPTA, G.; PARIHAR, S. S.; AHIRWAR, N. K.; SNEHI, S. K.; SINGH, V. **Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): current and future prospects for development of sustainable agriculture**. *Journal of Microbial and Biochemical Technology*, v. 7, n. 2, p. 96-102, 2015. Disponível em: <<https://www.longdom.org/open-access/plant-growth-promoting-rhizobacteria-pgpr-current-and-future-prospects-for-development-of-sustainable-agriculture-1948-5948-1000188.pdf>>. Acesso em: 10 ago.2021.

IRGA. **Médias climatológicas**. Disponível em: <<https://irga.rs.gov.br/medias-climatologicas>>. Acesso em: 24 de jan. 2023.

KALAYU, G. **Phosphate solubilizing microorganisms: promising approach as biofertilizers**. International Journal of Agronomy, v. 2019, ID4917256, 2019.

Disponível em:

<[https://pdfs.semanticscholar.org/82f8/a828ba8d71cf7bf2a8db2d7e6a705298331.pdf?\\_ga=2.172978595.1076179357.1633987325-659593849.1633987325](https://pdfs.semanticscholar.org/82f8/a828ba8d71cf7bf2a8db2d7e6a705298331.pdf?_ga=2.172978595.1076179357.1633987325-659593849.1633987325)>. Acesso em: 20 ago. 2021.

KUMAR, A.; MAURYA, B. R.; RAGHUWANSHI, R.; **Isolation and characterization of PGPR and their effect on growth, yield and nutrient content in wheat (Triticum aestivum L.)**. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, v. 3, p. 121 – 128, 2014. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Richa-Raghuwanshi/publication/264982956\\_Isolation\\_and\\_characterization\\_of\\_PGPR\\_and\\_their\\_effect\\_on\\_growth\\_yield\\_and\\_nutrient\\_content\\_in\\_wheat\\_Triticum\\_aestivum\\_L/links/5c273c99a6fdccfc706f8fd9/Isolation-and-characterization-of-PGPR-and-their-effect-on-growth-yield-and-nutrient-content-in-wheat-Triticum-aestivum-L.pdf?\\_sg%5B0%5D=started\\_experiment\\_milestone&origin=journalDetail](https://www.researchgate.net/profile/Richa-Raghuwanshi/publication/264982956_Isolation_and_characterization_of_PGPR_and_their_effect_on_growth_yield_and_nutrient_content_in_wheat_Triticum_aestivum_L/links/5c273c99a6fdccfc706f8fd9/Isolation-and-characterization-of-PGPR-and-their-effect-on-growth-yield-and-nutrient-content-in-wheat-Triticum-aestivum-L.pdf?_sg%5B0%5D=started_experiment_milestone&origin=journalDetail)>. Acesso em: 12 ago. 2021.

NASCIMENTO, E. O. **Ensaio de grupos bioclimáticos de canola em minas gerais**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo. Monte Carmelo - MG 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/27888/1/EnsaioGruposBioclim%C3%A1ticos.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2023.

NIED, A. H.; DALMAGO, G. A.; BERGAMASCHI, H.; CUNHA, G. R. da.; SANTI, A.; FOCHESSATO, E.; KOVALESKI, S. **Rendimento de grãos de canola em função de datas de semeadura e de genótipos**. XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia. Belém – PA, Brasil, 02 a 06 de setembro de 2013. Disponível em: <<http://www.sbagro.org/files/biblioteca/2978.pdf>>. Acesso em: 28 jan. 2023.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. p. 472-550.

NUSEED | ATLÂNTICA SEMENTES. **Canola Diamond Nuseed**. Disponível em: <<https://nuseed.com/br/product/canola-diamond/>>. Acesso em: 05 de out. 2021.

OLIVEIRA, C. A.; MARRIEL, I. E.; GOMES, E. A.; COTA, L. V.; SANTOS, F. C. dos; SOUSA, S. M. de; LANA, U. G. de P.; OLIVEIRA, M. C.; MATTOS, B. B.; ALVES, V. M. C.; RIBEIRO, V. P.; VASCO JUNIOR, R. **Recomendação agrônômica de cepas de Bacillus subtilis (CNPMS B2084) e Bacillus megaterium (CNPMS B119) na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. 18 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 260). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/214364/1/Circ-Tec.-260.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2021.

OLIVEIRA, C. A.; COTA, L. V.; MARRIEL, I. E.; GOMES, E. A.; SOUSA, S. M. de.; LANA, U. G. de P.; SANTOS, F. C.; JUNIOR, A. S. P.; ALVES, V. M. C. **Viabilidade técnica e econômica do Biomaphos® (Bacillus subtilis CNPMS B2084 e Bacillus megaterium CNPMS B119) nas culturas de milho e soja.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/217542/1/Bol-210.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2021.

RAIJ, B, van. **Avaliação da fertilidade do solo.** 2ª edição. Piracicaba/SP, 1981. 142p. Disponível em: <<https://edepot.wur.nl/480310>>. Acesso em: 02 ago. 2021.  
RAJAPAKSHA, R. M. C. P.; HERATH, D.; SENANAYAKE, A. P.; SENEVIRATHNE, M. G. T. L. **Mobilization of rock phosphate phosphorus through bacterial inoculants to enhance growth and yield of wetland rice.** Communications in Soil Science and Plant Analysis, v. 42, p. 301-314, 2011. disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00103624.2011.539084?scroll=top&needAccess=true>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

REETZ, H.F. **Fertilizantes e seu uso eficiente.** Tradução: Alfredo Scheid Lopes. São Paulo: ANDA, 2017. 178p. Disponível em: <<http://www.ufla.br/dcom/wpcontent/uploads/2018/03/Fertilizantes-e-seu-uso-eficiente-WEB-Word-Ouubro-2017x-1.pdf>>. Acesso em: 02 ago. de 2021.

