

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL

UNIDADE EM TRÊS PASSOS

CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

JOÃO EUGENIO DIAS LARSEN

**INOCULAÇÃO DE *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis* E *Azospirillum brasilense* NA
CULTURA DA SOJA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NO SUL DO BRASIL**

TRÊS PASSOS – RS

2022

JOÃO EUGENIO DIAS LARSEN

**INOCULAÇÃO DE *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis* E *Azospirillum brasilense* NA
CULTURA DA SOJA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NO SUL DO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado
como requisito parcial para obtenção do título
de Engenheiro Agrônomo pela Universidade
Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Lorensi de Souza

TRÊS PASSOS – RS

2021

Catálogo de Publicação na Fonte

L334i Larssen, João Eugênio Dias.
Inoculação de bacillus megaterium, bacillus subtilis e vazospirillum
brasiliense na cultura da soja em sistema de plantio direto no Sul do Brasil /
João Eugênio Dias Larssen. – Três Passos, 2022.
17 f.

Orientador: Eduardo Lorensi de Souza.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade
Estadual do Rio Grande do Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia,
Unidade em Três Passos, 2022.

1. Agronomia. 2. Cultura da soja. 3. Inoculação. I. Souza, Eduardo
Lorensi de. II. Título.

JOÃO EUGENIO DIAS LARSEN

INOCULAÇÃO DE *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis* E *Azospirillum brasilense* NA CULTURA DA SOJA EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NO SUL DO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Lorensi de Souza

Aprovado em: 07/12/2022

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Lorensi de Souza
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS

Professor: Dr. Mastrângello Enivar Lanza Nova
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS

Professora: Dr^a. Danni Maisa da Silva
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS

Sumário

<u>1 INTRODUÇÃO</u>	6
<u>2 OBJETIVOS</u>	7
<u>2.1 Objetivo geral</u>	8
<u>2.2 Objetivos específicos</u>	8
<u>3 METODOLOGIA</u>	8
<u>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</u>	9
<u>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</u>	15
<u>REFERÊNCIAS</u>	15

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max*), é uma planta herbácea, pertence à família Fabaceae e possui vasta diversidade genética, fato que influencia nas suas características vegetativas e reprodutivas de acordo com a cultivar, alteração esta causada por diversos fatores ambientais como, temperatura, umidade, radiação solar, tipo de solo e altitude (DE CONTI, 2021).

No cenário mundial, existem grandes desafios relacionado com o fornecimento de alimentos devido ao crescimento da população, de maneira que haja o menor impacto ambiental (SANTOS, 2015). A soja é uma espécie protagonista, pois é uma das principais fontes de proteína vegetal (COLUSSIS et al., 2016), segundo (GUAZINA et al., 2019) a soja é composta por 40% de proteína e 20% de óleo, além disso a soja apresenta altos rendimentos no campo e é essencial para a alimentação animal, pois o seu grão apresenta altos níveis nutricionais que servem como base para a formulação inúmeras rações como fonte principal de proteína, assim como na alimentação humana a qual está em ascensão cada vez mais, além de ser uma cultura oleaginosa agrícola que mais cresceu no Brasil nas últimas décadas.

No Brasil a soja teve uma produção de 135.409 milhões de toneladas em uma área de 38.502 milhões de hectares, produção média de 3.517 kg/ha (CONAB, 2021). O estado do Rio Grande do Sul, apresentou a segunda maior produção em âmbito nacional na safra 2020/2021 com uma produção de 20,164 milhões de toneladas em uma área de 6.055 de hectares, com uma média de 3.330 kg/ha (CONAB, 2021).

De acordo com Pereira et al. (2013), devido ao aumento de áreas cultivadas com a cultura da soja, também ocorre a necessidade de novas tecnologias de produção, com isso é de suma importância novas alternativas que visem o aumento de produtividade com mínimo impacto ao meio ambiente. Alguns dos principais desafios para ter uma produtividade equivalente a uma boa produção a campo com a cultura da soja é o manejo de macro e micronutrientes, pois este fator é de extrema relevância, para a produção agrícola a qual depende da disponibilidade desses minerais de forma balanceada, de forma que não atrapalhem no ciclo da planta, conseqüentemente conquistando uma boa produtividade (HANSEL, 2016). Contudo, o uso incorreto da adubação mineral pode trazer perdas, tanto quanto pelo excesso quando pela falta de minerais e gerando contaminação do solo.

O nitrogênio, é de suma importância no processo biológico das plantas, pois ele é um nutriente constituído de ácidos nucléicos e de extrema necessidade durante todo o ciclo da cultura, por isso é preciso uma grande quantidade deste mineral no solo, com isso a demanda requerida pela soja é alta devido ao grão possuir um teor de proteína elevado, cuja a ausência

causa anormalidade severas no ciclo vegetativo e reprodutivo da soja. Estima-se que para a planta produzir 1.000 kg de grão são necessários 80 kg de N (TAIZ et al., 2017).

