

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL  
UNIDADE EM CACHOEIRA DO SUL – RS  
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

WILLIAM FRANZEN SCHMITZ

**RESPOSTAS DA CULTURA DA SOJA A DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE  
INOCULAÇÃO E ADUBAÇÃO FOLIAR**

CACHOEIRA DO SUL - RS  
2021

WILLIAM FRANZEN SCHMITZ

**RESPOSTAS DA CULTURA DA SOJA A DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE  
INOCULAÇÃO E ADUBAÇÃO FOLIAR**

Trabalho de Conclusão de Curso II do Curso  
de Agronomia da Universidade Estadual do  
Rio Grande do Sul Unidade em Cachoeira do  
Sul.

Orientador: Prof. Dr. Alberto Eduardo Knies

Co-orientador: Prof. Dr. Benjamin Dias Osorio  
Filho

Cachoeira do Sul - RS

2021

**WILLIAM FRANZEN SCHMITZ**

**RESPOSTAS DA CULTURA DA SOJA A DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE  
INOCULAÇÃO E ADUBAÇÃO FOLIAR**

Trabalho de Conclusão de Curso II  
apresentado como requisito parcial para  
obtenção de título de Bacharel em Agronomia  
na Universidade Estadual do Rio Grande do  
Sul.

Orientador: Prof. Dr. Alberto Eduardo Knies

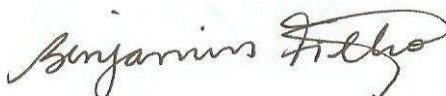
Aprovado em:     /     /

**BANCA EXAMINADORA**



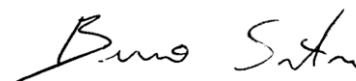
---

Orientador: Prof. Dr. Alberto Eduardo Knies  
UERGS Unidade em Cachoeira do Sul



---

Prof. Dr. Benjamin Dias Osorio. Filho  
UERGS Unidade em Cachoeira do Sul



---

Engenheiro Agrônomo Bruno Treichel dos Santos  
Mestrando em Ciência do Solo UFRGS

## AGRADECIMENTOS

Agradecer é algo muito complicado, achar alguém específico e começar a fazer a dedicatória é difícil, porque na minha vida possuem tantas pessoas especiais que, só de pensar nelas pra mencionar, daria o número de páginas deste trabalho de conclusão de curso ou mais.

Primeiramente, eu gostaria de agradecer a Deus e ao meu anjo da guarda, meu zeloso guardador, que me rege, me guarda, me governa e me ilumina.

A vida nos presenteia com muitas, mas muitas pessoas especiais, das quais sempre acrescentaram no meu desenvolvimento pessoal, sendo elas brasileiras ou estrangeiras, sempre acrescentando na vida pessoal e profissional.

Um trio que eu necessito agradecer é o trio BMW (Bea, Mozart, Will), por tudo o que passamos juntos, dores e alegrias, brigas e cruzeiro, churrasco e caipirinha, orgulho e satisfação. Obrigado por ter vocês na minha vida, sei que sempre posso contar com o apoio e suporte, como vocês podem contar comigo hoje e sempre.

O maior presente que eu tenho é a família, sendo algo que sem ela não me definiria, pois, sem papai e mães, irmão e irmã, tios e tias, primos e primas, padrinhos e madrinhas, avós e avôs, eu não seria o que sou hoje, por isto a eles eu agradeço por estarem ao meu lado em momentos felizes ou de suporte, sempre agindo como família, por isto minha eterna gratidão.

Na minha vida, eu tenho percorrido uma estrada de conquistas e aprendizados, na qual sempre estive em contato com amigos(as) ou criando novos laços de amizades. Nesse percurso de graduação, os grupos de amizades se expandiram, sempre criando novos grupos como churrasco, futebol, trabalho, universidade, república, “*brick*”, baladas, entre outros. Independente da atividade a ser realizada, eu estava cercado de pessoas que torcem por mim e, a eles, o meu obrigado.

Além de pessoas marcantes, existe um cachorro que está a meus cuidados já faz 9 anos, parceiro de tomar banho em rio, lagoa, açude, valeta ou até mesmo quando ia molhar o jardim. Sempre brincalhão e pronto pra aprontar mais uma, desde fazer buraco, até tirar as minhas carpas do lago ou rasgar revistas e jornais. Por isto, eu te agradeço por estes anos que você me auxiliou e estava ao meu lado, hoje veio mais uma galerinha competir por atenção, mas você é o meu preferido.

Queria deixar um agradecimento à minha namorada Fernanda Refosco Porto, pelo apoio e por ser a minha companheira de indiadas, comer xis, fazer trilha, andar

de stand-up, caminhadas. Sempre com um sorriso no rosto e pronta pra mais uma aventura, o meu agradecimento a ti e um grande beijo, meu bem.

Queria agradecer à UERGS e toda a equipe administrativa e educacional, pela oportunidade de cursar e me formar engenheiro agrônomo, mas, principalmente, ao meu orientador, Professor Doutor Alberto Eduardo Knies, por todo apoio e paciência durante esses anos como professor e amigo, um forte abraço.

## RESPOSTAS DA CULTURA DA SOJA A DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE INOCULAÇÃO E ADUBAÇÃO FOLIAR

Estudante: William Franzen Schmitz

Orientador: Prof. Dr. Alberto Eduardo Knies

### RESUMO

O Brasil é o maior produtor mundial de soja, sendo que, para a cultura ter uma boa produtividade é preciso atender suas demandas nutricionais. O nutriente exigido em maior quantidade pela cultura é o nitrogênio, o qual pode ser disponibilizado pela fixação biológica de nitrogênio (FBN), que ocorre pela simbiose entre plantas de soja e bactérias do gênero *Bradyrhizobium*. Além da FBN, outras bactérias possuem capacidade de promover benefícios nas propriedades do solo e para as plantas, auxiliando no crescimento vegetal, colonizando a rizosfera ou os espaços intercelulares, produzindo hormônios e liberando nutrientes para as raízes. Assim, este trabalho teve como objetivo analisar o efeito de diferentes estratégias de inoculação, co-inoculação e adubação foliar no desempenho da cultura da soja. Um experimento foi conduzido a campo com a cultura da soja no ano agrícola de 2020/2021, com delineamento experimental inteiramente casualizado com parcelas subdivididas, em esquema trifatorial, sendo o fator A composto por diferentes bactérias de inoculação/co-inoculação (*Bradyrhizobium japonicum*, *Azospirillum brasilense* e *Bacillus subtilis* + *Bacillus megaterium*); o fator B de métodos de aplicação da inoculação/co-inoculação (aplicação no sulco de semeadura e no tratamento de sementes) e o fator C consistiu da aplicação de fertilizante foliar (com aplicação e sem). A co-inoculação com *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* + *Bacillus subtilis*; *Bacillus megaterium*, realizada via sulco de semeadura, foi o tratamento que resultou em maior produtividade da cultura da soja. A inoculação via sulco de semeadura resultou na melhor resposta da soja, incrementando a produtividade em nove sacos por hectare em comparação à inoculação na semente. A adubação foliar à base de Cobalto e Molibdênio não resultou em respostas na cultura da soja.

**Palavras-chave:** Bactérias diazotróficas. Solubilização de fosfato. Promoção de crescimento.

# SOY CROP RESPONSES TO DIFFERENT INOCULATION AND FOLIAR FERTILIZATION STRATEGIES

Student: William Franzen Schmitz

Advisor: Prof. Dr. Alberto Eduardo Knies

## ABSTRACT

Brazil is the world's largest producer of soybeans, and for the crop to have good productivity it is necessary to meet its nutritional demands. The nutrient required in greater quantity by the culture is nitrogen, which can be made available through BNF (biological nitrogen fixation) that occurs through the symbiosis between plant and bacteria of the genus *Bradyrhizobium*. Besides BNF, other bacteria have the ability to promote benefits in soil properties, aiding plant growth, colonizing the rhizosphere or intercellular spaces, producing hormones and releasing nutrients to the roots. Thus, this work aimed to analyze the effect of different inoculation, co-inoculation and foliar fertilization strategies on the performance of the soybean crop. A field experiment was carried out with soybean crop in the 2020/2021 agricultural year, with a completely randomized design with split plots, in a three-factor scheme, with factor A being composed of different inoculation/co-inoculation bacteria (*Bradyrhizobium japonicum*, *Azospirillum brasiliense* and *Bacillus subtilis* + *Bacillus megaterium*); factor B of inoculation/co-inoculation application methods (application in the sowing furrow and seed treatment) and factor C consisted of foliar fertilizer application (with and without application). Co-inoculation with *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* + *Bacillus subtilis*; *Bacillus megaterium* performed via the seed furrow was the treatment that resulted in the highest productivity of the soybean crop. Inoculation via sowing furrow resulted in better soybean response, increasing productivity by 9 bags per hectare compared to seed inoculation. Foliar fertilization based on Cobalt and Molybdenum did not result in responses in the soybean crop.

**Keywords:** Diazotrophic bacteria. Phosphate solubilization. Growth promoter.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Levantamento médio no período de 5 anos da quantidade produzida, área plantada e rendimento médio da cultura da soja no município de Cachoeira do Sul – RS.....	23
<b>Figura 2</b> - Média mensal de precipitação pluvial (cm) e temperatura do ar (°c) correspondentes ao período de cultivo da soja na safra 2020/2021.....	25
<b>Figura 3</b> – Inoculação via sulco na cultura da soja na área experimental no verão de 2019/20. Cachoeira do Sul-RS.....	28
<b>Figura 4</b> – Inoculação via sulco cobrindo o sulco de semeadura na área experimental no verão de 2019/20. Cachoeira do Sul – RS.....	28
<b>Figura 5</b> – Adubação foliar cultura da soja na área experimental no verão de 2020. Cachoeira do Sul – RS.....	29



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Descrição dos tratamentos avaliados no experimento a campo com a cultura da soja na safra 2020/2021. Cachoeira do Sul – RS.....	26
<b>Tabela 2</b> - Resultados da análise química do solo da área experimental. Cachoeira do Sul – RS.....	27
<b>Tabela 3</b> – resultados da altura de plantas cm (ap- cm), massa seca parte aérea (msp- g), número de nódulos (nn, n <sup>o</sup> planta <sup>-1</sup> ), massa seca de nódulos (msn - mg), massa seca de raiz (msr - g), vagens por planta (vp, n <sup>o</sup> planta <sup>-1</sup> ) e grãos por vagem (gv, n <sup>o</sup> planta <sup>-1</sup> ) da cultura da soja com inoculação realizada via sulco de semeadura. Cachoeira do Sul – RS.....	31
<b>Tabela 4</b> – Resultados da altura de plantas cm (AP- cm), massa seca parte aérea (MSP- g), número de nódulos (NN, n <sup>o</sup> planta <sup>-1</sup> ), massa seca de nódulos (MSN - mg), massa seca de raiz (MSR - g), vagens por planta (VP, n <sup>o</sup> planta <sup>-1</sup> ) e grãos por vagem (GV, n <sup>o</sup> planta <sup>-1</sup> ) da cultura da soja com inoculação realizada nas sementes . Cachoeira do Sul – RS.....	33
<b>Tabela 5</b> – Resultados da massa de mil grãos (MMG, g), produtividade de grãos (Kg ha <sup>-1</sup> e sc ha <sup>-1</sup> ), da cultura da soja com inoculação realizada via sulco de semeadura. Cachoeira do Sul – RS.....	34
<b>Tabela 6</b> – Resultados da massa de mil grãos (MMG, g) e produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> e sc ha <sup>-1</sup> ) da cultura da soja com a inoculação realizada nas sementes. Cachoeira do Sul – RS.....	35
<b>Tabela 7</b> – Comparação entre os métodos de inoculação avaliando a altura de plantas (AP, cm), massa seca parte aérea (MSPA, g), número de nódulos (NN, n <sup>o</sup> planta <sup>-1</sup> ), massa seca de nódulos (MSN, mg), massa seca de raiz (MSR, g), vagens por planta (VP, n <sup>o</sup> planta <sup>-1</sup> ) e grãos por vagem (GV, n <sup>o</sup> planta <sup>-1</sup> ) cultura da soja. Cachoeira do Sul – RS. 36	36
<b>Tabela 8</b> – Comparação entre os métodos de inoculação avaliando a massa de mil grãos (MMG, g) e a produtividade de grãos (Kg ha <sup>-1</sup> e Sc ha <sup>-1</sup> ) da cultura da soja. Cachoeira do Sul – RS.....	37
<b>Tabela 9</b> – Resultados do efeito da aplicação da adubação foliar (S) e da não aplicação (N) na altura de plantas (AP, cm), massa seca parte aérea (MSP, g), número de nódulos (NN, n <sup>o</sup> planta <sup>-1</sup> ), massa seca de nódulos (MSN - mg), massa seca	

de raiz (MSR - g), vagens por planta (VP, nº planta<sup>-1</sup>) e grãos por vagem (GV, nº planta<sup>-1</sup>) da cultura da soja com inoculação via sulco de semeadura. Cachoeira do Sul – RS 39