RIBEIRO, V. P.; MARRIEL, I. E.; SOUSA, S. M.; LANA, U. G. P.; MATTOS, B. B.; OLIVEIRA, C. A.; GOMES, E. A. **Endophytic Bacillus strains enhance pearl millet growth and nutrient uptake under low-P.** Brazilian Journal of Microbiology, v. 49, p. 40-46, 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/bjm/a/kSqQgv6TfrgjfLGXD7XByCr/?lang=en>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

RICHARDSON, A. E.; BAREA, J. M.; MCNEILL, A.M.; PRIGENT-COMBARET, C. P. **Acquisition of phosphorus and nitrogen in the rhizosphere and plant growth promotion by microorganisms.** Plant Soil, v.321, p.305–339, 2009. Disponível em:<<https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=c3a891152904036f7b935b3ea426a3ea428d8e2d>>. Acesso em: 10 ago. 2021.

SANTOS, M. S. **Fósforo: importância, manejo e sintomas de deficiência.** 2020. Disponível em:< <https://maissoja.com.br/fosforo-importancia-manejo-e-sintomas-de-deficiencia2/>>. Acesso em: 10 ago. 2021.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de química e fertilidade do solo. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** 11ª ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 376p. 2016.

SOUSA, D. M. G. **Calagem com fósforo garante melhor correção do solo.** Ago. 2015. Disponível em:<<https://revistacampoenegocios.com.br/calagem-com-fosforo-garante-melhor-correcao-do-solo/>>. Acesso em: 28 jan. 2023.

SOUZA, R. F.; FAQUIN, V.; TORRES, P. R. F.; BALIZA, D. P. **Calagem e adubação orgânica: influência na adsorção de fósforo em solos**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 30, n.6, nov. 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/YSLw5VcfXqRDSdRM8DbWHMB/?lang=pt#>>. Acesso em: 28 jan. 2023.

THOMAS, P. **Canola growers' manual**. Disponível em: <<http://www.canola-council.org/manual/canolafr.htm>>. Acesso em: 02 ago. 2021.

TOMM, G. O. **Situação em 2005 e perspectivas da cultura de canola no Brasil e em países vizinhos**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. 21 p. html (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento online, 26). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p\\_bp26.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp26.htm)>. Acesso em: 30 jul. 2021.

TOMM, G. O. **Canola: alternativa de renda e benefícios para os cultivos seguintes**. Revista Plantio Direto, v.15, n.94, p. 4-8, jul./ago.2006. Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/canola-rev\\_plantio\\_direto2006.pdf](http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/canola-rev_plantio_direto2006.pdf)>. Acesso em: 30 jul. 2021.

TOMM, G. O. **Indicativos tecnológicos para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 32p. Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/p\\_sp03\\_2007.pdf](http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/p_sp03_2007.pdf)>. Acesso em: 30 jul. 2021.

TOMM, G. O.; RAPOSO, R. W. C.; SOUZA, T. A. F. de; OLIVEIRA, J. T. de L.; RAPOSO, E. H. S.; SILVA, C. P. **Desempenho de genótipos de canola (Brassica napusL.) no Nordeste do estado da Paraíba, Nordeste do Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 15 p. html (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 65). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/852149/1/pbp65.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2021.

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, 2009a. 41 p. html (Embrapa Trigo. Documentos Online, 113). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do113.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do113.htm)>. Acesso em: 30 jul. 2021.

TOMM, G. O.; FERREIRA, P. E. P.; AGUIAR, J. L. P. de.; CASTRO, A. M. G. de.; LIMA, S. M. V.; DE MORI, C. **Panorama atual e indicações para aumento de eficiência da produção de canola no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009b. 27 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 118). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do118.pdf](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do118.pdf)>. Acesso em: 31 jul. 2021.

TOMM, G. O.; FERREIRA, P. E. P.; AGUIAR, J. L. P. de; CASTRO, A. M. G. de; LIMA, S. M. V.; DE MORI, C. **Panorama atual e indicações para aumento da eficiência da produção de canola no Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA Trigo, 82 p., 2010. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/883784/panorama-atual-e-indicacoes-para-aumento-de-eficiencia-da-producao-de-canola-no-brasil>>. Acesso em: 01 ago. 2021.

UFFS\_Guaramano-IGUARA23. **Weather underground**. Disponível em:<<https://www.wunderground.com/dashboard/pws/IGUARA23>>. Acesso em: 24 jan. 2023.

VOGT, R. T.; SILVA, L. P.; RICHART, A.; RICHETTI, D. M.; ERTEL, F.; KLIEMANN, M. F. **Manejo de Adubação NPK na Cultura da Canola Cultivada em Latossolo Vermelho Distroférrico**. XXXIV Congresso brasileiro de ciência do solo. Florianópolis – SC. 28 julho a 02 de agosto de 2013. Disponível em:<<https://www.sbc.org.br/cbcs2013/anais/arquivos/675.pdf>>. Acesso em: 28 jan. 2023.