

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

**JEFERSON FELIPE COPETTI**

**INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasiliense* E *Bradyrhizobium japonicum*, EM CULTIVARES DE SOJA DE DIFERENTES GRUPOS DE MATURAÇÃO.**

**CERRO LARGO**

**2021**

**JEFERSON FELIPE COPETTI**

**INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasiliense* E *Bradyrhizobium japonicum*, EM CULTIVARES DE SOJA DE DIFERENTES GRUPOS DE MATURAÇÃO.**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do grau Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Nerison Luís Poersch

**CERRO LARGO**

**2021**

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

Copetti, Jeferson Felipe  
INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO DE *Azospirillum*  
*brasiliensis* E *Bradyrhizobium japo-nicum*, EM CULTIVARES  
DE SOJA DE DIFERENTES GRUPOS DE MATURAÇÃO. / Jeferson  
Felipe Copetti. -- 2021.  
40 f.:il.

Orientador: Prof<sup>o</sup> Dr. Nerison Luís Poersch

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo, RS, 2021.

1. Inoculação e coinoculação em diferentes cultivares  
de soja.. I. Poersch, Nerison Luís, orient. II.  
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

**JEFERSON FELIPE COPETTI**

**INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasiliensis* E *Bradyrhizobium japonicum*, EM CULTIVARES DE SOJA DE DIFERENTES GRUPOS DE MATURAÇÃO.**

Trabalho de conclusão do curso de graduação, apresentado como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia, da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca dia 14/05/2021.

**BANCA EXAMINADORA**



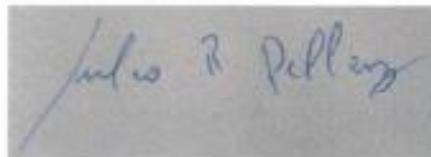
---

Prof. Dr. Nerison Luis Poersch - UFFS  
Orientador



---

Dr. Odair José Schmitt – UFFS  
Avaliador



---

Eng. Agr. Julio Roberto Pellenz – UFFS  
Avaliador

## RESUMO

A soja (*Glycine max*), é uma cultura que possui uma ampla possibilidade de uso, podendo ser usada para alimentação humana e animal. Desde a produção de óleo vegetal, biodiesel, farelo de soja dentre outras coisas. São relatados em alguns trabalhos, que a coinoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* proporcionam alguns benefícios significativos. Entretanto também existem trabalhos em que não a uma melhora significativa no rendimento da cultura. Aparentemente os resultados variam de acordo com a cultivar. O objetivo do trabalho é verificar se a benefícios, ao utilizarmos a inoculação e coinoculação nas cultivares de soja. O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul Campus Cerro Largo. Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso, com três repetições e um total de 12 tratamentos. Totalizando 36 parcelas. Foram utilizadas três cultivares (BMX Raio IPRO, BMX Delta IPRO e BMX Compacta IPRO), e cada uma dessas cultivares foi submetida a 4 manejos de inoculação (sem inoculação, inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*, inoculadas com *Azospirillum brasiliense*, e coinoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasiliense*). A semeadura foi realizada dia 22 de novembro de 2019. Foram avaliados o número de vagens por planta, peso de mil grãos, número de grãos por planta e produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). A colheita foi feita dia 26 de março de 2020. Os dados coletados foram analisados pela análise de variância, com a utilização do software Sisvar. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Não houve interação das cultivares com os 4 manejos de inoculação. Verificou-se diferença estatística para a produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), sendo a cultivar Raio e a cultivar Delta as que produziram mais. Houve diferença significativa no PMG (peso de mil grãos) entre as cultivares, sendo a cultivar Raio a com maior PMG.

**Palavras-chave:** Fixação biológica de nitrogênio. *Glycine max*. Bactéria simbiótica. Bactéria associativa. Inoculante.

## ABSTRACT

Soy (*Glycine max*), is a crop that has a wide possibility of use, and can be used for human and animal food. From the production of vegetable oil, biodiesel, soybean meal among other things. It is reported in some studies that the co-inoculation of *Bradyrhizobium* and *Azospirillum*, provide some significant benefits. However, there are also works in which there is no significant improvement in crop yield. Apparently the results vary according to the cultivar.

The objective of the work is to verify whether the benefits, when using inoculation and co-inoculation, in soybean cultivars. The experiment was carried out in the experimental area of the Federal University of Fronteira Sul Campus Cerro Largo. A randomized block design was used, with three replications and a total of 12 treatments. Totalling 36 installments. Three cultivars (BMX Raio IPRO, BMX Delta IPRO and BMX Compacta IPRO) were used, and each cultivar was subjected to 4 inoculation managements (without inoculation, inoculated with *Bradyrhizobium japonicum*, inoculated with *Azospirillum brasiliense*, and coinoculated with *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasiliense*). Sowing was carried out on November 22, 2019. The number of pods per plant, weight of a thousand grains, number of grains per plant and grain yield ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) were evaluated. The harvest was made on March 26, 2020. The data collected were analyzed by analysis of variance, using the Sisvar software. The averages were compared using the Tukey test at 5% probability of error. There was no interaction of cultivars with the 4 inoculation managements. There was a statistical difference for grain yield ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), with the cultivar Raio and cultivar Delta being the ones that produced the most. There was a significant difference in the PMG (weight of a thousand grains) between cultivars, with the cultivar Raio being the one with the highest PMG.

**Keywords:** Biological nitrogen fixation. *Glycine max*. Symbiotic bacteria. Associative bacteria. inoculant.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 Dados de temperatura máxima, média, mínima e precipitação ocorridas durante o período de realização do experimento. ....	29
---	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Resumo da análise de variância, para as variáveis número de vagens por planta, peso de mil grãos (PMG), produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e número de grãos por planta. ....	29
Tabela 2 Médias para a variável peso de mil grãos (PMG, em gramas), e produtividade de grãos ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ ) para o fator cultivar, .....	32

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	12
2.1	OBJETIVO GERAL.....	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	13
3.1	HISTÓRICO DA CULTURA DA SOJA E DADOS DE PRODUÇÃO.....	13
3.2	NITROGÊNIO NA CULTURA DA SOJA.....	14
3.3	FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO.....	15
3.4	<i>BRADYRHIZOBIUM</i> .....	16
3.5	<i>AZOSPIRILLUM</i> .....	17
3.6	BENEFÍCIOS DE BACTÉRIAS DO GÊNERO <i>AZOSPIRILLUM</i> , JÁ RELATADOS.....	18
<b>3.6.1</b>	<b>Arroz (<i>Oryza sativa</i>)</b> .....	18
<b>3.6.2</b>	<b>Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)</b> .....	18
<b>3.6.3</b>	<b>Milho (<i>Zea mays</i>)</b> .....	19
<b>3.6.4</b>	<b>Soja (<i>Glycine max</i>)</b> .....	20
3.7	INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO.....	21
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	23
4.1	LOCAL DO EXPERIMENTO.....	23
4.2	PREPARAÇÃO DA ÁREA.....	23
4.3	CULTIVARES DE SOJA.....	23
4.4	INOCULANTES.....	24
4.5	SEMEADURA.....	24
4.6	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	25
4.7	MANEJO NA CULTURA.....	25
4.8	AVALIAÇÕES.....	26
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	28
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	34
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	35

## 1 INTRODUÇÃO

O alimento disponível permitiu que a população mundial chegasse a 7 bilhões de pessoas no início do século 21. O aumento da produção de alimentos está relacionada com a bagagem de conhecimento adquirida pelo ser humano, fazendo que este ao longo da história cada vez mais viesse melhorando a produtividade agrícola e sempre adquirindo mais conhecimento (BOARETO e NATALE, 2016).

A produção de soja no Brasil na safra 2012/2013 alcançou uma produção de aproximadamente 82 milhões de toneladas, com uma área cultivada de quase 27 milhões de hectares. Já na safra 2018/2019 a produção aproximada de soja foi de cerca de 115 milhões de toneladas, com uma área cultivada de quase 36 milhões de hectares, demonstrando um grande aumento na produção (CONAB, 2020). O aumento da produção de soja pode ser relacionado a alguns fatores, sendo eles, a importância econômica da cultura, o melhoramento vegetal, os avanços nas tecnologias de produção, dentre outros.

Na cultura da soja ocorre um processo de simbiose que ocorre entre a planta e uma bactéria, esse processo é chamado de fixação biológica de nitrogênio (FBN). Essa fixação biológica de nitrogênio pode ser realizada por alguns gêneros de bactérias específicas, sendo um deles o gênero *Bradyrhizobium*. Atualmente existem alguns estudos em que é feita a associação de bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, com bactérias que possuem além da capacidade de realizar a FBN, também produzir alguns fitos-hormônios e solubilizar fosfatos, que é o caso das bactérias do gênero *Azospirillum*. Essa associação é chamada coinoculação, ela feita com objetivo de aumentar a produtividade da soja.

De acordo com Bizarro (2008), com a fixação biológica de nitrogênio a soja consegue suprir sua demanda por este nutriente, isso possibilita uma certa economia com fertilizantes nitrogenados. O processo de FBN é realizado pela associação das bactérias com as raízes da planta, esse processo torna a produção da soja mais competitiva por que elimina o custo com fertilizantes nitrogenados.