**Tabela 10** – resultados da aplicação da adubação foliar (s) e da não aplicação (n) na altura de plantas (ap, cm), massa seca parte aérea (ms, g), número de nódulos (nn, nº planta), massa seca de nódulos (msn, mg), massa seca de raiz (msr, g), vagens por planta (vp, nº planta<sup>-1</sup>) e grãos por vagem (gv, nº planta<sup>-1</sup>) da cultura da soja com inoculação realizada nas sementes. Cachoeira do Sul – RS. ....41

**Tabela 11** – Resultados da aplicação da adubação foliar (S) e a não aplicação (N) na massa de mil grãos (MMG, g) e na produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup> e sc ha<sup>-1</sup>) da cultura da soja com inoculação realizada via sulco de semeadura. Cachoeira do Sul – RS.42

**Tabela 12** – Resultados da aplicação da adubação foliar (S) e a não aplicação (N) na massa de mil grãos (MMPG , g) e na produtividade de grãos (Kg ha<sup>-1</sup> e sc ha<sup>-1</sup>) da cultura da soja com inoculação realizada nas sementes. Cachoeira do Sul – RS.....43

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**ATP** – Adenosina trifosfato

**BSF** – Bactérias Solubilizadoras de Fósforo

**B.** - Bacillus

**CONAB** - Companhia Nacional de Abastecimento

**CV** – Coeficiente de variação

**FBN**- Fixação Biológica de Nitrogênio

**g** – Gramas

**Ha** – Hectare

**IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**IRGA** - Instituto Riograndense do Arroz

**Kg** - Quilo

**Kg Ha<sup>-1</sup>** – Quilos por hectare

**L** – Litros

**L Ha<sup>-1</sup>** – Litros por hectare

**mg** – Miligramas

**mL** – Mililitro

**mm**- milímetros

**N°** - Número

**n/s** – Não significativo

**p/p** – Peso por Peso

**RPCP** – Rizobactérias Promotoras de Crescimento

**RS** – Rio Grande do Sul

**SPD** – Sistema Plantio Direto

**TS** – Tratamento de Sementes

**UFC** – Unidade formadora de colônias

**UERGS** – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

## LISTA DE SÍMBOLOS

**°C** – Graus Celsius

**NH<sub>3</sub>** – Amônia

**Co** – Cobalto

**Mo** – Molibdênio

**N**- Nitrogênio

**N<sub>2</sub>** – Nitrogênio

**NO<sub>3</sub>**- Nitrato

**P** - Fósforo

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
<b>3.REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>17</b>
3.1 CULTURA DA SOJA.....	17
3.2 MICROORGANISMOS.....	18
<b>3.2.1 Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN)</b> .....	<b>18</b>
<b>3.2.2 Microorganismos promotores de crescimento</b> .....	<b>19</b>
<b>3.2.3 Solubilizador de Fosfato</b> .....	<b>20</b>
3.3 INOCULAÇÃO E CO-INOCULAÇÃO.....	20
<b>3.3.1 Inoculação e co-inoculação na semente</b> .....	<b>21</b>
<b>3.3.2 Inoculação e co-inoculação no sulco de semeadura</b> .....	<b>21</b>
3.4 MICRONUTRIENTES .....	22
<b>3.4.1 Disponibilidade de micronutrientes para plantas</b> .....	<b>22</b>
3.5 DADOS DA PRODUTIVIDADE DE SOJA NO MUNICÍPIO DE CACHOEIRA DO SUL – RS.....	23
3.6 DADOS PLUVIOMÉTRICOS DA SAFRA 2020/2021 DO MUNICÍPIO DE CACHOEIRA DO SUL – RS .....	24
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>26</b>
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>31</b>
5.1 ANÁLISE DA INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO REALIZADAS VIA SULCO DE SEMEADURA E NAS SEMENTES .....	31
5.2 ANÁLISE DO EFEITO DA ADUBAÇÃO FOLIAR NOS TRATAMENTOS. ....	38
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>45</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>46</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Desde sua introdução no Brasil, a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) tem se constituído em commodity de grande importância para a balança comercial brasileira. De acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento, a produção nacional (CONAB), para a safra 2020/2021, deve superar em 4,2% o recorde obtido na temporada recém-finalizada. De acordo com o 1º Levantamento da safra de grãos 2020/21, a produção está estimada em 268,7 milhões de toneladas, superando em cerca de 11 milhões de toneladas o recorde de 257,7 milhões de toneladas da última safra (CONAB, 2020).

Conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE (2018), o município de Cachoeira do Sul está na segunda posição em área cultivada com soja, com 142.400 ha. Analisando a produtividade de Cachoeira do Sul, o município ocupa o 7º lugar no ranking estadual, com produção de 329.232 toneladas, equivalente a 2.312 kg ha<sup>-1</sup> (AGROLINK, 2018).

A soja cultivada no Brasil, no sistema de plantio direto, promove um ambiente com maior diversidade e atividade biológica comparando ao sistema convencional. O sistema plantio direto (SPD) viabiliza a semeadura direta e sem a necessidade de aração ou gradagens intensas do solo, reduzindo a temperatura do solo pela palhada, promovendo o aumento de umidade e favorecendo a atividade microbiana. O SPD desenvolve a maior expressão do potencial genético das plantas, diversificação de culturas, cobertura do solo, benefícios fitossanitários e a ciclagem de nutrientes (CARAFFA, PIRES, *et al.*, 2019).

Para termos uma boa safra na produção de soja, é importante fazer a correção da acidez do solo, planejar a diversificação de culturas (rotação), épocas de plantio, adubação, cultivares indicadas para a região, tratamento de sementes, velocidade de semeadura, época de plantio, manejo integrado de plantas daninhas, manejo integrado de pragas e doenças e colheita (CARAFFA, PIRES, *et al.*, 2019).

Um macronutriente de maior necessidade da planta de soja é o nitrogênio (N), pois os grãos possuem alto teores proteicos e o nitrogênio participa de diversas funções nas plantas. Para a produção de 1.000 grãos, a demanda de nitrogênio que uma planta de soja precisa é de 65 kg de N e cerca de 15 kg de nitrogênio para folhas,

caules e raiz. A fixação biológica de nitrogênio (FBN) com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* supre toda a demanda de nitrogênio que a cultura necessite, não sendo necessários fertilizantes nitrogenados, que são caros pelo processo de fabricação. O uso de inoculantes com qualidade é essencial para a fixação biológica, por isto se recomenda 600.000 células por semente para a maximização no processo biológico alta produtividade e redução de custos para o produtor, HUNGRIA (2002).

Segundo Baby (2016) o fósforo (P) é o segundo e maior macronutriente importante para o desenvolvimento das plantas, sendo essencial em todos os sistemas vivos. A forma mais comum de fornecer fósforo para as plantas é na formulação de adubação NPK, ou superfosfato. As plantas absorvem o fósforo da solução do solo, sendo o elemento menos móvel no solo pela sua alta capacidade de fixar nos coloides comparando com outros macronutrientes.

Os micro-organismos solubilizantes de fosfato atuam na disponibilização do fósforo insolúvel através da redução do pH do solo, pela produção microbiana de ácidos orgânicos aumentando a solubilização de compostos de fósforo insolúveis através da liberação de ácidos e enzimas fosfatase. (BABY, 2016).

O uso de bactérias solubilizadoras de fosfato (BSF) aumentam a fertilidade do solo, liberando ácidos orgânicos realizando a troca iônica transformando o P (fósforo) insolúvel em P solúvel. O uso de BSF ajuda na capacidade de ingestão nutricional da planta, absorvendo o fósforo para o seu desenvolvimento (SAEID, 2018).

A rizosfera das plantas possui bactérias capazes de fixar o nitrogênio atmosférico para as raízes das plantas, bactérias que transformam o fósforo solúvel do solo e disponibilizam para o vegetal e bactérias que auxiliam a o crescimento vegetal (FERREIRA, 2016). A rizosfera possui diferentes micro-organismos com capacidade de produzir fitohormônios para o melhor desempenho da planta, sendo conhecidas como rizobactérias promotoras de crescimento de plantas (RPCP). As rizobactérias diazotróficas do gênero *Azospirillum*, *Rhizobium*, *Bacillus subtilis* (*B. subtilis*); *Bacillus megaterium* (*B. megaterium*), entre outras, proporcionam benefícios no perfil do solo como no crescimento das plantas, pois interagem na superfície das raízes das plantas ou em seus espaços intercelulares (AMARAL, 2017).

A co-inoculação na cultura da soja promove vantagens como aumento da área radicular das plantas, proporcionando melhor aproveitamento da adubação e, quando há épocas de estresse hídrico, as plantas co-inoculadas se desenvolvem melhor pela capacidade de absorção de água no perfil do solo. As plantas coinoculadas, por

desenvolverem o seu sistema radicular, apresentam um aumento na produção pelo melhor aproveitamento dos nutrientes, proporcionando à planta vigor e melhora do aproveitamento nutricional da solução do solo (EMBRAPA, 2014). A co-inoculação de bactérias da espécie *Bradyrhizobium japonicum* e bactérias do gênero *Azospirillum brasilense* demonstram a importância para uso no cultivo da soja, (KUMIDINI, 2010).

A inoculação no sulco de semeadura, conhecida também como inoculação via sulco, é a inoculação por meio de bicos, que pulverizam o sulco de semeadura. A semeadura realiza a implantação da lavoura e na mesma operação inocula o sulco, no momento da implantação da lavoura. Esse processo de inoculação via sulco tem como propósito reduzir a morte das bactérias fixadoras de nitrogênio, pelo tratamento de semente (TS). A instalação da lavoura se torna mais ágil, pois como a inoculação de sementes de soja necessita ter cuidado no armazenamento para que não ocorra a morte das bactérias, (CORREIA 2015).

Cobalto e o molibdênio são micronutrientes que auxiliam quimicamente o processo de produção de FBN entre bactéria e planta. O cobalto (Co) é fundamental para a síntese de leghemoglobina, substância essencial para o processo de fixação biológica de nitrogênio. Molibdênio (Mo) é necessário para o funcionamento do metabolismo da planta, principalmente em duas metaloenzimas, estando ligadas diretamente à nitrogenase e à redução de nitrato para a amônia (RESENDE, 2004).

A partir do exposto, este trabalho tem como objetivo avaliar as técnicas de inoculação, tanto no sulco de semeadura como na semente, fazendo o uso de bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, coinoculando com *Azospirillum brasilense* a utilização de produto à base de bactérias *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium*, solubilizadoras de fósforo (Biomaphos), comparando o efeito da adubação foliar no processo de maturação, avaliando a nodulação o desenvolvimento da planta e a produtividade nos tratamentos.



## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a resposta da cultura da soja à inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio e a co-inoculação com bactérias promotoras de crescimento e solubilizadoras de fosfato, com aplicação no sulco de semeadura e no tratamento de sementes, bem como a influência da aplicação foliar de macronutrientes e micronutrientes.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- (1) Avaliar qual o melhor método para a inoculação na cultura da soja, se no sulco de semeadura ou no tratamento de sementes;
- (2) Observar a resposta da cultura da soja à aplicação de fertilizante foliar;
- (3) Analisar, na cultura da soja, a nodulação (número de nódulos e massa seca dos nódulos), sistema radicular (massa seca), parte aérea (massa seca parte aérea), influenciados pela inoculação com a utilização de bactérias fixadora de nitrogênio e co-inoculando com bactérias promotora de crescimento e solubilizadoras de fosfato;
- (4) Determinar a produtividade de grãos da cultura da soja nos tratamentos avaliando, os componentes de rendimentos de grãos: número de legumes por plantas e massa de mil grãos.

### 3.REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 CULTURA DA SOJA

Soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma planta com características herbácea dicotiledônea da família das Fabaceae (leguminosas). O seu sistema radicular é pivotante principal e raízes secundárias conhecido como sistema difuso podendo chegar a 1,8 metro de comprimento. A soja é planta autógama (autofecunda), possui na flor o órgão masculino e feminino protegido pela corola e a taxa de fecundação cruzada é muito baixa podendo chegar a menos de 1%. No mercado brasileiro há disponíveis cultivares de ciclos de 60 a 120 dias e são classificados de maturação: precoce, semiprecoce, médio, semitardio e tardio, (NUNES, 2015).

A cultura da soja teve início na costa leste do continente Asiático. A planta originou-se a partir do cruzamento natural de duas espécies nativas que após a formação foram domesticadas pelos cientistas da antiga China. Depois do surgimento da soja domesticada, o seu cultivo cresceu, atingindo outros países do oriente. A soja cultivada nos dias de hoje possui outras características fisiológicas, comparada às plantas cultivadas na época, principalmente pelo seu porte rasteiro e de baixa produção (EMBRAPA, 2017).

A produção de soja no Brasil teve início em 1941, com uma produção de 700 kg/ha sendo implantada após o cultivo de trigo. Na revolução verde, a cultura da soja se estabeleceu como uma cultura que possui uma grande importância para o Brasil e com o passar dos anos, os produtores de soja começaram a expansão de áreas com o cultivo e o aumento de produtividade, (EMBRAPA, 2008).

Segundo Bergamaschi (2007), a soja responde a fatores abióticos sendo os principais temperatura média do ar e fotoperíodo. Para o desenvolvimento vegetal, esses fatores influenciam diretamente o desenvolvimento das plantas e suas atividades metabólicas.

A importância da soja para o Brasil é representada por 48% da safra de grãos no país. Os resultados mostram que os sistemas de cultivo e pacotes tecnológicos, apresentam quanto é importante a inovação para a agricultura nacional na produção de grãos. O crescimento de áreas plantadas com a cultura necessita de pesquisa,

experimentos agrícolas e disponibilidade de crédito auxiliaram esse aumento de produção (CONAB, 2016).

## 3.2 MICROORGANISMOS

O uso de micro-organismos na agricultura vem crescendo no Brasil, sendo conhecidos como economia verde. Essas novas tecnologias vêm sendo uma opção para os agricultores desenvolverem estratégias na aplicação destes insumos e benefícios para as lavouras agrícolas. A rizosfera possui micro-organismos que auxiliam as plantas, como bactérias fixadoras de nitrogênio, promotores de crescimento, solubilizadores de fosfato, que trazem benefícios para solo, planta e ambiente (ABHILASH, 2016).

### 3.2.1 Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN)

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) atmosférico é um processo simbiótico entre plantas e bactérias. É uma forma de adicionar nitrogênio no solo a baixos custos, sendo estimada a  $176 \times 10^6$  toneladas ano. O processo de FBN ocorre com o nitrogênio que está inerte na atmosfera ( $N_2$ ), tornando-o disponível para os seres vivos na forma de  $2NH_3$  (FLOSS, 2011).

O nitrogênio na atmosfera ( $N_2$ ) constitui cerca de 78% na atmosfera, sendo que existem cerca de 17 famílias de bactérias que conseguem fixar o  $N_2$  atmosférico para o uso nas plantas para o seu desenvolvimento. As bactérias que se tem maior interesse agrônomico são do gênero *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, que fazem simbiose com plantas leguminosas (FLOSS, 2011). O gênero *Bradyrhizobium* possui sua estrutura regular e oval, que ao infectarem as plantas leguminosas formam nódulos nas raízes, realizando uma simbiose com planta a bactéria fornece Nitrogênio para a planta e a planta fornece açúcares para a bactéria, (FERNANDES, 2014).

Segundo Floss (2011), para que ocorra simbiose entre bactéria e planta, necessita-se ter uma especificidade para que ocorra o processo de fixação biológica. Para que as bactérias transformem o  $N_2$  para  $NO_3^-$ , elas necessitam de açúcares, que são fornecidos pelo hospedeiro.

Segundo Hungria (2002), para ocorrer uma boa infecção nas raízes de soja a quantia mínima de células viáveis é no mínimo 600.000 de *Bradyrhizobium* por semente, sendo realizado antes de iniciar a semeadura, as bactérias em contato com a semente começam a germinação e elas iniciam a colonização na raiz da leguminosa e o desenvolvimento dos nódulos.

### 3.2.2 Microorganismos promotores de crescimento

Os microorganismos promotores de crescimento de plantas geram benefícios para as plantas, colonizando sua rizosfera, superfície e parte interna das raízes das plantas. As bactérias promotoras de crescimento de plantas atuam na produção de hormônios como auxinas, citocininas e giberelinas, (HUNGRIA (2011).

Auxinas atuam no controle de crescimento dentro da planta e translocadas nos órgãos promovendo o crescimento: caule, folhas e raiz. Outro papel desenvolvido pelas auxinas é o início dos processos de floração, germinação de sementes, desenvolvimento apical, (FAGAN, 2014).

Giberelinas estão associadas na indução de floração das plantas, expressão sexual, aumento os órgãos florais, quebra de dormência das sementes e alongamento do caule. As giberelinas podem substituir uma característica específica do meio ambiente auxiliando o desenvolvimento das plantas, (TAIZ, 2017).

Segundo Floss (2011), as citocininas auxiliam na divisão celular e alongamento celular das plantas, além de desenvolverem outros papéis como: crescimento e inibição da senescência foliar, dominância apical, germinação, desenvolvimento de organelas, atividade enzimáticas, abertura estomática e síntese de proteínas. A citocininas aumentam a taxa fotossintética por sintetizarem mais clorofila e a enzima rubisco que é responsável na assimilação do gás carbônico no processo de fotossíntese de plantas C3.

As bactérias do gênero *Azospirillum* são bactérias diazotróficas aeróbicas, Gram-negativas, microaerofílicas e endofíticas facultativas. As condições de temperatura ideais para o desenvolvimento variam de 28 a 41°C (ECKERT, 2001). O *Azospirillum* é uma bactéria promotora de crescimento e fixadora de nitrogênio, sendo encontrada em vários lugares do planeta Terra. Essa bactéria se associa à planta, fornecendo uma parte do nitrogênio, mas não suprindo toda a necessidade para o seu desenvolvimento em plantas não-leguminosas. *A. brasilense* pode ser usado em

outras culturas, como a soja, onde estimula o crescimento de raízes pela liberação de hormônios como auxinas, giberelinas e citocininas, (DÖBEREINER,1987).

A planta com um maior desenvolvimento de raiz tolera períodos de estresse hídricos mais longos, melhor aproveitamento de água e minerais, proporcionando uma planta mais vigorosa e produtiva (HUNGRIA 2011). A inoculação com *Azospirillum brasilense* pode ser realizada juntamente com a bactéria fixadora de nitrogênio, no caso da soja, o *Bradyrhizobium*, podendo ter ganhos de rendimentos de 16% de grãos na cultura (SEIXAS, 2020).

### 3.2.3 Solubilizador de fosfato

O Fósforo é um macronutriente necessário para o cultivo de lavouras, pois participa nos processos metabólicos das plantas. A concentração deste nutriente está ligada nos coloides do solo, pH baixos e pela sua alta capacidade de fixação. Para que as plantas absorvam este elemento, é necessário altas dosagens de fertilizantes nas lavouras, aumentando os custos de produção para o agricultor (ROSA, 2016).

A solubilização do fosfato ocorre pelo metabolismo de micro-organismos, que atuam na rizosfera da planta produzindo ácidos orgânicos para plantas e transformando fósforo orgânico em fósforo inorgânico. As cepas das bactérias *Bacillus subtilis* (CNPMS B2084) e *Bacillus megaterium* (CNPMS B119) se multiplicam e colonizam as raízes das plantas e fornecem fósforo para as plantas, que fornecem carbono, ácidos orgânicos e principalmente açúcares. O produto comercial é conhecido como BiomaPhos. O uso desta tecnologia promove menos custos com fertilizantes, proporcionam uma aceleração no ciclo de nutrientes, aumentando a microbiota do perfil do solo (EMBRAPA, 2019).

## 3.3 INOCULAÇÃO E CO-INOCULAÇÃO

A inoculação precisa ter cuidados para uma eficiência no processo de Fixação Biológica de Nitrogênio. O inoculante precisa ser fabricado recentemente, para que o produto seja viável sem a morte das bactérias. Outro fator a ser cuidado é o armazenamento, não podendo o produto ser exposto a altas temperaturas e ser protegido da luz, sendo recomendado o armazenamento à sombra. O produto

biológico deve ter sido produzido e testado por órgãos oficiais de pesquisa, usar a dose recomendada pelo fabricante, atingindo, no mínimo (FLOSS, 2011).

A co-inoculação é a utilização de micro-organismos promotores de crescimento e solubilizadores de fosfato junto com inoculação de *Bradyrhizobium* nas sementes de soja. A co-inoculação não necessariamente traria maior produtividade, e sim uma complementação na lavoura, trazendo benefícios para a cultura como aumento do sistema radicular, maior nodulação, contribuindo para a FBN, melhor aproveitamento dos nutrientes do solo e fertilidade (MORO, 2018).

### **3.3.1 Inoculação e co-inoculação na semente**

Segundo Seixas (2020), a inoculação na semente pode ocorrer por meio de dois tipos de inoculantes, o inoculante turfoso e o inoculante líquido. O processo de inoculação com a turfa se dá através de uma solução açucarada a 10%, para que fique grudado com a semente, ou outra substância adesiva. Para que tenha uma boa homogeneização da inoculação em sementes, é recomendável o uso de equipamentos como tambor giratório ou betoneiras.

Após a inoculação, deve-se deixar a semente secar à sombra. O uso de inoculante líquido não necessita de uma solução açucarada, podendo ser utilizado direto nas sementes com o auxílio de equipamentos, como o processo de inoculação com a turfa (SEIXAS, 2020).

### **3.3.2 Inoculação e co-inoculação no sulco de semeadura**

A inoculação no sulco, também conhecida como inoculação via sulco, faz a inoculação na abertura do sulco, colonizando o entorno da semente de soja. A inoculação é realizada por pontas que pulverizam no sulco as bactérias que estão armazenadas num tanque acoplado na semeadora (CORREIA, 2015). Esse método de inoculação se desenvolveu pelo tratamento de sementes com fungicidas, onde ocorre uma redução na eficiência das bactérias. A dosagem a ser utilizada por semente é de 2,5 milhões de células. Em locais que não se realizou o cultivo de soja, é recomendado o dobro da dose recomendada. A calda para a inoculação é recomendada 50L/ha, para que a inoculação possa promover uma distribuição homogênea do produto no solo (SEIXAS, 2020).

### 3.4 MICRONUTRIENTES

Segundo Floss (2011), os micronutrientes não são menos essenciais que os macronutrientes, eles apenas são absorvidos em menores quantidades pelas plantas. A necessidade dos micronutrientes aumenta quanto maior o potencial produtivo da cultura, e a necessidade da exportação destes elementos aumenta pela planta. A necessidade dos micronutrientes em leguminosas está ligada ao desenvolvimento da cultura, mas também no processo de fixação biológica de nitrogênio, sendo dois micronutrientes importantíssimos neste processo.

Segundo Fagan (2014) O molibdênio é um micronutriente fundamental no auxílio da atividade nitrato redutase. O molibdênio é essencial no metabolismo do nitrogênio, principalmente na simbiose da planta (leguminosas) e bactéria, por ser constituinte da enzima nitrogenase.

Segundo Taiz (2013) o cobalto, aumenta os teores de Nitrogênio e o conteúdo da vitamina B<sub>12</sub> na bactéria fixadora. O Co<sup>2+</sup> é essencial para os micro-organismos fixadores de N<sub>2</sub>, por ser o metal componente da vitamina B<sub>12</sub> chamada cobalamina. A deficiência de cobalto inibe a formação de leghemoglobina no nódulo, reduzindo a FBN. A leghemoglobina disponibiliza o oxigênio para a degradação dos açúcares e influencia o processo de obtenção de energia do bacteróide. Este processo não influencia o teor de fixação, e sim a formação do nitrato, que é tóxico para as bactérias, reduzindo a fixação biológica de N<sub>2</sub>.