A associação de bactérias fixadoras de nitrogênio *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* pode ser uma alternativa para aumentar a produção de soja, porém os resultados são bastante variáveis quanto a coinoculação, sendo que alguns deles não apresentam diferença significativa na produção, frente a inoculação padrão com *Bradyrhizobium* (BÁRBARO *et al.*, 2009).

Na coinoculação são utilizados microrganismos vivos, por isso é importante que se tenha cuidado durante a manipulação e armazenamento do inoculante bem como da semente inoculada. São precisos alguns cuidados porque alguns fatores podem ocasionar a morte dos microrganismos, reduzindo sua eficiência, a combinação de defensivos no tratamento de sementes pode ser um fator que venha a prejudicar a inoculação (DENARDIN, 2006).

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Determinar a resposta de diferentes cultivares de soja submetidas a inoculação e coinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasiliense*.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos foram avaliar:

- A produtividade, de diferentes cultivares de soja, submetidas a inoculação e coinoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*.
- O peso de mil grãos nas cultivares submetidas a inoculação e coinoculação.
- Se a inoculação e coinoculação, proporcionam efeitos positivos ou negativos, sob alguns componentes de rendimento das cultivares de soja testadas no experimento.
- Se a interação, entre os diferentes manejos de inoculação usados no trabalho, e as cultivares de soja.
- Número de vagens por planta, peso de mil grãos, produtividade e produção de grãos por planta para as diferentes cultivares.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 HISTÓRICO DA CULTURA DA SOJA E DADOS DE PRODUÇÃO

Segundo Gazzoni (2018) a soja teve origem no nordeste da China, latitude de 45 a 50°N, no hemisfério sul latitudes parecidas seriam observadas na região sul da Patagônia. Já no Hemisfério Norte latitudes parecidas seriam observadas no norte dos Estados Unidos da América e ao sul do Canadá, essas condições mais semelhantes podem facilitar o processo de adaptação da soja ao novo lugar.

Ainda de acordo com Gazzoni (2018), o início do cultivo de soja na América tem seu primeiro relato datado de 1765 nos Estados Unidos da América, porém a cultura da soja teve uma eficiência baixa na expansão de cultivo no país durante os primeiros anos. Foram necessários investimentos em pesquisa para proporcionar melhor adaptação da soja ao novo lugar em que foi introduzida. Também foi preciso o desenvolvimento de cultivares mais produtivas e com mais resistência as doenças. Houve a necessidade na adaptação de um sistema de produção para as diferentes condições de produção do país.

A cultura da Soja foi introduzida no Brasil no estado da Bahia no século passado, entretanto devido a alguns fatores a soja não foi difundida com sucesso na região durante esse período. Ao não conseguir se adaptar ao estado da Bahia, a soja migrou para outros estados. Se dirigiu rumo ao sul do país, passando por São Paulo até chegar ao estado do Rio Grande do Sul. A situação da soja melhora na década de 1960, pegando carona com a expansão do cultivo de trigo no Rio Grande do Sul, sendo uma boa opção de cultivo em sucessão ao trigo (GOMES, 1990, apud PAVANELLI e ARAÚJO, 2003).

A soja é uma das commodities mais importantes no mundo sendo produzida em mais de 60 países. É essencial para a produção de alguns produtos como farelo e óleo de soja. O farelo de soja tornou-se indispensável para a alimentação animal devido ao seu teor de proteína elevado, existe também a possibilidade da utilização da soja na alimentação humana (CONAB, 2019).

Para a safra 2019/2020 era esperado que os países produtores de soja participassem da seguinte forma, em porcentagem na produção mundial: Brasil com 36% da produção, seguido dos Estados Unidos da América 29%, Argentina com 16%, outros países 12%, China 5%, e o Paraguai com 3% da produção (FARMNEWS, 2019).

A expectativa para safra de soja mundial 2019/2020, era uma área mundial cultivada de 122,57 milhões de hectares. Com produção média de 46,09 sacas por hectare (mundial). Com uma área cultivada, no Brasil de 36,90 milhões de hectares, nos Estados Unidos da América 30,7 milhões de hectares, Argentina 17,50 milhões de hectares, China 9,00 milhões de hectares, Paraguai 3,60 milhões de hectares (FARMNEWS, 2019).

Para a safra de soja 2019/2020, era esperada uma produção total de 347,04 milhões de toneladas. O Brasil seria o maior produtor, produzindo 123,00 milhões de toneladas, logo depois os Estados Unidos da América 104,64 milhões de toneladas, Argentina 53 milhões de toneladas, China 17 milhões de toneladas, outros países 347,04 milhões de toneladas (CONAB, 2019).

No Estado do Rio Grande do Sul, as culturas de primavera-verão, são responsáveis pela maior parte da produção de grãos do estado. A soja e milho são as culturas que utilizam a maior parte das áreas cultivadas. Essas culturas podem ter uma grande heterogeneidade de produtividade de um ano para o outro, isso ocorre devido a quase totalidade das áreas cultivadas, com soja e milho serem cultivadas em condições de sequeiro, sem a suplementação hídrica por irrigação (FONTANA *et al.*, 2001).

O déficit hídrico ocasionado em condições de sequeiro, faz com que a soja tenha um menor índice de área foliar, afetando a fotossíntese durante todo o ciclo da cultura, quando comparada com a mesma cultura irrigada. A restrição na disponibilidade hídrica também é acompanhada de um menor rendimento de grãos. Quando irrigada a cultura consegue obter rendimentos relativamente normais, porém existe um custo por trás do sistema de irrigação (FONTANA; BERLATO; BERGAMASCHI, 1992).

### 3.2 NITROGÊNIO NA CULTURA DA SOJA

Segundo Boaretto e Natale (2016), a produtividade obtida a campo pelas culturas bem como a qualidade dos alimentos são determinados por um conjunto de fatores, que podem ser: A tecnologia utilizada no manejo da cultura, também o clima, o solo, dentre outros. Alguns desses fatores podemos melhorar, já para outros devemos nos adaptar. Uma tecnologia que interfere diretamente na produtividade e qualidade dos alimentos, é a nutrição da cultura. Por isso é importante a realização da análise de solo, com objetivo de identificar quais nutrientes estão prejudicando a produção, seja pela sua deficiência ou excesso.

Devido ao elevado teor de proteína presente nos grãos de soja, a cultura tem uma elevada exigência de nitrogênio. São necessários 80 kg de nitrogênio, para a produção de 1 tonelada de grãos, destes 80 kg, 15 kg são para o crescimento vegetativo (caule, folhas e raízes) e 65 kg para a produção dos grãos. Para produções de 3 toneladas ha<sup>-1</sup>, são necessários 240 kg de nitrogênio ha<sup>-1</sup>. Não são utilizados fertilizantes nitrogenados na cultura da soja devido a simbiose da soja com *Bradyrhizobium* que realiza a FBN. A utilização de fertilizantes nitrogenados pode reduzir a nodulação da soja. A utilização de fertilizantes com alto teor de nitrogênio não está relacionado a uma melhora na produtividade (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2001).

A FBN torna-se uma alternativa mais viável para a produção da soja, devido à alta necessidade de nitrogênio da cultura. É estimado que a fixação biológica de nitrogênio na agricultura, contribua com 60 milhões de toneladas por ano. O uso de inoculantes com bactérias fixadoras de nitrogênio do gênero *Bradyrhizobium*, garantem que a cultura no Brasil tenha competitividade. Caso houvesse a necessidade de adubação nitrogenada, seria necessário para uma produção de 49 sacas ha<sup>-1</sup> (média de produção na safra 2012/2013) um total de 588 kg de ureia ha<sup>-1</sup>, considerando 60% de eficiência, a um custo médio da ureia em outubro de 2013. Ao utilizar a fixação biológica de nitrogênio estima-se que seja gerada uma economia de cerca de US\$ 10,3 bilhões de dólares (EMBRAPA, 2013?).

Existem diversas formas de entrada de nitrogênio no solo para utilização pelas plantas, sendo elas a decomposição da matéria orgânica, fixação não biológica (ocasionados por raios, etc), fertilizantes nitrogenados produzidos industrialmente e a fixação biológica realizada por bactérias. O processo de fabricação de fertilizantes nitrogenados requer altas temperaturas, pressões elevadas, um catalizador contendo ferro e hidrogênio oriundo do petróleo, sendo necessários 6 barris de petróleo por tonelada de NH<sub>3</sub> produzidos. Como o petróleo é um recurso não renovável pode ser interessante aproveitar melhor a fixação biológica de nitrogênio (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2001).