#### **3.4.1 Disponibilidade de micronutrientes para plantas**

Os micronutrientes nos solos da Região Sul do Brasil não indicam deficiências em pesquisas realizadas, mas a análise de solo auxilia na identificação da disponibilidade para as plantas. Quando se faz a adubação com micronutrientes, muitas vezes as plantas melhoram o aspecto visual, mas não se observa aumento de rendimentos para as culturas. A análise recomendada para identificar a deficiência de micronutrientes é a análise foliar, sendo muito utilizadas para as recomendações quando há a deficiência ou quando a cultura necessite de algum micronutriente

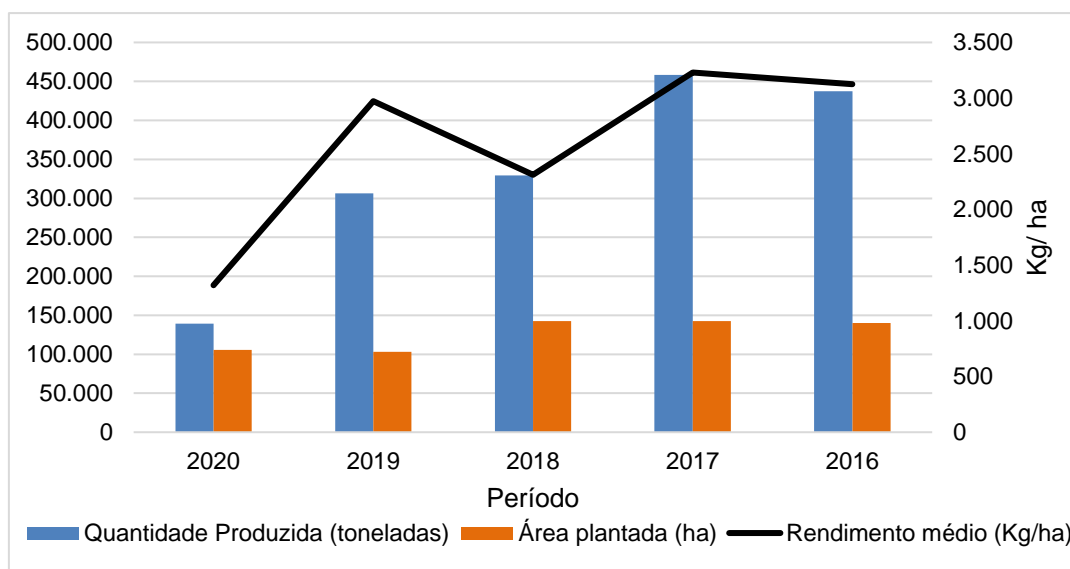
específico para o seu desenvolvimento (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2016).

O fornecimento de micronutrientes pode ser realizado no tratamento de sementes juntamente com a inoculação. Em um solo com baixa disponibilidade de micronutrientes, a adubação foliar pode fornecer os teores necessários para a planta se desenvolver (FLOSS, 2011).

### 3.5 DADOS DA PRODUTIVIDADE DE SOJA NO MUNICÍPIO DE CACHOEIRA DO SUL – RS

De acordo com o IBGE (2017) Cachoeira do Sul está situada na localização central do Rio Grande do Sul, com a altitude de 68 metros em relação ao nível do mar. Cachoeira do Sul possui uma população estimada aproximadamente 81.552 habitantes, o seu território possui 3.736,158 Km<sup>2</sup>, cerca 320.464 hectares são áreas de estabelecimentos agropecuários de acordo com o último censo realizado.

**Figura 1** - Levantamento médio no período de 5 anos da quantidade produzida, área plantada e rendimento médio da cultura da soja no município de Cachoeira do Sul – RS.



Fonte IBGE (2020); Adaptado pelo autor (2021).

Observa-se na figura 1, que no ano de 2016 a área plantada foi correspondente há aproximadamente 140 mil hectares obtendo uma produção de 3.124 Kg ha<sup>-1</sup>. No ano de 2017 teve um aumento na área plantada de 142.700 mil hectares e obteve



rendimento médio de 3.230 Kg ha<sup>-1</sup>, no ano de 2018 a área média plantada foi de 142 mil, mas obteve uma queda na produtividade 2.312 Kg ha<sup>-1</sup>, uma baixa na produção de 918 Kg ha<sup>-1</sup>.

Com a queda na produção no ano anterior, no ano de 2019, notasse a redução de 27% da área cultivada com a cultura da soja no município de Cachoeira do Sul. A área destinada para a produção de soja foi aproximada 103 mil hectares plantados, mesmo com a redução da área obteve uma produção média de 2.973 Kg/ha, sendo o valor superior ao ano anterior. Em 2020 a área plantada teve uma leve alta chegando acima dos 105 mil hectares se comparar ao ano de 2019 e, a produção foi 1.320 Kg/ha, resultando uma queda de 44%, uma baixa brusca na produção de soja para o município de Cachoeira do Sul – RS devido a grade estiagem que ocorreu nesta safra.

### 3.6 DADOS PLUVIOMÉTRICO DA SAFRA 2020/2021 DO MUNICÍPIO DE CACHOEIRA DO SUL – RS

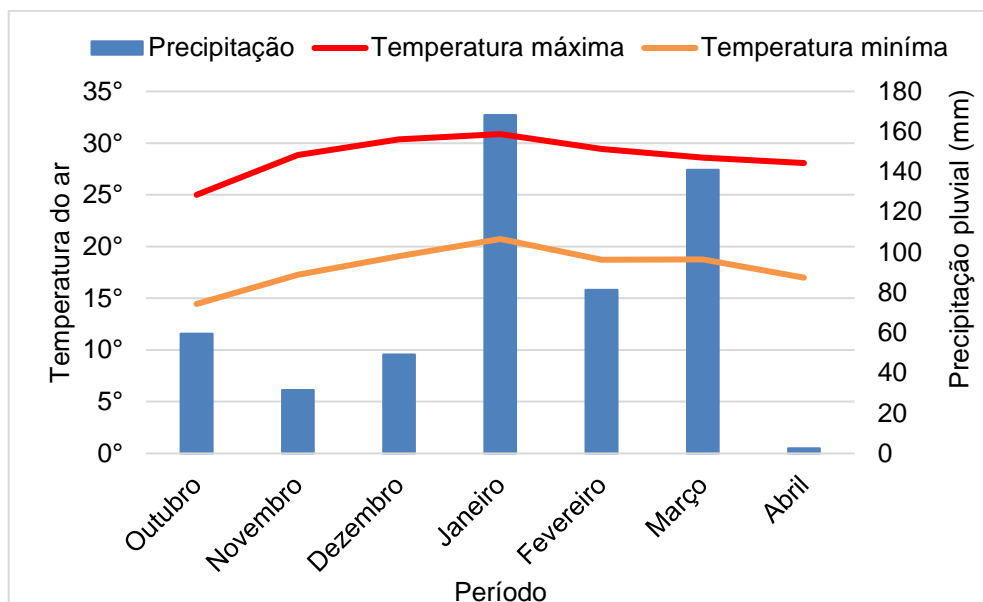
Observou-se que no período de outubro a novembro, período este que coincidiu com a implementação deste estudo, obteve uma baixa precipitação pluvial conforme observamos na figura 2.

Segundo Zanon (2018), o estabelecimento da semeadura até V2, é o período fundamental para os componentes de produtividade, pois 90% da massa de soja é constituída por água, sendo a água um fator necessário para todo o cultivo da safra. A temperatura do ar é responsável pelas atividades bioquímicas das plantas, sendo a faixa de temperatura para o cultivo de soja de no mínimo 5° C e máximo 45° C, possuindo a temperatura ótima para o seu desenvolvimento de 31,5° C.

A falta de chuva no início da safra resultou no replantio da região do município de Cachoeira do Sul – RS, onde inúmeras lavouras que foram semeadas antes do período da chuva tiveram a necessidade de replantio atingindo cerca de 70 mil hectares, (EMATER/RS-ASCAR, 2020). Na figura 2 mostra que no decorrer do ciclo da cultura se obteve índices pluviométricos abaixo do recomendado para a soja nos meses de novembro a dezembro. Esse período com baixa disponibilidade hídrica, fez com que ocorresse perdas de produtividade na cultura da soja pelo estresse hídrico. Os dados pluviométricos disponibilizados pelo IRGA (2021), demonstram um valor acumulado de 533 mm. Para a cultura da soja atingir a sua máxima capacidade

produtiva ela necessita de 800 mm de água sendo distribuída regularmente no ciclo, principalmente em períodos mais críticos (ZANON, 2018).

**Figura 2** - Média mensal de precipitação pluvial (cm) e temperatura do ar (°C) correspondentes ao período de cultivo da soja na safra 2020/2021



Fonte IBGE (2020); Adaptado pelo autor (2021).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento de campo foi conduzido no ano agrícola 2020/2021, na Estação Agronômica da UERGS, localizada no município de Cachoeira do Sul-RS, Região Central do Estado do Rio Grande do Sul, com latitude 29° 53'11,5" S, longitude 53° 00' 44.2 W e altitude de 125 m. O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho distrófico típico. O clima é do tipo Cfa, subtropical com clima úmido e verão quente, segundo classificação de Köppen e Geiger.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, trifatorial (3x2x2), com parcelas subdivididas e 4 repetições. O fator A foi composto por diferentes bactérias de inoculação/co-inoculação (*Bradyrhizobium japonicum*, *Azospirillum brasilense* e *Bacillus subtilis*; *Bacillus megaterium*); o fator B de métodos de aplicação da inoculação/co-inoculação (aplicação no sulco de semeadura e no tratamento de sementes) e o fator C consistiu da aplicação de fertilizante foliar (aplicado ou não). Os tratamentos são apresentados na tabela 1.

**Tabela 1** - Descrição dos tratamentos avaliados no experimento a campo com a cultura da soja na safra 2020/2021. Cachoeira do Sul – RS.

Tratamento	Descrição		
	Inoculação Suco	Inoculação Semente	Adubação Foliar
1	Testemunha	Testemunha	Testemunha
2	<i>Bradyrhizobium</i>	<i>Bradyrhizobium</i>	<i>Bradyrhizobium</i>
3	<i>Bradyrhizobium</i> + <i>Azospirillum</i>	<i>Bradyrhizobium</i> + <i>Azospirillum</i>	<i>Bradyrhizobium</i> + <i>Azospirillum</i>
4	<i>Bradyrhizobium</i> + <i>B. subtilis</i> ; <i>B. megaterium</i>	<i>Bradyrhizobium</i> + <i>B. subtilis</i> ; <i>B. megaterium</i>	<i>Bradyrhizobium</i> + <i>B. subtilis</i> ; <i>B. megaterium</i>
5	<i>Bradyrhizobium</i> + <i>Azospirillum</i> + <i>B. subtilis</i> ; <i>B. megaterium</i>	<i>Bradyrhizobium</i> + <i>Azospirillum</i> + <i>B. subtilis</i> ; <i>B. megaterium</i>	<i>Bradyrhizobium</i> + <i>Azospirillum</i> + <i>B. subtilis</i> ; <i>B. megaterium</i>

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

As parcelas experimentais foram constituídas de 4 linhas de semeadura com um espaçamento entre linhas de 0,5 metro (2 metros de largura) e 5 metros de

comprimento. A cultivar de soja utilizada foi a Brasmax Zeus, semeada dia 31 de outubro de 2020, e a recomendação de adubação foi feita com base na análise de solo, conforme tabela 2. Na adubação de semeadura, se utilizou 350 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante organomineral granulado com fórmula 02- 30-10 na linha de semeadura, e aplicados 150 Kg ha<sup>-1</sup> de KCl aos 35 dias (estádio V3-V4) a lanço na superfície do solo.

**Tabela 2** - Resultados da análise química do solo da área experimental. Cachoeira do Sul – RS.

Prof.	pH	P (meh)	K	S	Ca	Mg	Al	CTC efet	Arg	M.O	V
cm	H <sub>2</sub> O										
					Mg dm <sup>-3</sup>			--Cmol Dm <sup>-3</sup> ---		%	
0-10	5,8	10,3	0,44	8,8	4,5	2,1	0,0	7,0	27	2,9	27
10-20	4,6	5,2	0,09 2	19,7	2,4	1,3	1,4	5,2	31	3,4	31

Fonte: Laboratório de solos UFSM (2020); Adaptado pelo autor (2021).

A área do experimento foi cultivada nos últimos 4 anos com a cultura da soja e, no período anterior, era campo nativo. Para a inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*, foi utilizado o inoculante líquido BiomaBrady, formulado à base das Cepas SEMIA 5079 e SEMIA 5080, na concentração de 7,2 x 10<sup>9</sup> Unidade formadora de colônia UFC por ml de produto.

Para a co-inoculação com *Azospirillum brasilense*, foi utilizado o inoculante líquido BiomaMais, formulado à base das Cepas Ab-V5 e Ab-V6, com concentração de 4 x 10<sup>8</sup> células viáveis por mL de produto.

Para a co-inoculação com *Bacillus subtilis* (*B. subtilis*) e *Bacillus megaterium* (*B. megaterium*), foi utilizado o inoculante líquido BiomaPhos, composto com as Cepas *Bacillus subtilis* (CNPMS B2084 (BRM034840)) e *Bacillus megaterium* (CNPMS B119 (BRM033112)), em uma concentração de 4x10<sup>9</sup> UFC por mL de produto.

Os tratamentos que realizou a inoculação no sulco, foi preparado a calda e aplicado conforme os tratamentos acima citados, a dose aplicada no sulco foi de acordo com a recomendação da empresa o dobro da dose aplicado nas sementes. A limpeza dos equipamentos foi realizada com o uso de álcool 70%, panos limpos para assepsia, tanto do pulverizador costal como da caixa de semeadura e todos os

equipamentos que se teve contato para montar o experimento, como na troca dos tratamentos, para evitar a contaminação da parcela.

A inoculação no sulco foi realizada com o auxílio de um pulverizador costal e acoplado com barra, contendo quatro pontas de pulverização tipo leque XR110.02, espaçadas em 0,5 m (Figura 3), sendo que cada ponta do pulverizador cobria o perfil de um sulco de semeadura (Figura 4), aplicando-se o inoculante líquido diluído e co-inoculantes em água potável em um volume de calda de 50 L ha<sup>-1</sup>.

**Figura 3** – Inoculação via sulco na cultura da soja na área experimental no verão de 2019/20. Cachoeira do Sul-RS.



Fonte: Autor (2020).

**Figura 4** – Inoculação via sulco cobrindo o sulco de semeadura na área experimental no verão de 2019/20. Cachoeira do Sul – RS



Fonte: Autor (2020).

A inoculação nas sementes foi realizada com o auxílio de balança de precisão, onde foram pesados 4 kg de sementes e inoculadas com o BiomaBrady. A co-inoculação foi realizada seguindo a ordem dos tratamentos. Após a secagem, foi separado 1 kg de sementes para proceder a semeadura.

No estágio fenológico V6, após 44 dias da semeadura, as parcelas foram divididas para a aplicação de fertilizante foliar, a qual foi realizada com um pulverizador costal acoplado a barra (Figura 5), usado uma ponta do tipo leque, com vazão de 150L ha<sup>-1</sup>. O fertilizante foliar foi composto de fósforo (6,0 % p/p), potássio (4,0 % p/p), magnésio (1 % p/p), enxofre (1,3 % p/p), cobalto (0,5 % p/p), molibdênio (10,0 % p/p) níquel (1,5 % p/p) e zinco (6,0 % p/p), sendo recomendados 300 gramas em 100 litros de água.

**Figura 5** – Adubação foliar cultura da soja na área experimental no verão de 2020. Cachoeira do Sul – RS.



Fonte: Autor (2020).

A avaliação de nodulação foi realizada no estágio R1, com 74 dias após a semeadura, sendo coletadas seis plantas ao acaso por parcela de cada tratamento. As raízes, intactas, foram retiradas das plantas, mantendo o volume de solo com 20 cm de profundidade e 40 cm de largura, com auxílio de pá-de-corte.

Para determinação, os nódulos foram lavados e os resultados foram apresentados quanto ao número de nódulos por planta e massa seca de nódulos (mg

planta<sup>-1</sup>). A determinação da massa ocorreu após secagem em estufa com ventilação forçada a 65°C por 48 horas, ou até atingir massa constante.

O sistema radicular foi separado da parte aérea no ponto de inserção cotiledonar e feito a lavagem para a determinação da massa seca de raiz (g planta<sup>-1</sup>), passando pelo mesmo processo de secagem dos nódulos. A parte aérea (g planta<sup>-1</sup>) foi armazenada em sacos de papel e secadas em estufa com ventilação forçada a 65°C por 48 horas, ou até atingir peso constante.

No estágio R7, antes da maturação plena, foram escolhidas seis plantas para se avaliar altura (distância entre o colo da planta até a extremidade da haste principal) e os componentes do rendimento: vagens por planta e grãos por vagem.

A massa de mil grãos foi determinada por meio da pesagem de amostras contendo 100 grãos. O peso de mil sementes de uma amostra varia de acordo com o teor de água das sementes, e multiplicando-se os resultados por 10 (MAPA, 2009).

Para a determinação da produtividade de grãos, realizou-se a colheita manual das plantas das duas linhas centrais de cada parcela experimental, e procedeu-se a trilha, a limpeza e a pesagem, corrigindo-se o peso final dos grãos para a umidade padrão de 13% e convertido para hectare (kg ha<sup>-1</sup>).

Para o cálculo do rendimento e da massa de mil grãos, o grau de umidade foi corrigido para 13% de base úmida. Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo comparados pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, através do software estatístico SISVAR.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 ANÁLISE DA INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO REALIZADAS VIA SULCO DE SEMEADURA E NAS SEMENTES

A inoculação via sulco de semeadura obteve diferença estatística de acordo com o tratamento utilizado. As variáveis como o número de nódulos e a massa seca dos nódulos obtiveram melhores resultados em relação aos outros tratamentos. As demais variáveis não obtiveram diferenças estatísticas entre a inoculação e coinoculação, mas obtiveram melhores respostas em relação à testemunha, obtendo diferenciação estatística, podendo ser observado na tabela 3.

**Tabela 3** – Resultados da altura de plantas cm (AP- cm), massa seca parte aérea (MSP- g), número de nódulos (NN, n° planta<sup>-1</sup>), massa seca de nódulos (MSN - mg), massa seca de raiz (MSR - g), vagens por planta (VP, n° planta<sup>-1</sup>) e grãos por vagem (GV, n° planta<sup>-1</sup>) da cultura da soja com inoculação realizada via sulco de semeadura. Cachoeira do Sul – RS.

TRATAMENTO	AP (cm)	MSP (g)	NN (N°)	MSN (mg)	MSR (g)	VP (N°)	GV (N°)
Testemunha	56,41 b	14,75 b	17,08 e	0,1064 c	4,735 b	59,16 b	2,282 b
<i>Bradyrhizobium</i>	64,16 a	35,79 a	47,58 b	0,3592 b	7,477 a	100,25 a	2,356 a
<i>Bradyrhizobium</i> + <i>Azospirillum</i>	62,50 a	39,75 a	27,16 d	0,2661 b	7,019 a	98,16 a	2,367 a
<i>Bradyrhizobium</i> + <i>B. subtilis</i> ; <i>B. megaterium</i>	63,50 a	37,25 a	37,58 c	0,3622 b	8,516 a	100,41 a	2,363 a
<i>Bradyrhizobium</i> + <i>Azospirillum</i> + <i>B. subtilis</i> ; <i>B. megaterium</i>	62,41 a	30,11 a	58,83 a	0,5771 a	7,976 a	121,83 a	2,401 a
CV (%)	6,05	30,74	8,23	42,05	28,14	22,5	3,83

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não se diferenciam estatisticamente pelo Teste de Scott-knott a 5% de probabilidade para a comparação das médias; CV = coeficiente de variação. Fonte: Elaborado pelo autor (2021).



Segundo Abreu (2016), a presença do fósforo é necessária para o desenvolvimento das plantas. As bactérias solubilizadoras de fósforo não garante a disponibilização deste nutriente em solos com baixa disponibilidade, mas quando há uma oferta maior deste nutriente no solo, as bactérias conseguem converter o P em uma forma assimilável pelas plantas. Esse processo aumenta a absorção no ciclo da cultura. Com isto podemos ver os tratamentos com *B. subtilis*; *B. megaterium*, há um aumento nos parâmetros analisados e diferenciando estatisticamente como caso do número de nódulos e a massa seca dos nódulos.

De acordo com Didonet (2000) as bactérias do gênero *Azospirillum* para obter eficácia em sua inoculação, necessita concorrer com as bactérias diazotróficas nativas presentes no solo. O inoculante carece ser de qualidade e necessita atentar-se no armazenamento do produto evitando altas temperaturas para não ocorrer o extermínio das bactérias. É possível que as bactérias do gênero *Bradyrhizobium* ou mesma espécies nativas, competem com o *Azospirillum Brasilense*, não proporcionando benefícios no desenvolvimento e nodulação das plantas dessa cultura em estudo.

Na testemunha ocorreu a nodulação por bactérias nativas, de acordo com Gomes (2011), as raízes das plantas interagem com a microbiota nativa do solo onde ocorre a colonização dessas bactérias com a formação de nódulos nas raízes. Quanto a eficácia, as bactérias nativas são inferiores as bactérias selecionadas, pois não passaram por um processo de seleção, não interagindo com a planta, sendo assim não proporcionando benefícios para a cultura (MELCHIORRE, 2011).

Silva (2020), avaliou o efeito de adubação com o uso de bactérias promotoras de crescimento vegetal, podendo constar que as bactérias utilizadas com a adubação recomendada promoveu um aumento nos resultados durante o desenvolvimento da cultura no seu ciclo. O uso de bactérias do gênero *Rhizobium* em inoculação, incrementam na produção de raiz como o número de nódulos em plantas leguminosas (FERLINI, 2006).

Os tratamentos de inoculação e co-inoculação demonstraram melhores rendimentos comparados a testemunha, a cada tratamento realizado pode-se analisar que a aplicação das bactérias como no tratamento *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* + *B. subtilis*; *B. megaterium*, obteve melhores médias nas variáveis como: número de nódulos, massa seca de nódulos, vagens por planta e grãos por vagem. A aplicação

de inoculação com *Bradyrhizobium*, se destacou com média de 64,16 centímetros na altura de plantas.

Na Tabela 4 são apresentados os dados da inoculação nas sementes aonde os tratamentos que foram inoculados, obtiveram resposta nas variáveis analisadas e a diferenciação estatística com a testemunha. A análise de nódulos obteve diferenças estatística nos tratamentos, podendo constar que o tratamento *Bradyrhizobium* + *B. subtilis*; *B. megaterium* obteve uma média de 65,91 nódulos.

**Tabela 4** – Resultados da altura de plantas cm (AP- cm), massa seca parte aérea (MSP- g), número de nódulos (NN, n° planta<sup>-1</sup>), massa seca de nódulos (MSN - mg), massa seca de raiz (MSR - g), vagens por planta (VP, n° planta<sup>-1</sup>) e grãos por vagem (GV, n° planta<sup>-1</sup>) da cultura da soja com inoculação realizada nas sementes . Cachoeira do Sul – RS.

TRATAMENTO	AP (cm)	MSP (g)	NN (N°)	MSN (mg)	MSR (g)	VP (N°)	GV (N°)
Testemunha	56,41 b	14,75 b	17,08 e	0,1064 b	4,735 b	59,16 b	2,282 b
<i>Bradyrhizobium</i>	64,25 a	30,58 a	37,91 d	0,5209 a	7,970 a	105,33 a	2,298 b
<i>Bradyrhizobium</i> + <i>Azospirillum</i>	62,46 a	35,04 a	55,25 c	0,5036 a	8,165 a	114,16 a	2,38 a
<i>Bradyrhizobium</i> + <i>B. subtilis</i> ; <i>B. megaterium</i>	63,08 a	36,01 a	65,91 a	0,6036 a	7,586 a	99,83 a	2,36 a
<i>Bradyrhizobium</i> + <i>Azospirillum</i> + <i>B. subtilis</i> ; <i>B. megaterium</i>	62,46 a	27,47 a	63 b	0,5647 a	7,558 a	105 a	2,42 a
CV (%)	6,05	30,74	8,23	42,05	28,14	22,5	3,83

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não se diferenciam estatisticamente pelo Teste de Scott-knott a 5% de probabilidade para a comparação das médias; CV = coeficiente de variação. Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Os tratamentos com bactérias não obtiveram diferenciação estatística nas variáveis analisadas como altura de plantas, massa da parte aérea e o peso das raízes das plantas. Um experimento conduzido no estado da Bahia foi constatado na análise de massa da matéria seca das folhas e área foliar obtiveram resultados similares pelas suas características fisiológicas da cultivar, (BRANDELERO, 2009).

Quanto a análise de grãos por vagens ocorreu diferenciação estatística nos tratamento co-inoculados em relação a inoculação na semente com *Bradyrhizobium* e a testemunha. A inoculação e a testemunha não se diferenciaram estatisticamente de

acordo com a tabela 4. O número de grãos por vagens é uma variável que determina a produção da cultura da soja (LIMA, 2009).

Observa-se os componentes de produtividade por inoculação via sulco de semeadura ocorreu diferenciação estatística conforme a tabela 5.

**Tabela 5** – Resultados da massa de mil grãos (MMG, g), produtividade de grãos (Kg ha<sup>-1</sup> e sc ha<sup>-1</sup>), da cultura da soja com inoculação realizada via sulco de semeadura. Cachoeira do Sul – RS.