### 3.3 FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO

De acordo com Hungria, Campo e Mendes (2007), apesar de o N<sub>2</sub> (gás nitrogênio) constituir até 80% dos gases presentes na atmosfera, os animais e plantas não conseguem utilizar esse nitrogênio como nutriente, isso é resultado da ligação tripla existente entre os dois átomos de

nitrogênio. Para que seja possível o processo de fixação biológica de nitrogênio, é preciso que o ar atmosférico penetre pelos espaços porosos existentes no solo. No solo estão presentes algumas bactérias chamadas diazotróficas, mais conhecidas como fixadoras de nitrogênio, que possuem uma enzima chamada dinitrogenase, capaz de romper a ligação tripla presente no  $N_2$  e reduzi-lo a  $NH_3$ . Geralmente as bactérias que realizam este processo estão associadas a algumas plantas. Dependendo do grau de associação podem ser classificadas como associativas, endofíticas ou simbióticas.

Ainda de acordo com Hungria, Campo e Mendes (2007) a soja é um exemplo de planta que se beneficia, com as grandes quantidades de nitrogênio fixado com sua relação simbiótica envolvendo o *Bradyrhizobium*. A relação simbiótica entre planta/bactéria pode ser facilmente identificada, pois essa relação gera estruturas especializadas, denominadas nódulos nas raízes das plantas, essas estruturas podem ser visualizadas ao se coletar a raiz de uma dessas plantas.

De acordo com Denardin (2006) para aproveitar todo o potencial do processo de fixação biológica de nitrogênio, é preciso fornecer condições para que a planta expresse todo seu potencial genético. Essa tarefa é possível com a adoção de um conjunto de práticas já conhecidas, é preciso escolher um inoculante de qualidade e que garanta as concentrações adequadas de células bacterianas, isso aliado ao bom manejo do solo, utilização da rotação de culturas, correta escolha da semente, do manejo integrado de pragas e doenças, etc. Mesmo em solos que já tem um histórico de inoculação onde já existe uma população de *Bradyrhizobium* estabelecida, abandonar essa pratica pode resultar em uma produtividade 4 a 8% menor.

### 3.4 BRADYRHIZOBIUM

As bactérias diazotróficas do gênero *Bradyrhizobium* permitem a fixação biológica de nitrogênio, esse processo de fixação desse nutriente tornou possível a intensificação da produção de soja em larga escala no Brasil. Após a germinação das sementes o que acontece é que essas bactérias infectam as raízes da soja via pelos radiculares, formando nódulos, a partir daí o processo feito pelas bactérias é transformar o  $N_2$  atmosférico em amônia ( $NH_3$ ), esse processo é intermediado por uma enzima chamada dinitrogenase, que se faz presente em algumas bactérias (SILVA *et al.*, 2011).

Nos nódulos a bactéria produz amônia, mas a planta não absorve o nitrogênio nessa forma. É preciso que a amônia se transforme em amônio, essa transformação ocorre devido à presença abundante de íons hidrogênio nas células bacterianas, o amônio pode ser absorvido pela planta. Depois de absorvido o nitrogênio que foi retirado do ar é redistribuído por toda planta, e passa a ser transformado em diversas formas orgânicas, como os aminoácidos, amidas em seguida fazer parte de proteínas, DNA, RNA e constituir diversas outras estruturas importantes da planta (HUNGRIA; CAMPO; MENDES 2007).

Para testar os benefícios da reinoculação anual da soja, foram realizados quatro ensaios, em que fazer a reinoculação anual na soja com *Bradyrhizobium* ocasionou um ganho médio no rendimento de grãos de soja de 222 kg ha<sup>-1</sup> (3,7 sacas). Já o tratamento com coinoculação proporcionou um incremento médio de 427 kg ha<sup>-1</sup> (7,1 sacas). A coinoculação proporcionou um ganho adicional de 205 kg ha<sup>-1</sup> (3,4 sacas), quando comparando com o tratamento somente inoculado com *Bradyrhizobium* na semente. Diferença essa estatisticamente significativa nos quatro locais e na análise conjunta dos quatro locais. Esses resultados demonstram a vantagem da coinoculação quando utilizada na soja (HUNGRIA; NOGUEIRA; ARAUJO, 2013).

### 3.5 AZOSPIRILLUM

Segundo Reis Junior *et al.* (2004) as bactérias do gênero *Azospirillum* trazem benefícios como a fixação de nitrogênio e também a indícios de que parte dos benefícios obtidos na utilização destas bactérias, é devido a produção de alguns fito-hormônios, que estimulam o desenvolvimento da planta.

As estirpes de *Azospirillum* são capazes de produzir principalmente o fito hormônio auxina (AIA), o ácido 3-indolacético que está relacionado a regulação do crescimento vegetal (Crozier *et al.*, 1988, apud RADWAN; MOHAMED; REIS, 2004). De acordo com avaliação realizada por Silva *et al.* (2017), seus resultados demonstram a capacidade de bactérias do gênero *Azospirillum* produzir auxina, obtendo no trabalho uma produção em torno de 232,75 µg mL<sup>-1</sup> de ácido indolacético (auxina).

As bactérias do gênero *Azospirillum* são bactérias associativas. O complexo da enzima dinitrogenase realiza a transformação do N<sub>2</sub> atmosférico em amônia, no entanto essas bactérias não estão em simbiose com a planta. Elas liberam apenas parte do nitrogênio fixado para a planta, que

já pode ser o suficiente para proporcionar um benefício, o restante do nitrogênio será mineralizado e liberado no solo com a morte das células bacterianas, ficando à disposição da planta (HUNGRIA, 2011).

Ainda de acordo com Hungria (2011) essa bactéria é comumente utilizada em gramíneas, mas eventualmente é utilizada na soja. Apesar de conseguir fixar nitrogênio, a quantidade é insuficiente para atingir uma produção elevada na soja, o mesmo ocorre nas gramíneas, sendo necessárias outras formas de suplementação desse nutriente para as plantas.

### 3.6 BENEFÍCIOS DE BACTÉRIAS DO GÊNERO *AZOSPIRILLUM*, JÁ RELATADOS

As bactérias do gênero *Azospirillum* produzem muitos efeitos sobre as plantas como já foram citados dois benefícios proporcionados por essa bactéria, que são a fixação biológica de nitrogênio, e outro benefício citado foi a produção de fito-hormônios, como é o caso da auxina. A respeito dos benefícios proporcionados, já foram realizados diversos experimentos em diferentes culturas, para compreender melhor quais os efeitos que a inoculação com essa bactéria teria sobre as culturas estudadas.

#### 3.6.1 Arroz (*Oryza sativa*)

Este gênero de bactéria é inoculado em sementes de diferentes espécies de plantas para melhorar o desenvolvimento das raízes, diversos estudos já realizados mostram que na maior parte dos casos, com a inoculação de *Azospirillum* as plantas passam a possuir no seu interior mais nutrientes, como nitrogênio, fósforo, potássio dentre outros. Esse efeito pode ser resultado do crescimento maior da raiz. Em 70% dos casos pode-se também perceber melhora na produção da cultura. A inoculação deste gênero de bactérias pode promover o desenvolvimento da raiz e parte aérea de plântulas de arroz. É possível identificar que a inoculação produz efeitos variáveis nas cultivares, algumas respondem mais, outras respondem menos a inoculação (DIDONET, MARTIN-DIDONET e GOMES, 2003).

#### 3.6.2 Trigo (*Triticum aestivum*)

São relatados benefícios na cultura do trigo, quando utilizada a dosagem recomendada da bactéria *Azospirillum brasilense* via tratamento de sementes mais a adubação nitrogenada, em relação a utilizar apenas adubação nitrogenada, foi constatado um aumento no peso hectolitro (PH). Com o aumento do PH, é possível que a bactéria tenha melhorado o trigo para comercialização, podendo fazer com que a saca do trigo seja vendida por um preço maior. Não foram relatadas diferenças significativas quanto ao número de perfilhos, número de espigas e peso de 1000 grãos. Quanto a qualidade da farinha, a utilização da inoculação não foi capaz de alterar significativamente a sedimentação, proteína bruta e falling number. A melhora no PH já pode ser um incentivo para a utilização da bactéria *Azospirillum brasilense* no trigo, pois na comercialização ele é levado em conta (MENDES *et al.*, 2012).

Aparentemente resultados obtidos com a inoculação de *Azospirillum brasilense* na cultura do trigo apresentam resultados divergentes, pois alguns autores obtêm resultados melhores com a cultivar utilizada no seu estudo. Quando utilizada a inoculação com *Azospirillum brasilense* juntamente com a adubação nitrogenada, verificou-se no trigo um aumento significativo no número de espigas por metro quadrado quando comparado ao cultivo apenas com adubação nitrogenada. Ao comparar a inoculação mais a utilização de metade da dose de nitrogênio por cobertura, o trigo teve uma produção similar ao que foi utilizado a dosagem cheia de nitrogênio por cobertura, assim a bactéria pode proporcionar uma economia na utilização de fertilizantes nitrogenados, o que pode significar uma redução no custo de produção. É importante conciliar a adubação nitrogenada para obtenção de melhores resultados, porque mesmo com o dobro da dose de inoculante, a bactéria não conseguiu suprir toda a demanda da cultura por nitrogênio. A não utilização de fertilizante nitrogenado proporciona uma redução na produtividade do trigo, mesmo que utilizada a inoculação (MUMBACH *et al.*, 2017).

### **3.6.3 Milho (*Zea mays*)**

Quando utilizada a inoculação com *Azospirillum* no milho, houve um aumento relativo do teor de clorofila e no rendimento de matéria seca da parte aérea nos híbridos AS 1575 e SHS 5050. Durante o experimento, às bactérias permaneceram viáveis em quantidade nas raízes da planta até o final do ciclo. Isso ocorre porque a bactéria conseguiu uma boa sobrevivência após a inoculação. Aconteceu um efeito de interação entre os híbridos avaliados e os tratamentos sobre a

produtividade, isso indica que a utilização de inoculação pode ser mais eficiente em algumas cultivares ou híbridos, e menos eficientes em outros (QUADROS *et al.*, 2014).

Quando analisada a inoculação de *Azospirillum* na cultura do milho híbrido AG-9010 YG, quando não são utilizados fertilizantes nitrogenados na cultura, a utilização de inoculação permite uma produção de grãos significativamente maior. A utilização de metade da dose de ureia mais inoculação, não diferiu da utilização de apenas meia dose de ureia. O mesmo ocorre para dose cheia de ureia, em que a utilização da dose cheia de ureia mais inoculação, não diferiu da utilização apenas da dose cheia de ureia, a utilização de adubação possivelmente ocasionou uma interação negativa com a bactéria. Apesar de que aparentemente a bactéria estaria atuando na fixação de nitrogênio, pois foi observada uma diferença ao comparar a testemunha sem ureia e o tratamento apenas com inoculante (BARTCHECHEN *et al.*, 2010).

A utilização de inoculação com *Azospirillum brasilense* mais adubação de base e com metade do nitrogênio mineral por cobertura, não diferiu significativamente dos tratamentos com e sem inoculação, onde foi utilizada a dose cheia de fertilizante mineral por cobertura mais adubação de base. Esses resultados podem indicar que a inoculação na cultura do milho pode proporcionar uma economia nos fertilizantes nitrogenados minerais. Ainda assim a cultura demonstra ser dependente do nitrogênio mineral, pois a não utilização do mesmo prejudicou o desenvolvimento das plantas, bem como da produção, fazendo com que obtivessem uma produção estatisticamente inferior, aos tratamentos em que foi utilizado o fertilizante nitrogenado mineral (MUMBACH *et al.*, 2017).

### 3.6.4 Soja (*Glycine max*)

Não foram encontrados trabalhos avaliando exclusivamente a bactéria *Azospirillum* na cultura da soja, mas sim coinoculada.

A coinoculação de *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* Ab-V6, proporcionou um incremento significativo de 190kg ha<sup>-1</sup> de grãos de soja, em relação a inoculação apenas com *Bradyrhizobium* spp. na cultivar BRS 360RR. A utilização de doses elevadas de fertilizante nitrogenado prejudicou significativamente a nodulação da soja, mas no final a produção não diferiu significativamente do tratamento onde não foi aplicado fertilizante nitrogenado e inoculação. Na cultivar BRS-1010 IPRO, com a utilização da coinoculação também foi constatado um incremento ex-

pressivo na produção, 525 kg ha<sup>-1</sup> de grãos de soja, em relação a mesma cultivar sem coinoculação. A utilização de micronutrientes importantes para a fixação biológica de nitrogênio proporcionaram produções mais elevadas, a produção foi 228 kg por hectare maior na cultivar coinoculada e com utilização de cobalto e molibdênio, em relação a não coinoculada com utilização de cobalto e molibdênio (HUNGRIA; NOGUEIRA, 2017).

Estudo realizado Bárbaro *et al.* (2009), avaliou a produtividade de grãos para a cultivar de soja MG/BR 46 Conquista, utilizou-se coinoculação de *Bradyrhizobium* mais *Azospirillum brasilense* turfoso, coinoculação *Bradyrhizobium* mais *Azospirillum brasilense* líquido, inoculação apenas com *Bradyrhizobium*, testemunha sem nitrogênio e sem inoculação e testemunha com 200 kg ha<sup>-1</sup> de adubação nitrogenada. Não foram observadas diferenças significativas na produção, mas devido a variação numérica dentre os tratamentos não é descartado uma vantagem econômica com a utilização da coinoculação. Exceto que ao comparar a utilização de coinoculação turfosa, a produtividade foi significativamente superior, quando comparada com a testemunha que recebeu 200 kg de fertilizante nitrogenado. Isso porque a utilização do fertilizante prejudicou significativamente a produção, portanto não há a necessidade de aplicação de nitrogênio na soja via fertilizantes. A utilização desse tipo de adubação prejudicou significativamente a nodulação da soja que pode ter sido a causa da produção baixa deste tratamento. A utilização de coinoculação turfosa proporcionou um peso de mil grãos significativamente melhor, em relação aos demais tratamentos.

### 3.7 INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO

Os benefícios da inoculação e da coinoculação são evidentes, uma parte dos produtores optam por não utilizar esses microrganismos por acharem que não é necessário, e que o gasto com o inoculante não seja interessante. Os produtores tem esse pensamento porque mesmo que não inoculada, a soja vai formar nódulos nas raízes, isso acontece porque em solos já cultivados existem populações de *Bradyrhizobium* presentes no solo. A coinoculação é uma tecnologia que combina microrganismos diferentes, está em expansão, mas a maioria dos produtores não conhece essa tecnologia, o que faz com que ela se dissemine mais lentamente (NOGUEIRA *et al.*, 2018).

De acordo com Ferlini (2006, apud, Bárbaro *et al.*, 2008), a técnica de coinoculação é a utilização diferentes microrganismos combinados, nessa técnica podem existir inúmeras combinações devido a ampla disponibilidade de microrganismos destinados a agricultura. O principal objetivo desta técnica é fazer com que a combinação desses microrganismos produza um efeito sinérgico, que proporcionem resultados produtivos que superam os resultados obtidos com os organismos usados de forma isolada.

Quando for realizada a inoculação, existem vários fatores que podem promover estresse as células bacterianas presentes nos inoculantes. Dentre esses fatores a qualidade do substrato, pode influenciar de forma direta a performance do produto. Tratamentos fitossanitários das sementes que são utilizados para prevenção de doenças e pragas, condições físicas, químicas e biológicas do solo e condições nutricionais da planta, podem afetar os microrganismos do inoculante de forma negativa (CAMPO e HUNGRIA, 2000).

Ainda de acordo com Campo e Hungria (2000), a aplicação associada de fungicidas, inseticidas e micronutrientes que é comumente utilizada na agricultura, pode promover o estresse das células bacterianas, e como consequência pode diminuir a atividade das células bacterianas, reduzindo a nodulação e acarretando em uma menor fixação biológica de nitrogênio

Porém a não utilização de fungicidas, talvez não seja uma boa decisão por parte dos produtores, pois existem alguns riscos associados a não utilização dos mesmos. Certos fungicidas são altamente estressantes para as células bacterianas, podendo ocasionar a morte total das células em cerca de 2 a 3 horas, após o processo de inoculação e aplicação da mistura de agrotóxicos. Este problema é provocado pelo princípio ativo do agrotóxico, mas também existem algumas combinações de fungicidas, que são mais brandas quanto a toxicidade nas células bacterianas, e existem algumas que não afetam a sobrevivência das células de *Bradyrhizobium* (DENARDIN, 2006).

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul, localizada no município de Cerro Largo, com latitude 28° 08' 31" S e longitude 54° 45' 43" O, durante o ano agrícola 2019/2020. O solo onde foi implantando o experimento é classificado como Latossolo Vermelho, que pertence à unidade de mapeamento Santo Ângelo.

A adubação foi realizada seguindo as necessidades determinadas, pelo manual de adubação e calagem (SBCS, 2016), de acordo com a análise do solo previamente realizada. A adubação utilizada tem como expectativa uma produtividade de 3 toneladas de grãos de soja ha<sup>-1</sup>. Não foi realizada a calagem deste solo para este experimento, pois o solo apresenta um pH de 5,8 e não apresenta alumínio tóxico livre para as plantas.

### 4.2 PREPARAÇÃO DA ÁREA

A área destinada a implantação da cultura da soja passou por um processo de preparo do solo, onde o mesmo foi submetido a uma operação com grade aradora, e em sequência duas operações com grade niveladora, para controle de plantas daninhas, estas operações foram realizadas antes da semeadura.

Um dia antes da semeadura efetuou-se a adubação química do solo, com semeadora adubadora de espaçamento 0,50 metros entre linhas, nesta operação utilizou-se o fertilizante 02-23-23, na quantidade de 370 kg ha<sup>-1</sup>, as linhas geradas pela semeadora foram aproveitadas para a semeadura das sementes, nestas linhas foram feitos pequenos sulcos para a deposição das sementes.

### 4.3 CULTIVARES DE SOJA

As cultivares de soja utilizadas são todas da empresa Brasmax, e as sementes foram adquiridas de empresas que comercializam as sementes na região. As cultivares adquiridas foram a BMX Raio IPRO (grupo de maturação 5.0), foram usadas 17,25 sementes por metro linear, BMX

Delta IPRO (grupo de maturação 5.9), usadas 12,6 sementes por metro linear, BMX Compacta IPRO (grupo de maturação 6.5) usadas 13,75 sementes por metro linear. As cultivares Delta e Compacta foram doadas pela empresa Lazarotto de Entre-Ijuís, e a cultivar Raio foi doada pela agropecuária Querência de Cerro Largo.