TRATAMENTO	MMG (g)	Produtividade (Kg ha <sup>-1</sup> )	Produtividade (Sc ha <sup>-1</sup> )
Testemunha	274,66 n/s	2.622,13 c	44 c
<i>Bradyrhizobium</i>	277 n/s	4.596,51 a	76 a
<i>Bradyrhizobium</i> + <i>Azospirillum</i>	271,67 n/s	4.133,54 a	68 a
<i>Bradyrhizobium</i> + <i>B. subtilis</i> ; <i>B. megaterium</i>	267,67 n/s	3.548,1 b	59 b
<i>Bradyrhizobium</i> + <i>Azospirillum</i> + <i>B. subtilis</i> ; <i>B. megaterium</i>	271,5 n/s	4.224,9 a	70 a
CV (%)	4,1	16,99	16,77

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não se diferenciam estatisticamente pelo Teste de Scott-knott a 5% de probabilidade para a comparação das médias; CV = coeficiente de variação; n/s = não significativo; Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Os resultados obtidos na produtividade de grãos da cultura da soja com inoculação via sulco de semeadura, apresentaram diferenças estatísticas em relação à testemunha. Os tratamentos com *Bradyrhizobium*, *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* e *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* + *B. subtilis*; *B. megaterium*, se destacaram estatisticamente de acordo com a tabela 5. O tratamento com *Bradyrhizobium* obteve 4.596,51 quilos por hectare, cerca de 76 sacos, seguido pelo tratamento *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* + *B. subtilis*; *B. megaterium*, com uma produção de 4.224,9 Kg ha<sup>-1</sup>, cerca de 70 sc ha<sup>-1</sup>, enquanto o tratamento *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* produziu 4.133,54 Kg ha<sup>-1</sup> aproximadamente 68 sc ha<sup>-1</sup>. A resposta da inoculação e co-inoculação foi similar aos resultados de Pardinho e Primieri (2015), que realizaram um experimento com inoculação na cultura da soja, aonde as inoculações em relação a testemunha obtiveram médias superiores.

De acordo com a figura 1, a produção de soja no município no ano de 2020 foi de 1.320 Kg ha<sup>-1</sup>, feito um comparativo com os tratamentos que se diferenciaram estatisticamente pelo método de Scott-knott. A resposta da inoculação com *Bradyrhizobium* e coinoculação com *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* + *B. subtilis*; *B. megaterium*, mostra a eficácia das bactérias para a cultura da soja.

A massa de mil grãos não apresentou diferença estatística nos tratamentos, variando de 274,66 gramas na testemunha até 275,66 gramas na co-inoculação *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* + *B. subtilis*; *B. megaterium*. Segundo Goffi (2017), o peso médio dos grãos pode ser influenciado pela genética da variedade e por fatores ambientais. Uma planta que produza uma alta taxa fotossintética, aloca uma quantidade maior de fotoassimilados nos grãos. De acordo com Souza (2020), a formação de vagens poderá ter perdas de produção se houver reduções da área fotossintética ativa, comprometendo o enchimento de grãos.

Na variável produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) observou-se diferenciação estatística no tratamento com *Bradyrhizobium* + *Azospirillum*, em comparação aos demais tratamentos de acordo com a tabela 6.

**Tabela 6** – Resultados da massa de mil grãos (MMG, g) e produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup> e sc ha<sup>-1</sup>) da cultura da soja com a inoculação realizada nas sementes. Cachoeira do Sul – RS.

TRATAMENTO	MMG (g)	Produtividade (Kg ha <sup>-1</sup> )	Produtividade (Sc ha <sup>-1</sup> )
Testemunha	274,66 n/s	2.622,13 b	44 b
<i>Bradyrhizobium</i>	271 n/s	3.388,68 b	56 b
<i>Bradyrhizobium</i> + <i>Azospirillum</i>	270,16 n/s	4.085,51 a	68 a
<i>Bradyrhizobium</i> + <i>B. subtilis</i> ; <i>B. megaterium</i>	263,1 n/s	3.028,22 b	50 b
<i>Bradyrhizobium</i> + <i>Azospirillum</i> + <i>B. subtilis</i> ; <i>B. megaterium</i>	275,66 n/s	3.260,63 b	54 b
CV (%)	4,1	16,99	16,77

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não se diferenciam estatisticamente pelo Teste de Scott-knott a 5% de probabilidade para a comparação das médias; CV = coeficiente de variação; n/s = não significativo; Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A produtividade do tratamento *Bradyrhizobium* + *Azospirillum*, foi de 4.085,51 Kg ha<sup>-1</sup> aproximadamente 68 sc ha<sup>-1</sup>, se destacando estatisticamente. Os outros

tratamentos não obtiveram diferença estatística em relação a testemunha. Santos (2018), realizou um experimento com inoculação e co-inoculação aonde o tratamento somente realizado a inoculação com *Bradyrhizobium* obteve melhores médias em comparação com a co-inoculação com *Azospirillum*.

Os resultados da tabela 6 apresenta uma resposta positiva da co-inoculação com um incremento de 696,83 Kg ha<sup>-1</sup>, cerca de 20% na produtividade. Este resultado mostra um aumento de produtividade como no estudo feito por Benintende (2010), que realizou um experimento de co-inoculação com *Azospirillum brasilense* obtendo um aumento na produtividade de 118 Kg ha<sup>-1</sup>, em relação a inoculação somente com o *Bradyrhizobium japonicum*.

De acordo com Souza (2020), a inoculação com *Bradyrhizobium*, mais a co-inoculação com *Azospirillum*, constatou que as bactérias estabelecem nas raízes das plantas gerando resultados que podem variar, pois sofrem a ação de fatores externo do solo, podendo estas bactérias competirem por recursos limitando a resposta da planta.

Para os efeitos dessa análise foram considerados os resultados dos rendimentos das plantas nas variáveis analisadas, sendo o fator comparativo os métodos de inoculação (inoculação via sulco de semeadura e inoculação na semente). As tabelas 7 e 8, pode ser observado o desenvolvimento da cultivar submetida as formas de inoculações.

**Tabela 7** – Comparação entre os métodos de inoculação avaliando a altura de plantas (AP, cm), massa seca parte aérea (MSPA, g), número de nódulos (NN, n° planta<sup>-1</sup>), massa seca de nódulos (MSN, mg), massa seca de raiz (MSR, g), vagens por planta (VP, n° planta<sup>-1</sup>) e grãos por vagem (GV, n° planta<sup>-1</sup>) cultura da soja. Cachoeira do Sul – RS.

Inoculação	AP (cm)	MSPA (g)	NN (N°)	MSN (mg)	MSR (g)	VP (N°)	GV (N°)
<b>Sulco</b>	61,78 n/s	31,53 n/s	37,65 b	0,365 b	7,26 n/s	95,96 n/s	2,35 n/s
<b>Semente</b>	61,38 n/s	28,77 n/s	47,8 a	0,492 a	7,14 n/s	96,70 n/s	2,35 n/s

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não se diferenciam estatisticamente pelo Teste de Scott-knott a 5% de probabilidade para a comparação das médias; CV = coeficiente de variação; n/s = não significativo; Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Comparando as duas inoculações realizadas, a inoculação via semente proporcionou mais nódulos na planta, aproximadamente 47,8 nódulos com uma

massa de 0,492 miligramas. A inoculação no sulco obteve 37,65 nódulos com uma massa de 0,365 miligramas. As demais variáveis analisadas na tabela 7 não obtiveram diferenciação estatística. Segundo Câmara (2000), avaliou que plantas de soja com um número de nódulos com 10 a 30 nódulos no florescimento, possuem capacidade para disponibilização de altos teores de nitrogênio fixado e o aumento de rendimento de grãos.

Fagan (2007), avaliou que o número de nódulo em maiores quantidades, a planta irá gastar mais energia para a redução do nível de nitrogênio para o fornecimento dos esqueletos carbônicos aonde estão as bactérias fixadoras de nitrogênio, tendo um gasto extra de energia metabólica.

O método de inoculação via sulco de semeadura se diferenciou estatisticamente de acordo com a tabela 8.

**Tabela 8** – Comparação entre os métodos de inoculação avaliando a massa de mil grãos (MMG, g) e a produtividade de grãos ( $\text{Kg ha}^{-1}$  e  $\text{Sc ha}^{-1}$ ) da cultura da soja. Cachoeira do Sul – RS.

TRATAMENTO	MMG (g)	Produtividade ( $\text{Kg ha}^{-1}$ )	Produtividade ( $\text{Sc ha}^{-1}$ )
Sulco	272,50 n/s	3.825,03 a	64 a
Semente	270,94 n/s	3.277,04 b	55 b

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não se diferenciam estatisticamente pelo Teste de Scott-knott a 5% de probabilidade para a comparação das médias; CV = coeficiente de variação; n/s = não significativo; Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Como podemos ver a massa de mil grãos não obteve diferenciação estatística nos dois métodos de inoculação de acordo com a tabela 8. A produtividade na inoculação no sulco se diferenciou estatisticamente obtendo  $3.835,03 \text{ Kg ha}^{-1}$  cerca de  $64 \text{ Sc ha}^{-1}$ . A inoculação no sulco teve um acréscimo de produtividade de 15% em comparação com a inoculação na semente obtendo  $3.277,04 \text{ Kg ha}^{-1}$  aproximadamente  $55 \text{ Sc ha}^{-1}$ .

Zilli (2010), realizou um experimento com inoculação via sulco de semeadura, obtendo cerca de 20% de produtividade nos grãos com um acréscimo de produtividade de  $500 \text{ Kg ha}^{-1}$ . Este resultado corrobora com Correia (2018), aonde os resultados na produtividade de grãos são maiores na inoculação no sulco. Outra vantagem na inoculação via sulco de semeadura é a operação da inoculação, pois a inoculação via sulco não necessita a inoculação na semente antes do plantio, pois a

inoculação no sulco é realizada no mesmo momento da semeadura. Além disto não necessita de armazenamento após a inoculação.

A inoculação via sulco de semeadura proporciona um custo operacional menor, por não necessitar da mão de obra na inoculação e co-inoculação nas sementes de soja. Estes fatores refletem na implantação da lavoura pela agilidade e facilidade do processo. A inoculação e co-inoculação na semente necessitam maiores cuidados pois as sementes não podem estar alocadas sob alta temperatura e não estarem expostas diretamente ao sol, podendo afetar o número de bactérias viáveis, influenciando diretamente a fixação biológica de nitrogênio, bactérias promotoras de crescimento e as bactérias solubilizadoras de fosfato.

A inoculação no sulco é a melhor forma de implantar a lavoura, pois acelera o processo e não necessita ter maiores cuidados com o armazenamento das sementes de soja. A inoculação e co-inoculação é realizado no momento da implantação da lavoura na própria semeadora, mas o equipamento para realizar a inoculação via sulco possui um valor de mercado alto, sendo recomendado para produtores que possuem grandes áreas para fazer a implantação da lavoura.

## 5.2 ANÁLISE DO EFEITO DA ADUBAÇÃO FOLIAR NOS TRATAMENTOS.

Visualiza-se nas tabelas 9 e 10, a avaliação realizada sob o efeito da adubação foliar em cada tratamento individual, analisando a resposta da adubação foliar influenciou as variáveis analisadas: altura de plantas; massa seca parte aérea; número de nódulos; massa seca de nódulos; massa seca de raiz; vagens por planta e grãos por vagens. Com a aplicação do teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Na tabela 9 observou-se que não se obteve diferenciação estatística com a adubação foliar em relação ao tratamento não realizado a adubação foliar, no método de inoculação via sulco de semeadura.

**Tabela 9** – Resultados do efeito da aplicação da adubação foliar (S) e da não aplicação (N) na altura de plantas (AP, cm), massa seca parte aérea (MSP, g), número de nódulos (NN, n° planta<sup>-1</sup>), massa seca de nódulos (MSN - mg), massa seca de raiz (MSR - g), vagens por planta (VP, n° planta<sup>-1</sup>) e grãos por vagem (GV, n° planta<sup>-1</sup>) da cultura da soja com inoculação via sulco de semeadura. Cachoeira do Sul – RS.

Tratamento	AP (cm)		MSPA (g)		NN (N°)		MSN (mg)		MSR (g)		VP (N°)		GV (N°)	
	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S
<b>Testemunha</b>	58,3 n/s	54,5 n/s	11,5 n/s	18 n/s	15,8 n/s	18,3 n/s	0,24 n/s	0,29 n/s	4,6 n/s	4,9 n/s	61 n/s	57,34 n/s	2,33 n/s	2,23 n/s
<b>Bradyrhizobium</b>	62,5 n/s	66 n/s	26,3 n/s	34,8 n/s	48,8 a	27 b	0,59 n/s	0,45 n/s	6,5 n/s	8,4 n/s	90,6 b	120 a	2,34 n/s	2,25 n/s
<b>Bradyrhizobium + Azospirillum</b>	57,2 b	64,1 a	33,9 n/s	36,2 n/s	56,1 n/s	54,3 n/s	0,42 n/s	0,58 n/s	6,7 n/s	7,3 n/s	134,16 a	94,16 b	2,37 n/s	2,38 n/s
<b>Bradyrhizobium + B. subtilis; B. megaterium</b>	63,1 n/s	63 n/s	36,9 n/s	35,7 n/s	71,3 a	60,5 b	0,68 n/s	0,52 n/s	7,2 b	9,7 a	85,3 b	114,3 a	2,36 n/s	2,37 n/s
<b>Bradyrhizobium + Azospirillum + B. subtilis; B. megaterium</b>	59 b	65,9 a	17,9 b	37,0 a	51,3 b	74,7 a	0,52 n/s	0,61 n/s	7,5 n/s	8,5 n/s	67,33 b	142,6 a	2,37 n/s	2,47 n/s
CV (%)	6,05		30,74		8,23		42,05		28,14		22,5		3,83	

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não se diferenciam estatisticamente pelo Teste de Scott-knott a 5% de probabilidade para a comparação das médias; CV = coeficiente de variação; n/s = não significativo; Fonte: Elaborado pelo autor (2021).