#### 4.4 INOCULANTES

Utilizou-se os inoculantes que contêm, a bactéria *Azospirillum brasilense* e *Bradyrhizobium japonicum*. Estes inoculantes foram adquiridos no município de Santo Ângelo, ambos em forma líquida. A concentração do produto contendo a bactéria *Azospirillum brasilense*, foi de  $1 \times 10^8$  UFC (unidade formadora de colônia) mL<sup>-1</sup> e o produto contendo a bactéria *Bradyrhizobium japonicum*, foi de  $5 \times 10^9$  UFC mL<sup>-1</sup>.

Realizou-se a inoculação das sementes no laboratório de fitopatologia da Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Cerro Largo no dia da semeadura. Para realizar-se a dosagem do produto utilizou-se uma pipeta eletrônica. Após dosado, misturou-se o produto com a semente em saquinhos plásticos, logo em seguida esses saquinhos foram armazenados em uma caixa de isopor para proteger do sol e do calor.

A maneira com que se procedeu a dosagem do produto para a aplicação na semente, foi calculando células bacterianas por semente de soja. Dessa maneira, a dosagem que utilizou-se no experimento foi a seguinte: para a bactéria *Azospirillum brasilense* foi utilizada a quantidade de  $1,5 \times 10^5$  UFC semente de soja<sup>-1</sup>, e para a bactéria *Bradyrhizobium japonicum* foi utilizada  $5 \times 10^6$  UFC semente de soja<sup>-1</sup>. A dosagem do produto comercial foi diferente para cada cultivar devido a diferença do número de sementes por metro linear de cada cultivar, isso acontece porque cada semente recebeu a mesma quantia de células bacterianas, quanto mais semente mais produto (Cultivar Raio 17,25 sementes por metro linear, Cultivar Delta 12,6 sementes por metro linear, Cultivar Compacta 13,75 sementes por metro linear).

#### 4.5 SEMEADURA

Durante a semeadura utilizou-se luvas descartáveis para evitar a contaminação de um tratamento com outro. Realizou-se a semeadura manualmente no dia 22 de novembro de 2019, utilizando-se um fio de algodão com a marcação para guiar a deposição das sementes.

#### 4.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso com 3 repetições, no esquema fatorial 3x4, totalizando 36 unidades experimentais. Cada unidade experimental foi constituída de cinco linhas com 4 metros de comprimento, espaçadas 0,5m entre si, a área útil da unidade experimental foram as 3 linhas centrais descartando 1 linha de cada lado como borda e no comprimento descontando 1 metro de cada lado como borda, a área útil da parcela foi então 1,5 metros de largura por 2 metros de comprimento, totalizando 3m<sup>2</sup>. O primeiro fator são 3 cultivares de soja (1) Raio, (2) Delta, (3) Compacta, e o segundo fator são diferentes manejos de inoculação, coinoculação e não inoculação, (1) sem inoculação, (2) inoculado com *Bradyrhizobium*, (3) inoculado com *Azospirillum*, (4) coinoculado com *Bradyrhizobium* + *Azospirillum*.

Os tratamentos utilizados no experimento foram os seguintes:

- T1: Cultivar Raio sem inoculação.
- T2: Cultivar Delta sem inoculação.
- T3: Cultivar Compacta sem inoculação.
- T4: Cultivar Raio + *Bradyrhizobium*, inoculante líquido.
- T5: Cultivar Delta + *Bradyrhizobium*, inoculante líquido.
- T6: Cultivar Compacta + *Bradyrhizobium*, inoculante líquido.
- T7: Cultivar Raio + *Azospirillum*, inoculante líquido.
- T8: Cultivar Delta + *Azospirillum*, inoculante líquido
- T9: Cultivar Compacta + *Azospirillum*, inoculante líquido
- T10: Cultivar Raio + *Bradyrhizobium* + *Azospirillum*, inoculante líquido.
- T11: Cultivar Delta + *Bradyrhizobium* + *Azospirillum*, inoculante líquido.
- T12: Cultivar Compacta + *Bradyrhizobium* + *Azospirillum*, inoculante líquido.

#### 4.7 MANEJO NA CULTURA

Realizou-se o controle de plantas daninhas com capina manual, foram realizadas três capinas, a primeira capina no dia 02 de dezembro de 2019, a segunda no dia 20 de dezembro de 2019 e a terceira no dia 01 de janeiro de 2020.

Para a prevenção da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), realizou-se a aplicação de calda bordalesa em todo o experimento, utilizando a calda bordalesa Bordasul®, para a aplicação a mesma foi diluída em água. Foi utilizada a concentração de calda bordalesa recomendada pela

Bordasul® para o citrus, as aplicações foram realizadas nos momentos mais frescos do dia, bem de manhã ou bem à tardinha, evitando as horas mais quentes do dia.

As aplicações iniciaram, logo após o início da floração da cultivar mais precoce. Em cada aplicação eram utilizados 35 litros de água mais a calda bordalesa, a calda era aplicada em toda a área do experimento, houve boa cobertura com o produto em todas as folhas. Iniciou-se as aplicações a partir da floração e foram feitas a cada 10 dias novas aplicações. Caso houvesse chuva depois da aplicação da calda, a mesma era reaplicada.

Realizou-se a primeira aplicação da calda bordalesa no dia 11 de janeiro de 2020, a segunda no dia 23 de janeiro de 2020, a terceira no dia 10 de fevereiro e a quarta e última no dia 21 de fevereiro, realizou-se a aplicação da calda com um atomizador costal. Durante o experimento não se observou a presença da ferrugem asiática, em função da utilização da calda bordalesa, o clima seco e quente pode ter dificultado o aparecimento da doença.

#### 4.8 AVALIAÇÕES

Realizou-se a colheita da soja da área útil da parcela e coleta das 5 plantas para avaliação dos componentes de rendimento, nos dias 26 e 27 de março. A colheita pode ser realizada nesses dias para ambas as cultivares devido ao estresse hídrico, que proporcionou a maturação forçada das cultivares.

Para determinação do número de vagens por planta e número de sementes por planta, efetuou-se a coleta de 5 plantas da área útil parcela de cada unidade experimental, após foi realizada a contagem para análise dos dados.

Para determinar o peso de mil grãos realizou-se a colheita da parcela útil da unidade experimental, as plantas colhidas foram armazenadas em sacarias. Em seguida foi efetuada a debulha das plantas e a remoção das impurezas. Determinou-se o peso de mil grãos após realizar-se a contagem de 100 grãos realizando-se 8 repetições, posteriormente efetuou-se a média do peso das 8 repetições, e então usando essa média realizou-se a equivalência para 1000 grãos.

Determinou-se a produtividade de grãos por hectare utilizando-se a soma total de grãos produzidos pela área útil da parcela 3m<sup>2</sup>, mais as 5 plantas arrancadas aleatoriamente para as outras avaliações, com posterior extrapolação para kg ha<sup>-1</sup>. Os dados obtidos foram submetidos a

análise de variância, no esquema fatorial (Teste F, a 5% de probabilidade de erro). As médias foram submetidas ao teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

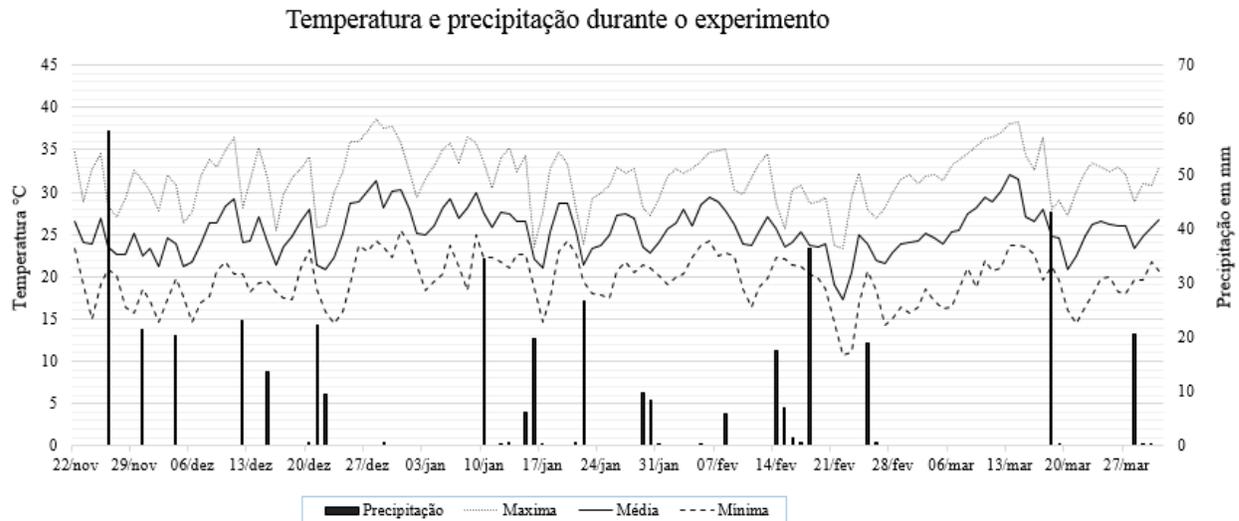
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante a safra 2019/2020 se observou uma condição climática adversa a produção de soja com precipitação mal distribuída, sendo que durante todo o experimento observou-se um total de 428,75mm, concentrando a maior parte da precipitação no período inicial de desenvolvimento da soja favorecendo o desenvolvimento vegetativo das cultivares. Porém durante a fase de enchimento de grãos das cultivares, período que a soja tem a máxima exigência hídrica, o clima foi extremamente adverso, sendo observado um longo período (22 dias) sem chuvas, do dia 26 de fevereiro até o dia 18 de março.