A adubação foliar não teve diferenciação estatística no desenvolvimento da cultura nos tratamentos realizados como podemos analisar na tabela 9. O tratamento *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* + *B. subtilis*; *B. megaterium*, obteve uma resposta na variável altura de planta na aplicação foliar obtendo 65,9 cm em comparação a não aplicação que foi de 59 cm. Este tratamento obteve uma resposta na massa seca da parte aérea com uma média de 37 gramas no tratamento foliar em comparação a não aplicação foliar que foi de 17,9 gramas.

O número de nódulos teve uma resposta com uma média de 74,7 nódulos por planta em comparação a 51,3 nódulos por planta na não aplicação foliar. A variável vagens por planta obteve 142 vagens no tratamento foliar em comparação a 67,3 vagens por planta sem a adubação. O tratamento *Bradyrhizobium* + *Azospirillum*, obteve uma resposta positiva de 64,1 cm, na adubação foliar em comparação a não aplicação foliar que foi de 57,2 cm.

Estes resultados assemelham-se aos obtidos por Golo (2009), aonde a adubação foliar a base de Cobalto e Molibdênio não obteve resposta nas variáveis altura de planta, número de vagens por planta, número de sementes por planta, número de sementes por vagem e produtividade. A adubação foliar influenciou a massa de 100 sementes. Segundo Moraga (2018) a aplicação de micronutrientes molibdênio e cobalto na cultura da soja, não alterou a produtividade de soja na aplicação foliar no estágio V5 e R2.

Na tabela 10 observou-se os valores da adubação foliar no método de inoculação na semente, podendo comparar o efeito da adubação foliar em cada tratamento nas variáveis analisadas.

**Tabela 10** – Resultados da aplicação da adubação foliar (S) e da não aplicação (N) na altura de plantas (AP, cm), massa seca parte aérea (MS, g), número de nódulos (NN, n° planta), massa seca de nódulos (MSN, mg), massa seca de raiz (MSR, g), vagens por planta (VP, n° planta<sup>-1</sup>) e grãos por vagem (GV, n° planta<sup>-1</sup>) da cultura da soja com inoculação realizada nas sementes. Cachoeira do Sul – RS.

Tratamento	AP (cm)		MSPA (g)		NN (N°)		MSN (mg)		MSR (g)		VP (N°)		GV (N°)	
	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S
<b>Testemunha</b>	58,3 n/s	54,5 n/s	11,5 n/s	18 n/s	15,8 n/s	18,3 n/s	0,24 n/s	0,289 n/s	4,8 n/s	4,9 n/s	61 n/s	57,3 n/s	2,3 n/s	2,2 n/s
<b>Bradyrhizobium</b>	65,8 n/s	62,3 3 n/s	31,7 n/s	39,91 n/s	48,8 n/s	46,34 n/s	0,35 n/s	0,367 n/s	7,9 n/s	9,0 n/s	103 n/s	97,7 n/s	2,4 n/s	2,3 n/s
<b>Bradyrhizobium + Azospirillum</b>	64,6 n/s	60,8 n/s	32,7 b	46,8 a	26,1 n/s	28,2 n/s	0,23 n/s	0,3 n/s	8,1 n/s	10,4 n/s	85,5 b	111 a	2,3 n/s	2,4 n/s
<b>Bradyrhizobium + B. subtilis; B. megaterium</b>	63 n/s	64 n/s	35,8 n/s	38,7 n/s	36,8 n/s	38,3 n/s	0,35 n/s	0,37 n/s	6,0 n/s	7,1 n/s	90 n/s	111 n/s	2,3 b	2,4 a
<b>Bradyrhizobium + Azospirillum + B. subtilis; B. megaterium</b>	61,6 n/s	63,1 n/s	26,0 n/s	34,7 n/s	52 b	65,7 a	0,59 n/s	0,55 n/s	6,9 n/s	7,3 n/s	99,3 b	144, 3 a	2,4 n/s	2,4 n/s
CV (%)	6,05		30,74		8,23		42,05		28,14		22,5		3,83	

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não se diferenciam estatisticamente pelo Teste de Scott-knott a 5% de probabilidade para a comparação das médias; CV = coeficiente de variação; n/s = não significativo; Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Observa-se na tabela 10 que a adubação foliar não obteve diferenciação estatística nas variáveis analisadas. O número de nódulos no tratamento *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* + *B. subtilis*; *B. megaterium*, obteve diferenciação na variável vagem por planta. A adubação foliar obteve uma média de 144,3 vagens por planta em comparação à média de 99,3 vagens por planta na não aplicação foliar.

Foram avaliadas nas tabelas 11 e 12, o efeito da adubação foliar em cada tratamento individual, analisando a resposta da adubação foliar nas variáveis peso de mil sementes e produtividade de grãos. Observou que a adubação foliar não diferenciou estatisticamente as variáveis analisadas no método de inoculação via sulco de semeadura, como podemos analisar na tabela 11.

**Tabela 11** – Resultados da aplicação da adubação foliar (S) e a não aplicação (N) na massa de mil grãos (MMG, g) e na produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup> e sc ha<sup>-1</sup>) da cultura da soja com inoculação realizada via sulco de semeadura. Cachoeira do Sul – RS.

Tratamento	MMG (g)		Produtividade (Kg ha <sup>-1</sup> )		Produtividade (Sc ha <sup>-1</sup> )	
	N	S	N	S	N	S
Testemunha	280 n/s	269,4 n/s	2.410,65 n/s	2.833,61 n/s	40 n/s	47 n/s
<i>Bradyrhizobium</i>	285,67 n/s	268,34 n/s	4.416,52 n/s	4.776,5 n/s	73 n/s	79 n/s
<i>Bradyrhizobium</i> + <i>Azospirillum</i>	264 n/s	279,34 n/s	3.935,73 n/s	4.331,35 n/s	65 n/s	72 n/s
<i>Bradyrhizobium</i> + <i>B. subtilis</i> ; <i>B. megaterium</i>	273 n/s	262,34 n/s	3.396,43 n/s	3.699,77 n/s	62 n/s	57 n/s
<i>Bradyrhizobium</i> + <i>Azospirillum</i> + <i>B. subtilis</i> ; <i>B. megaterium</i>	279,67 n/s	263,34 n/s	4.455,53 n/s	3.994,26 n/s	74 n/s	66 n/s
CV (%)	4,1		16,99		16,77	

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não se diferenciam estatisticamente pelo Teste de Scott-knott a 5% de probabilidade para a comparação das médias; CV = coeficiente de variação; n/s = não significativo; Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A adubação foliar no método de inoculação via sulco de semeadura não influenciou as variáveis peso de mil sementes, produtividade e sacos por hectare.

Nos parâmetros analisados a produtividade da não aplicação foliar obteve melhores médias em relação a aplicação. Segundo Gris (2005), altas doses de adubação a base de molibdênio, aplicados na adubação foliar pode influenciar a produção da planta em relação a testemunha, pois causa toxidez na planta de soja pela sua alta concentração para a cultura.

A aplicação de micronutrientes na cultura da soja é necessário para o desenvolvimento da cultura, mas para isto certos fatores são necessários para a tomada de decisão para a adubação como índice de área foliar, desenvolvimento das plantas, enchimento de grãos e viabilidade econômica, para que se tenha uma planta saudável e com uma boa produtividade da cultura (FAVARIN e MARINI, 2000).

Observou-se na tabela 12 a resposta da adubação foliar no método de inoculação realizado nas sementes de soja, analisando as variáveis de peso de mil grãos e a produtividade de grãos.

**Tabela 12** – Resultados da aplicação da adubação foliar (S) e a não aplicação (N) na massa de mil grãos (MMPG, g) e na produtividade de grãos (Kg ha<sup>-1</sup> e sc ha<sup>-1</sup>) da cultura da soja com inoculação realizada nas sementes. Cachoeira do Sul – RS.

Tratamento	MMG (g)		Produtividade (Kg ha <sup>-1</sup> )		Produtividade (Sc ha <sup>-1</sup> )	
	N	S	N	S	N	S
<b>Testemunha</b>	280 n/s	269,4 n/s	2.410,65 n/s	2.833,61 n/s	40 n/s	47 n/s
<b><i>Bradyrhizobium</i></b>	270 n/s	272 n/s	3.742,02 n/s	3.035,35 n/s	63 n/s	50 n/s
<b><i>Bradyrhizobium</i> + <i>Azospirillum</i></b>	270 n/s	270,34 n/s	3.878,54 n/s	4.292,47 n/s	65 n/s	71 n/s
<b><i>Bradyrhizobium</i> + <i>B. subtilis</i>; <i>B. megaterium</i></b>	257 n/s	269,34 n/s	2.961,23 n/s	3.095,21 n/s	49 n/s	52 n/s
<b><i>Bradyrhizobium</i> + <i>Azospirillum</i> + <i>B. subtilis</i>; <i>B. megaterium</i></b>	279,34 n/s	272 n/s	2.966,11 n/s	3.555,15 n/s	49 n/s	59 n/s
CV (%)	4,1		16,99		16,77	

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não se diferenciam estatisticamente pelo Teste de Scott-knott a 5% de probabilidade para a comparação das médias; CV = coeficiente de variação; n/s = não significativo; Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A utilização da adubação foliar não resultou em diferenciação estatística na produtividade de grãos como pode se observar na tabela 12. Segundo Tiritan (2007), o cobalto e o molibdênio são micronutrientes fundamentais para a cultura da soja, mas para realizar a sua adubação é necessário cuidado, para que não haja uma alta dose e causar prejuízos para a planta.

O fornecimento destes micronutrientes ocorreu de duas formas pela aplicação foliar ou no tratamento de sementes. O fornecimento de micronutrientes variou de acordo com as características dos solos, por isto é importante a análise química do solo e a análise folhar para determinar a quantidade exata para a cultura.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A co-inoculação com *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* + *B. subtilis*; *B. megaterium* realizada via sulco de semeadura foi o tratamento que resultou em maior produtividade da cultura da soja.

Com a inoculação realizada na semente o tratamento que obteve a melhor resposta foi a co-inoculação com *Bradyrhizobium* + *Azospirillum*, sendo essa uma excelente opção para a implantação da lavoura de pequenos produtores, que não possuem recursos para fazer a inoculação via sulco de semeadura.

A inoculação via sulco de semeadura resultou na melhor resposta da soja, incrementando a produtividade em 9 sacos por hectare em comparação a inoculação na semente.

A adubação foliar a base de Cobalto e Molibdênio não resultou em respostas na cultura da soja.

## 7. REFERÊNCIAS

ABHILASH, P. C. et al. **Plant Growth-Promoting Microorganisms for Environmental Sustainability**. Trends in Biotechnology, p. 34, Novembro 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2016.05.005>>. Acesso em: 28 Setembro 2021.

ABREU, C. S. **Produção de ácidos orgânicos por bactérias endofíticas de fosfato**. XXXI Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Bento Gonçalves. [S.l.]: [s.n.]. 2016. p. 563-567.

AGROLINK. **Estatísticas Agropecuárias**. [Acessado em: 30 de Out. de 2020]. Portal do Conteúdo Agropecuário, 2018. Disponível em: <<https://www.agrolink.com.br/regional/rs/cachoeira-do-sul/estatistica>>. Acesso em: 30 Outubro 2020.

AMARAL, M. B. et al. **Rizobactérias promotoras de crescimento vegetal**, 2017. BABY, K.; KUMAR, A.; MALLICK, M. A. **PHOSPHATE SOLUBILIZING MICROBES: AN EFFECTIVE AND ALTERNATIVE APPROACH AS**. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 02 Janeiro 2016. 37-40.

BENINTENDE, S. W. et al. **Comparison of coinoculation with Bradyrhizobium japonicum and Azospirillum brasilense with inoculation with Bradyrhizobium japonicum on nodulation, growth, and N accumulation in the soybean crop**. Agriscientia XXVII, v. 2, p. 71-77, 2010.