Ao dividir o período demonstrado na figura 1 em 3 partes torna-se mais evidente a desuniformidade das chuvas. Na primeira parte, que vai do dia 22 de novembro de 2019 até 03 de janeiro de 2020, o total de precipitação ocorrido foi de 168,91 mm. Durante o período de 04 de janeiro de 2020 até 16 de fevereiro de 2020 a soma total de precipitação foi de 139,192 mm. Já no período final, que vai do dia 17 de fevereiro de 2020 até 31 de março de 2020 a soma de precipitação foi de 120,65 mm. O déficit hídrico ocorrido no terço final do experimento, aliado às elevadas temperaturas registradas que atingiram até 38°C, foram muito prejudiciais as cultivares de soja, proporcionando danos irreparáveis a cultura e reduções na produtividade.

Foram arrancadas algumas plantas das bordaduras das parcelas, para verificar se estava presente a nodulação nas raízes da soja, ao arrancar essas plantas foi identificada visualmente a presença de nódulos nas plantas do experimento realizado.

Figura 1 Dados de temperatura máxima, média, mínima e precipitação ocorridas durante o período de realização do experimento.



Fonte: Estação meteorológica da Universidade Federal da Fronteira Sul. (gráfico elaborado pelo autor).

De acordo com Gava (2014) a cultura da soja exige de 450 a 800mm de chuva durante todo seu ciclo dependendo da cultivar, clima e manejos utilizados, atingindo a máxima exigência hídrica durante a floração e enchimento de grãos, necessitando 7 a 8 mm dia<sup>-1</sup>. Quando ocorre deficiência hídrica durante este período, observa-se queda prematura de folhas e redução da produtividade de grãos.

Tabela 1 Resumo da análise de variância, para as variáveis número de vagens por planta, peso de mil grãos (PMG), produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) e número de grãos por planta.

FV	GL	Quadrados médios			
		Vagens por planta	Peso de mil grãos	Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )	Grãos por planta
Cultivar	2	157,81 ns	1066,2225 *	1839396,9552 *	242,466944 ns
Inoculação	3	9,8207 ns	46,6938 ns	271641,6684 ns	100,496574 ns
Cultivar*Inoculação	6	41,2174 ns	55,8619 ns	84531,8865 ns	215,685463 ns
Média		66,1	92,13	2233,7042	145,7972
CV		15,22%	9,77%	17,28%	14.66 %

FV: Fonte de variação. GL: Graus de liberdade. CV: Coeficiente de variação. \*: significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F, ns: não significativo. Fonte: Elaborado pelo autor.

Não houve interação significativa entre cultivar e inoculação, ou seja, os níveis do fator inoculação, inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*, inoculação com *Azospirillum brasilense*, coinoculação de *Bradyrhizobium japonicum* com *Azospirillum brasilense* e sem inoculação, não interagiram significativamente sobre os níveis do fator cultivar, BMX Raio IPRO, BMX Delta IPRO e BMX Compacta IPRO. Assim o fator inoculação não teve influência sobre o fator cultivar (tabela 1) para nenhuma das variáveis resposta avaliadas (vagens por planta, peso de mil grãos, produtividade e grãos por planta).

Não se observou diferença estatística significativa para o número de vagens por planta no fator inoculação, ou seja, não houve valores significativamente diferentes entre os tipos de inoculação. Não houve diferença significativa quanto ao peso de mil grãos (PMG) no fator inoculação, ou seja, os tipos de inoculação não proporcionaram diferenças significativas para o PMG. As diferentes inoculações não influenciaram significativamente na produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), as diferentes inoculações não influenciaram na produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). As diferentes inoculações não influenciaram no número de grãos por planta, ou seja, as diferentes inoculações não apresentaram valores estatisticamente diferentes quanto ao número de grãos por planta.

Não se obteve diferença estatística entre os tipos de inoculação para as variáveis avaliadas, muito provavelmente em decorrência do acentuado estresse hídrico, que causou a morte precoce das parcelas.

Battisti e Simonetti (ca. 2016) também não observaram diferenças estatisticamente significativas para a produtividade em ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e para o número de vagens por planta na cultivar de soja TEC 6029 IPRO, sob a inoculação com *Bradyrhizobium*, inoculação com *Azospirillum*, sem inoculação, e com diferentes doses de coinoculação de *Bradyrhizobium* com *Azospirillum*. Entretanto não descartando uma possível influência econômica, devido a valores numéricos superiores quando utilizada a inoculação com *Bradyrhizobium*.

Não verificou-se diferença estatística significativa para produtividade de grãos por planta para inoculação com *Bradyrhizobium* e na coinoculação com *Azospirillum*, ao avaliar apenas a cultivar de soja BMX Potencia RR. Mas observaram diferença significativa para a produtividade de grão ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), em que ao inocular a semente apenas com *Bradyrhizobium* a produtividade foi superior a coinoculação com *Azospirillum*. Entretanto quando inoculado via jato dirigido no sul-

co, não se observou diferença significativa entre a inoculação de apenas *Bradyrhizobium* e coinoculação com *Azospirillum* (OLIVEIRA *et al.*, 2019).

Em experimento utilizando a inoculação e coinoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na cultivar de soja TMG 7062 IPRO, não verificou diferença significativa quanto ao número de grãos por planta e produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), mas obteve-se diferença significativa no PMG (peso de mil grãos), sendo superior quando apenas inoculado com *Bradyrhizobium*, mas não diferindo significativamente do tratamento inoculado apenas com *Azospirillum*, quando coinoculada a cultivar obteve o pior desempenho quanto ao PMG (QUADROS *et al.*, 2019).

De acordo com Farias *et al.* (2001), condições de estresse hídrico são capazes de reduzir drasticamente a produção das culturas, onde os afetados não são apenas os produtores, mas também toda a sociedade, o déficit hídrico geralmente é o principal fator responsável por perdas na lavoura.

O aumento na frequência de períodos de seca em conjunto com elevadas temperaturas, causa problemas para a agricultura ocasionando perdas substanciais nas áreas agrícolas (ARRUDA *et al.*, 2015). Períodos de estresse hídrico ou temperaturas elevadas que possam proporcionar a morte prematura das plantas de soja, ou a maturação forçada das mesmas, podem causar a produção de sementes esverdeadas, as sementes esverdeadas tem suas qualidades fisiológicas drasticamente reduzidas (FRANÇA-NETO, 2012). Nos grãos resultantes do experimento foram observados grãos verdes em quantidade elevada, muito provavelmente resultado da maturação forçada das plantas devido ao estresse hídrico.

Resultados de pesquisas realizadas tem indicado que temperaturas elevadas durante o enchimento de grãos da soja tem impactos negativos sobre a produção da soja. Temperaturas diurnas acima de  $30^{\circ}\text{C}$  podem ocasionar diminuição no tamanho e peso de grãos da soja. Quando há ocorrência de temperaturas de  $33$  a  $36^{\circ}\text{C}$ , podem ser observadas reduções do número de grãos por planta. No período de enchimento de grãos a planta está trabalhando ao máximo para mover nutrientes de outras partes da planta para a vagem, como consequência dessa elevada mobilização de nutrientes, a planta fica mais fragilizada tornando-se mais suscetível ao ataque de doenças nas raízes e folhas (BONETTI, 2019).

Verificou-se diferença significativa na produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) entre as cultivares avaliadas (Tabela 1). Essa diferença pode ser atribuída ao ciclo mais precoce da cultivar Raio(5,0) e Delta(5,9) em relação ao ciclo mais tardio da cultivar compacta(6,5), devido ao perí-

odo de estresse hídrico em que as cultivares mais precoces estavam com o enchimento de grãos mais avançado que a cultivar compacta mais tardia.

Não houve diferença estatisticamente significativa para o número de grãos por planta e número de vagens por planta para o fator cultivar.

Obteve-se diferença significativa quanto ao PMG para o fator cultivar, ou seja, as cultivares avaliadas apresentam PMG diferentes.

O estresse hídrico provoca uma diminuição do índice de área foliar na soja, que resulta em uma menor captura e radiação, quando a soja passa por um período de estresse hídrico leve, em geral a soja tende a melhorar a eficiência da utilização da radiação e diminuir a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, quando ocorre o estresse hídrico severo a soja diminui a eficiência da utilização da radiação (CONFALONE e NAVARO, 1999).

Se observou diferença significativa entre as cultivares, quanto ao peso de mil grãos, em que a cultivar Raio foi a melhor com 102,59 gramas de PMG, diferindo significativamente das cultivares Delta 89,48 gramas e Compacta 84,30 gramas. A cultivar Delta e Compacta não diferiram entre si quanto ao PMG (Tabela 2).

Gava *et al.* (2015) observou uma drástica redução no PMG da cultivar EMBRAPA BRS 316-RR, quando o estresse hídrico atingiu a planta nos estádios R4 a R6 (formação completa da vagem até vagem com grão cheio).

Tabela 2 Médias para a variável peso de mil grãos (PMG, em gramas), e produtividade de grãos (Kg ha<sup>-1</sup>) para o fator cultivar,

Cultivar	PMG	Produção (kg ha <sup>-1</sup> )
Raio	102,5966 a	2585,555 a
Delta	89,4866 b	2303,611 a
Compacta	84,3091 b	1811,945 b

\* Médias não seguidas pela mesma letra diferem entre si, minúsculas nas colunas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A cultivar Raio (mais precoce) foi a que produziu mais ( $2585 \text{ kg ha}^{-1}$ ), não diferindo significativamente da cultivar Delta ( $2303 \text{ kg ha}^{-1}$ ), a cultivar Compacta teve um desempenho inferior às outras cultivares ( $1811 \text{ kg ha}^{-1}$ ) (Tabela 2).

Gava (2014) verificou para a produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), a redução de até 14 % na produtividade quando a soja passou por estresse hídrico durante o período vegetativo, e 38% na produtividade quando a soja passou por um rigoroso estresse hídrico no período de enchimento de grãos.

Em experimento realizado observou-se redução no índice de área foliar, e redução significativa na produtividade na cultivar de soja BRS7581 RR, quando a disponibilidade de água fica abaixo de 50% da capacidade de campo do solo durante todo o ciclo (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

## 6 CONCLUSÕES

A inoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* e a coinoculação de *Bradyrhizobium* com *Azospirillum*, não influenciaram no número de vagens por planta, peso de mil grãos, produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), número de grãos por planta, nas cultivares Raio, Delta e Compacta.

A cultivar com ciclo mais curto Raio obteve produtividade de grãos significativamente superior, não diferindo da cultivar Delta. A cultivar Compacta obteve a pior produtividade.

O peso de mil grãos foi estatisticamente superior na cultivar Raio. As cultivares Delta e Compacta obtiveram um PMG inferior não diferindo significativamente entre si.

## REFERÊNCIAS

ARRUDA, I. M. *et al.*, Crescimento e produtividade de cultivares e linhagens de amendoim submetidas a déficit hídrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v. 45, n. 2, abr-jun 2015 p. 146-154. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pat/v45n2/1517-6398-pat-45-02-0146.pdf>. Acesso em: 25 de abr. 2021

BÁRBARO, I.M. *et al.* Produtividade da soja em resposta a inoculação padrão e coinoculação. **Colloquium Agrariae**, v. 5, n.1, Jan-jun. 2009, p. 01-07. Disponível em: [http://scholar.google.com.br/scholar\\_url?url=https://revistas.unoeste.br/index.php/ca/article/download/372/510&hl=pt-BR&sa=X&scisig=AAGBfm0zmqq9V6gFCu-Ef7b07M-0Rg3DGQ&nossl=1&oi=scholar](http://scholar.google.com.br/scholar_url?url=https://revistas.unoeste.br/index.php/ca/article/download/372/510&hl=pt-BR&sa=X&scisig=AAGBfm0zmqq9V6gFCu-Ef7b07M-0Rg3DGQ&nossl=1&oi=scholar). Acesso em: 12 maio 2020

BÁRBARO, I. M., MACHADO, P. C., BÁRBARO JUNIOR, L. S., TICELLI, M., MIGUEL, F. B., & DA SILVA, J. A. A. (2011). Produtividade da soja em resposta á inoculação padrão e co-inoculação. **Colloquium Agrariae**. v. 5, n.1, Jan-jun. 2009, p. 01-07. ISSN: 1809-8215, 5(1), 01-07. Disponível em: <http://revistas.unoeste.br/index.php/ca/article/view/372>. Acesso em: 30 abril 2020.

BARTCHECHEN. A. *et al.* Efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* na produtividade da cultura do milho (zea mays l). Ver. **Campo Digit@l**, v.5, n.1, p.56-59, Campo Mourão, dez., 2010. Disponível em: <http://revista2.grupointegrado.br/revista/index.php/campodigital/article/view/982>. Acesso em: 21 abril 2020.

BATTISTI A. M. SIMONETTI A. P. M. M. Inoculação e coinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum* brasilense na cultura da soja. **Revista Cultivando o Saber**. Volume 8 - n°3, p. 294 – 301. Disponível em: <http://docplayer.com.br/75569629-Inoculacao-e-coinoculacao-com-bradyrhizobium-japonicum-e-azospirillum-brasilense-na-cultura-da-soja.html>. Acesso em: 06 abril 2021.

BOARETTO, A.E.; NATALE, W. **Importância da Nutrição Adequada para Produtividade e Qualidade dos Alimentos**. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/William\\_Natale/publication/301800747\\_Importancia\\_da\\_Nutricao\\_Adequada\\_para\\_Produtividade\\_e\\_Qualidade\\_dos\\_Alimentos/links/5728cb4108ae057b0a0336d9/Importancia-da-Nutricao-Adequada-para-Produtividade-e-Qualidade-dos-Alimentos.pdf](https://www.researchgate.net/profile/William_Natale/publication/301800747_Importancia_da_Nutricao_Adequada_para_Produtividade_e_Qualidade_dos_Alimentos/links/5728cb4108ae057b0a0336d9/Importancia-da-Nutricao-Adequada-para-Produtividade-e-Qualidade-dos-Alimentos.pdf) . Acesso em 13 de abril de 2020.

BONETTI, L. P. O estresse térmico na soja. **Revista Agrocampo**. 2019. Disponível em: <https://revistaagrocampo.com.br/noticia/manejo/o-estresse-termico-e-a-soja/>. Acesso em: 25 de abr. 2021.

BRACCINI, A.L.*et al.* 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**, Parana, ano 2016, v. 15, n. 1, p. 27-35, 10 dez. 2014. Disponível em: <http://saber.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/10565/9516>. Acessado em: 03 abril 2020.

DENARDIN, N. D. **Aplicação de inoculantes define sucesso da nodulação**. Visão Agrícola, Piracicaba, USP/ESALQ, v. 5, p. 35-37, 2006. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va05-solos08.pdf>. Acesso em 13 maio 2020.

CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M. Compatibilidade de uso de inoculantes e fungicidas no tratamento de sementes de soja. Londrina: **Embrapa Soja**, 2000. 32 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 26). Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/inoculante.tratamento.sementes\\_000fltw5mca02wyiv80kxlb36i7uwr1.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/inoculante.tratamento.sementes_000fltw5mca02wyiv80kxlb36i7uwr1.pdf). Acesso em: 13 de maio 2020.

CONAB. **Perspectivas para agropecuária**. 2019. Brasília, v.7, p. 1-100. Disponível em: [https://www.conab.gov.br/perspectivas-para-a-agropecuaria/item/download/28825\\_2ed3fc3b5b25a350206d276620cf1c85](https://www.conab.gov.br/perspectivas-para-a-agropecuaria/item/download/28825_2ed3fc3b5b25a350206d276620cf1c85). Acesso em 12 junho 2020

CONAB. **Boletim das safras de grãos. 12º Levantamento - Safra 2018/19**. 2019. Disponível em <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em 12 maio 2020.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira. Safra brasileira de grãos**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em 13 maio 2020.

CONFALONE, A.; NAVARO, M.D. Influencia do “déficit” hídrico sobre a eficiência da radiação solar em soja. **Revista Brasileira de Agrociências**, Pelotas, v5, n. 3, p. 195-198, 1999. Disponível em: <http://www2.ufpel.edu.br/faem/agrociencia/v5n3/artigo06.pdf>. Acesso em: 06 de abril de 2021.

CORSINI, D. C. D. C. **Inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* e *Rhizobium tropici* e adubação nitrogenada em cobertura em feijoeiro de inverno irrigado em sistema plantio direto**. Orientador: Orivaldo Arf. 2014. 77 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia, 2014. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/124431>. Acesso em: 30 abril 2020.

COSTA NETO, P. R. *et al.*. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 531-537, Aug. 2000. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010040422000000400017&lng=en&nr m=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010040422000000400017&lng=en&nr m=iso). Acesso em: 02 abril 2020.