BERGAMASCHI, H. **FOTOPERIODISMO** UFRGS, Porto Alegre, 22 Maio 2007. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/agrometeorologia/files/2014/08/fotoperiodismo.pdf>>. Acesso em: 21 Setembro 2021.

BRACCINI, A. ; MARIUCCI, G. E. G.; SUZUKAWA, A. **Co-inoculação e modos de aplicação de Bradyrhizobium japonicum e Azospirillum brasilense e adubação nitrogenada na nodulação das plantas e rendimento da cultura da soja**. Scientia Agraria Paranaensis, Marechal Cândido Rondon, v. 15, p. 27-35, 2016.

BRANDELERO, E. M.; PEIXOTO, C. P.; RALISCH, R. **Nodulação de cultivares de soja e seus efeitos no rendimento de grãos**. Ciências Agrárias, Londrina, v. 30, p. 581-588, Setembro 2009.

CÂMARA, G. M. D. S. **Fixação biológica de nitrogênio em soja**. IPNI International Plant Nutrition Institute, Setembro 2014. ISSN ISSN 2311-5904.

CÂMARA, G. M. S. **Nitrogênio e produtividade da soja**. Soja: tecnologia da produção II, Piracicaba, p. 295-339., 2000.

CARAFFA, M. et al. **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e Santa Catarina**, safras 2018/2019 e 2019/2020. 1º. ed. Três de Maio: [s.n.], 2019.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**, 2016. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 21 Setembro 2021.

CONAB. **Acompanhamento da safra 2021**. Companhia Nacional de Abastecimento, 2020. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/safra.asp>>. Acesso em: 2 Novembro 2020.

CORREIA, P. D. S. et al. **Produtividade, desempenho operacional e econômico da semeadura de soja com inoculação via sulco**. Energia na Agricultura, Botucatu, v. 33, n. 2, p. 110-117, Abril 2018. ISSN 1808-8759.

CORREIA, T. P. S. **Eficiência operacional, econômica e agrônômica da inoculação de soja via sulco de semeadura**, BOTUCATU, Dezembro 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/134287>>. Acesso em: 28 Setembro 2021.

DIDONET, A. D. et al. **Realocação de nitrogênio e de biomassa para os grãos em trigo submetidos à inoculação de Azospirillum**. [S.l.]: [s.n.], v. 35, 2000. 401-416 p.

DÖBEREINER, J.; PEDROSA, F. O. **Nitrogen-fixing bacteria in nonleguminous crop plants**. Science Tech, Springer Verlag, p. 1-155, 1987.

ECKERT, B. et al. **Azospirillum doebereineriae sp. nov., a nitrogen-fixing bacterium associated with the C4-grass Miscanthus**. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. [S.l.], p. 17-26. 2001.

EMATER/RS-ASCAR. **Núcleo de Informações e**. Emater/RS- Ascar Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural, 12 Novembro 2020. Disponível em: <[http://www.emater.tche.br/site/arquivos\\_pdf/conjuntural/conj\\_12112020.pdf](http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/conjuntural/conj_12112020.pdf)>.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 22 Maio 2008. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/570849/1/tecno01.pdf>>. Acesso em: 20 Setembro 2021.

EMBRAPA. **Soluções tecnológicas coinoculação nas culturas da soja e do feijão**. Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuaria, 2014. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/2648/coinoculacao-nas-culturas-da-soja-e-feijoeiro>>. Acesso em: 20 Novembro 2020.



EMBRAPA. **Fisiologia Vegetal**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/historia>>. Acesso em: 20 set. 2021.

EMBRAPA. **Produto com tecnologia brasileira pode reverter dependência externa por adubos fosfatados**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 20 Agosto 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/45773416/produto-com-tecnologia-brasileira-pode-reverter-dependencia-externa-por-adubos-fosfatados>>. Acesso em: 27 Setembro 2021.

FAGAN, E. B. **Fisiologia Vegetal I**. Pato de Minas: [s.n.], v. I, 2014. 420 p.

FAGAN, et al. **Fisiologia da fixação biológica do nitrogênio em soja**. FZVA, Uruguaiana, v. 14, n. 1, p. 89-106, 2007.

FAVARIN, J. L.; MARINI, J. P. **Importância dos micronutrientes para a produção de grãos, 2000**. Disponível em: <<http://www.sna.com.br>>. Acesso em: 16 Novembro 2021.

FERLINI, H. A. **Co-Inoculación en Soja (Glicyne max) con Bradyrhizobium y Azospirillumbrasileense**. Artículos Técnicos - Agricultura, 2006.

FERNANDES, J. R. C.; RODRIGUES, P. **Importância da inoculação com bactérias Rhizobium e Bradyrhizobium na produção de leguminosas e o uso do azoto**. AGROnegocios, 24 Julho 2014. Disponível em: <<http://www.agronegocios.eu/noticias/importancia-da-inoculacao-com-bacterias-rhizobium-e-bradyrhizobium-na-producao-de-leguminosas-e-o-uso-do-azoto/>>. Acesso em: 28 Setembro 2021.

FERREIRA, A. L. **Fungos e bactérias fazem plantas crescerem mais**. EMBRAPA, 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/12132485/fungos-e-bacterias-fazem-plantas-crescerem-mais>>. Acesso em: 05 dez. 2020.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê**. 5. ed. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2011. 734 p.

GOFFI, M. et al. **Produtividade e retorno econômico da cultura da soja com tecnologia intacta®**. Agrarian Academy, p. 12, 15 Abril 2017. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/Agrarian%20Academy/2017a/Produtividade%20e%20retorno.pdf>>. Acesso em: 05 Novembro 2021.

GOLO, et al. **Qualidade das sementes de soja com a aplicação de diferentes doses de molibdênio e cobalto**. Revista Brasileira de Sementes, v. 31, p. 40-49, 2009.

GOMES, E. A. **Efeito da inoculação de bactérias solubilizadoras de fosfato sobre o crescimento de milho (*Pennisetum glaucum*) fertilizado com fosfato de rochas.** EMBRAPA. Sete Lagoas, p. 24. 2011. (ISSN 1679-0154).

GRIS, E. P.; CONTE, A. M.; OLIVEIRA, F. F. **Produtividade da soja em resposta à aplicação de molibdênio e inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*.** Revista Brasileira Ciência Solo, Viçosa, v. 29, p. 151-155, 2005.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Londrina, p. 36. 2011.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja.** Londrina: Embrapa Cerrados, v. 13, 2002. p. 48. ISBN ISSN. Disponível em:  
<<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/459673>>. Acesso em: 18 Dezembro 2020.

IBGE. **Censo Agropecuário.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Cachoeira do Sul, 2017. Disponível em:  
<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/cachoeira-do-sul/pesquisa/24/76693>>. Acesso em: 21 Novembro 2021.

IBGE. **Produção Agrícola - Lavoura Temporária.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020. Disponível em:  
<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/cachoeira-do-sul/pesquisa/14/10193>>. Acesso em: 15 Julho 2021.

IBGE. **Produção Agrícola - Lavoura Temporária.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cachoeira do Sul. 2020.

KUMIDINI, S. **Soybean growth and development.** In: KUMIDINI, S. The Soybean: botany, productions and uses. [S.l.]: SINGH, 2010. p. 48-73.

LIMA, E. V. **Características agronômicas, produtividade e qualidade fisiológica da soja " safrinha" sob semeadura direta, em função da cobertura vegetal e da calagem superficial.** Revista Brasileira de Sementes, v. 31, p. 69-80, 2009.

LOPES, N. L. et al. **Épocas de aplicação de cobalto e molibdênio na soja.** Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Florianópolis, 2013.

MAPA. **Regras para Análise de Sementes.** [S.l.], p. 398. 2009.

MEDEIROS, M. B.; JÚNIOR, H.; COSTA, J. A. **Contribuição relativa dos componentes do rendimento para produção de grãos em soja.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 37, p. 3, 2002.

MELCHIORRE, R. **Evaluation of bradyrhizobia strains isolated from field-grown soybean plants in Argentina as improved inoculants.** [S.l.]: Biol Fertil soils, v. 47, 2011. 81-89 p.

MORAGA, G. **Adubação foliar com Cobalto e Molibdênio na cultura da soja.** Mato Grosso: [s.n.]. 2018. p. 43.

MORO, D. **Coinoculação em soja.** Mais Soja, 13 Novembro 2018. Disponível em: <<https://maissoja.com.br/coinoculacao-em-soja/>>. Acesso em: 27 Setembro 2021.  
NUNES, J. L. D. S. Características da soja. AGROLINK, Maio 2015. Disponível em: <[https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/informacoes/caracteristicas\\_361509.html](https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/informacoes/caracteristicas_361509.html)>. Acesso em: 20 Setembro 2021.

OLIVEIRA, A. B. et al. **Soja: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** Brasília DF: Embrapa, 2019. 274 p.

OLIVEIRA, C. A. et al. **Viabilidade técnica e econômica do Biomaphos.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Novembro 2020. ISSN 1679-0154;210. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/publicacoes>>. Acesso em: 09 mar. 2021.

PARDINHO, J. P.; PRIMIERI, C. **Produtividade da soja em relação à inoculação e coinoculação com Bradyrhizobium e Azospirillum.** Revista Cultivando o Saber, n. Especial, p. 109-114, 2015.

RESENDE, Á. V. D. **Adubação da Soja em Áreas de Cerrado: micronutrientes,** Planaltina, 21 Maio 2004. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/569152/1/doc115.pdf>>. Acesso em: 28 Setembro 2021.

ROSA, A.; CAPONI, L. H.; ZANÃO, L. A. **Disponibilidade de fósforo em um latossolo vermelho em função do pH do solo.** Cascavel, p. 108-115. 2016.

SAEID, A.; PROCHOWNIK, E.; IWANEK, J. D. **Phosphorus Solubilization by Bacillus Species.** MDPI Open Access Journals, Poland, v. 23, n. 11, p. 11, 06 November 2018.

SANTOS, K. M. M. **Co-inoculação de Azospirillum brasilense e Bradyrhizobium japonicum na soja como estratégia para aumento de produtividade e redução do uso de nitrogênio.** Faculdade evangélica de Goianésia. Goianésia. 2018.

SCHENEIDER, F. et al. **Eficiência agronômica da cultura da soja (Glycine max (L.) merril) submetida a coinoculação.** Scientia Agraria, Curitiba, v. 18, p. 72-79, 2017.

SEIXAS, C. D. S. et al. **Tecnologias de Produção de Soja**. Embrapa Soja. Londrina, p. 347. 2020.

SILVA, J. O. D. **Utilização de bactérias promotoras de crescimento vegetal no cultivo de soja [*glycine max (l.) merrill*] na amazônia ocidental**. centro universitário são lucas. paraná, p. 26. 2020.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. [S.l.]: Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2016. 376 p.

SOUZA, C. A. **Arquitetura de plantas e produtividade da soja decorrente do uso de redutores de crescimento**. Bioscience Journal, v. 29, p. 634-643, 2013. ISSN ISSN: 1981-3163. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/14181>>. Acesso em: 03 Novembro 2021.

SOUZA, F. G. D. et al. **Inoculação e co-inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* na cultura da soja**. Research, Society and Development, Mato Grosso do Sul, v. 9, 19 Abril 2020. ISSN ISSN 2525-3409. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i6.3553>>. Acesso em: 07 Novembro 2021.

TAIZ, L. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Tradução de Alexandra Antunes Mastroberti. 6. ed. Porto alegre: [s.n.], 2017. ISBN ISBN 978-85-8271-367-9.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: [s.n.], 2013. ISBN ISBN 978-85-363-2796-9.

TIRITAN, C. S. et al. **Influência do molibdênio associado ao cobalto na cultura da soja, aplicados em diferentes estágios fenológicos**. Colloquium Agrariae Directory of Open Access Journals, p. 1-7, 2007.

ZANON, A. J. et al. **Ecofisiologia da soja: visando altas produtividades**. Santa Maria: [s.n.], 2018. 136 p.

ZILLI, J. et al. **Inoculação da soja com *bradyrhizobium* no sulco de semeadura alternativamente à inoculação de sementes**. R. Bras. Ci. Solo, Boa Vista, 2010.

ZUFFO, A. M. et al. **Coinoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* na cultura da soja**, Lavras, 19 Agosto 2014. 7. Disponível em: <[http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/11549/1/ARTIGO\\_Coinoculation%20of%20Bradyrhizobium%20japonicum.pdf](http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/11549/1/ARTIGO_Coinoculation%20of%20Bradyrhizobium%20japonicum.pdf)>. Acesso em: 14 Novembro 2021.