DIDONET A. D., MARTIN-DIDONET C. C. G., GOMES G. F. Avaliação de Linhagens de Arroz de Terras Altas Inoculadas com *Azospirillum lipoferum* Sp59b e *A. brasilense* Sp245. Santo Antônio de Goiás. **Embrapa arroz e feijão**, 2003. 4p. (Embrapa arroz e feijão. Documentos, 69). Disponível em: [http://www.cnpaf.embrapa.br/transferencia/informacoestecnicas/publicacoesonline/comunicadotecnico\\_69.pdf](http://www.cnpaf.embrapa.br/transferencia/informacoestecnicas/publicacoesonline/comunicadotecnico_69.pdf). Acesso em: 15 abril 2020.

EMBRAPA. **Fixação biológica de nitrogênio**, 2013?. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-fixacao-biologica-de-nitrogenio/nota-tecnica>. Acesso em: 06 abril 2020.

FARMNEWS. **Produção mundial de soja e por país produtor, expectativa para 2020**. 2019. Disponível em: <http://www.farmnews.com.br/mercado/producao-mundial-de-soja-5/#:~:text=A%20expectativa%20%C3%A9%20que%20o,%25%20e%20Argentina%20com%2016%25>. Acesso em 12 junho 2020.

FARIAS, J. R. B. *et al.*. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v.9, n.3, 2001. Disponível em: <http://trigo.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/pdf/revista/cap4.pdf>. Acesso em 06 abril 2021.

FONTANA, D. C. *et al.*. Modelo de estimativa de rendimento de soja no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 399-403, Mar. 2001. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2001000300001&lng=en&nr m=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2001000300001&lng=en&nr m=iso). Acesso em: 11 abril 2020.

FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A.; BERGAMASCHI, H. Alterações micrometeorológicas na cultura da soja submetida a diferentes regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 5, p. 661-669, maio 1992. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/3696/987>. Acesso em: 11 abril 2020.

FRANÇA-NETO, J.B. *et al.* **Semente esverdeada de soja: causas e efeitos sobre o desempenho fisiológico - Série Sementes**. Circular Técnica, Embrapa soja, mai. 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/59537/1/download.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2021.

GAVA, R. **Os efeitos do estresse hídrico na cultura da soja (*Glycine Max*, (L.) Merrill).** 2014. Tese (Doutorado em ciências) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura, São Paulo. 2004. Disponível em :

<https://pdfs.semanticscholar.org/36f7/effad2720d5fe7ab0cef2a7bb336814be786.pdf>. Acesso em: 06 abril 2021.

GAVA, R. *et al.*. Estresse hídrico em diferentes fases da cultura da soja. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v.9, nº.6, p. 349 - 359, 2015. Disponível em:

[http://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/368/pdf\\_248](http://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/368/pdf_248). Acesso em: 20 abril de 2021.

GAZZONI, D. L. A soja no Brasil é movida por inovações tecnológicas. **Cienc. Cult.**, São Paulo, v. 70, n. 3, p. 16-18, jul. 2018. Disponível em:

[http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252018000300005&lng=pt&nrm=iso](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252018000300005&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 03 abril 2020.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja. Londrina: Embrapa Soja; Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 48 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 35; **Embrapa Cerrados**. Circular Técnica, 13). Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPSO/18515/1/circTec35.pdf>. Acesso em: 06 abril 2020.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: **Embrapa Soja**, 2007. 80p. (Embrapa Soja. Documentos, 283). (ISSN 1516-781X; N 283). Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/468512>. Acesso em: 13 abril 2020.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M.A.; ARAUJO, R.S. **Tecnologia de coinoculação da soja com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*: incrementos no rendimento com sustentabilidade e baixo custo.** (Resumos da XXXIII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil - Londrina, PR, agosto de 2013). Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/964713/1/TecnologiadecoinoculacaodasojacomBradyrhizobiumeAzospirillumincrementosnorenadimentocomsustentabilidadeebaixocusto.pdf>. Acesso em: 11 maio 2020.

HUNGRIA, M. Inoculação com *Azospirillum brasiliense*: inovação em rendimento a baixo custo / Mariangela Hungria. Londrina: **Embrapa Soja**, 2011. 36p. (Documentos n.395. Embrapa Soja, ISSN 1516-781X). Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/879471/1/DOC325.2011.pdf>. Acesso em: 13 abril 2020.

HUNGRIA, M. NOGUEIRA, M.A. **Coinoculação da soja com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*: uma tecnologia ambientalmente sustentável e economicamente bem sucedida.** Resumos expandidos da XXXVI Reunião de Pesquisa de Soja. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 3pg. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1072640/1/203.pdf>. Acesso em: 21 abril 2020.

MENDES, M. C. *et al.*. Avaliação da eficiência agronômica de *Azospirillum brasilense* na cultura do trigo e os efeitos na qualidade de farinha. **Applied Research & Agrotechnology**, [S.l.], v. 4, n. 3, june 2012. ISSN 1984-7548. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/repaa/article/view/1394/1580>. Acesso em: 20 abril 2020.

MUMBACH, G. L. *et al.*. Resposta da inoculação com *Azospirillum brasilense* nas culturas de trigo e de milho safrinha. **Scientia Agraria**, [S.l.], v. 18, n. 2, p. 97-103, july 2017. ISSN 1983-2443. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/51475/32859>. Acesso em: 05 maio 2020.

NOGUEIRA, M. A., *et al.*. Ações de transferência de tecnologia em inoculação/coinoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na cultura da soja na safra 2017/18 no estado do Paraná. Londrina: **Embrapa Soja**, 2018. 16 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 143). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1095314>. Acesso em: 06 abril 2020.

OLIVEIRA, L. B. G. *et al.*. Formas e tipos de coinoculação na cultura da soja no Cerrado, **Revista de Ciências Agrárias**. Vol. 42 N.º 4 (2019). 27 janeiro 2020. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/15828/14868>. Acesso em: 19 abril de 2021.

OLIVEIRA S. A.; ANDRADE S. R. M.; MACHADO A. V. C.; RODRIGUES L. N. **Efeito do estresse hídrico em cultivo de soja.** 2020. Mais Soja. Disponível em: <https://maissoja.com.br/efeito-do-estresse-hidrico-em-cultivo-de-soja/#:~:text=Pelos%20resultados%20apresentados%20pode%2Dse,50%25%20da%20capacidade%20de%20campo>. Acesso em: 20 abril de 2020.

PAVANELLI, L. E.; ARAÚJO, F. F. Fixação biológica de nitrogênio em soja em solos cultivados com pastagens e culturas anuais do oeste paulista. **Bioscience Journal**, Uberlândia, ano 2009, v. 25, n. 1, p. 21-29, fev. 2009. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6783/4477>. Acesso em 06 de abril de 2020.

QUADROS, P. D. *et al.*. Desempenho agronômico a campo de híbridos de milho inoculados com *Azospirillum*. **Rev. Ceres, Viçosa**, v. 61, n. 2, p. 209-218, Apr. 2014. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-737X2014000200008&lng=en&rm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2014000200008&lng=en&rm=iso). Acesso 21 abril 2020.

- QUADROS, A. S. *et al.*. Inoculação e coinoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na cultura da soja. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**. Curitiba, v. 3, n. 1, p.200-206. 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJAER/article/view/7718/6690>. Acesso em: 19 abril de 2021.
- RADWAN, T El-S El-D.; MOHAMED, Z. K.; REIS, V. M. Efeito da inoculação de *Azospirillum* e *Herbaspirillum* na produção de compostos indólicos em plântulas de milho e arroz. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 39, n. 10, p. 987-994, Oct. 2004. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2004001000006&lng=en&nr=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2004001000006&lng=en&nr=iso). Acesso em: 11 abril 2020.
- REIS JUNIOR, F. B. *et al.*. Identificação de isolados de *Azospirillum amazonense* associados a *Brachiaria* spp., em diferentes épocas e condições de cultivo e produção de fitormônio pela bactéria. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 103-113, Feb. 2004. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-06832004s000100011&lng=en&nr=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832004s000100011&lng=en&nr=iso). Acesso em: 11 abril 2020.
- SBCS – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Manual de calagem e adubação, para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 11<sup>a</sup>. ed. Santa Maria – RS: Pallotti, p. 132- 134. 2016.
- SILVA, A. F.; CARVALHO M. A. C.; SCHONINGE E. L.; MONTEIRO S.; CAIONE G., e SANTOS P. A. 2011. Doses de inoculante e nitrogênio na semeadura da soja em área de primeiro cultivo. **Biosci. J.** 27: 404-412. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/8067/7555>. Acesso em 11 abril 2020.
- SILVA, T. F. *et al.*. Bactérias diazotróficas não simbióticas e enraizamento de estacas semilenhosas de oliveira (*Olea europaea* L.). **Ciênc. Florest.**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 61-71, Mar. 2017. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1980-50982017000100061&lng=en&nr=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-50982017000100061&lng=en&nr=iso). Acesso em: 30 abril 2020.
- VILELA, D. *et al.*. Utilização de soja integral tostada na dieta de vacas em lactação, em pastagem de coastcross (*Cynodon dactylon*, L. Pers.). **R. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 1243-1249, Oct. 2003. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982003000500027&lng=en&nr=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982003000500027&lng=en&nr=iso). Acesso em: 02 abril 2020.