O fósforo é outro elemento que está relacionado com a produção de energia para a planta através da utilização de P para a formação da adenosina trifosfato (ATP), energia esta que é usada na fotossíntese, germinação, síntese de carboidratos, proteínas e lipídeos e contribui para a planta no momento de absorver outros minerais. Porém, o fósforo que está presente no solo é de difícil absorção em solos que apresentam óxidos de Fe e Al, pois estes elementos ficam ligados fortemente com o P, fazendo com que a planta não consiga retirar solo, causando uma maior frequência na utilização de adubação mineral para que a planta consiga atender sua necessidade e gerar uma boa produtividade, no entanto, esse manejo aumenta gradativamente o custo devido ao alto custo de adubos fosfatados (SANTOS et al., 2021).

O potássio é essencial para os processos da planta, este mineral desempenha funções muito importantes, como abertura e fechamento de estômatos, transporte de carboidratos e outros compostos e ativa enzimas que estão envolvidas na respiração e fotossíntese e quando em falta, o potássio prejudica o funcionamento de enzimas e facilita a entrada de fungos nas plantas (SERAFIM et al., 2012).

O gênero *Azospirillum*, especialmente a espécie *A. brasilense*, é usado como inoculante, pois esta bactéria faz uma associação simbiótica com a cultura da soja, onde ela fornece nitrogênio para a planta, devido a sua característica que transformam o gás nitrogênio (N₂) atmosférico em amônia (NH₃⁺) e o fornecem para a planta. Por isso a inoculação vem crescendo ano após ano nas plantas em que a bactéria se associa pelo fato de reduzir o custo de produção na parte de adubação nitrogenada (BARBARO et al., 2017).

O *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* são bactérias que conseguem produzir sideróforos, compostos metabólicos secundários que possuem a função de solubilizar fósforo, ou seja, estas bactérias possuem como característica a liberação de fósforo que estão ligados aos óxidos de Fe e Al. Portanto a inoculação de sementes com estas bactérias tem maior efeito em solos que apresentam maior quantidade de óxidos de Fe e Al (BATISTA et al., 2018).

Dessa maneira, o presente estudo teve como objetivo estudar a influência da inoculação das bactérias *Azospirillum brasilense*, *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* na cultura da soja no noroeste do estado do Rio Grande do Sul.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a influência da inoculação de *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis* e *Azospirillum brasilense* na cultura da soja na região sul do Brasil.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Avaliar a produção de massa seca e verde de plantas.
- ✓ Avaliar a influência da inoculação de *Azospirillum brasilense*, *Bacillus megaterium* e *Bacillus subtilis* na produtividade da soja.

3 METODOLOGIA

O estudo foi conduzido em uma propriedade rural, localizada na Linha Três Capões, situando-se na latitude 27°53'55 e longitude 53°26'45, no interior do município de Palmeira das Missões – RS. O clima da região corresponde, segundo a classificação de Köppen, ao tipo Cfa, temperado úmido e com verão quente. O município apresenta precipitação média anual de 1900 mm, as temperaturas médias variam entre 16° e 18°C e sua economia é baseada no setor agropecuário (ATLAS SOCIOECONÔMICO DO RIO GRANDE DO SUL, 2020). O solo do local foi caracterizado como Latossolo (STRECK, 2018), e o sistema utilizado na área é o de plantio direto a cultura antecessora era aveia branca.

O delineamento utilizado foi constituído em blocos ao acaso com quatro repetições de cada tratamento avaliado. As parcelas foram delimitadas em 29/10/2021 nas medidas de 3,5 x 4 m (14 m²). O espaçamento entre linhas da cultura da soja foi de 0,45 m, com uma população final de plantas de 288.888,86 por ha. A inoculação foi via semente, com o inoculante composto por *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* sendo utilizada a dose de 100 mL para cada 20 kg de sementes. Já referente ao inoculante constituído à base de *Azospirillum brasilense* foi usada a dosagem de 150 mL para cada 25 kg de sementes e a adubação mineral, de 250 quilos por hectare da fórmula 10 – 20 – 20, formulação mais utilizada pelos produtores rurais da região.

Os tratamentos foram os seguintes:

T0 – Controle (sem adubação mineral e sem inoculação).

T1 – Testemunha (somente com adubação mineral).

T2 – Inoculação com *Azospirillum brasilense*.

T3 - Inoculação com *Bacillus subtilis* + *Bacillus megaterium*.

T4 - Inoculação com *Azospirillum brasilense* + *Bacillus subtilis* + *Bacillus megaterium*.

T5 - Inoculação com *Azospirillum brasilense* + *Bacillus subtilis* + *Bacillus megaterium* + 50 % da dose de nitrogênio e fosforo e 100% da dose de potássio.

T6 - Inoculação com *Azospirillum brasilense* + *Bacillus subtilis* + *Bacillus megaterium* + 100% da dose de potássio.

T7 - Inoculação com *Azospirillum brasilense* + 100% da dose de fosforo e potássio.

T8 - Inoculação com *Bacillus subtilis* + *Bacillus megaterium* + 100% da dose de nitrogênio e potássio.

A semeadura ocorreu no terceiro decênio de outubro de 2021, em sistema de plantio direto mecanizado, utilizando 13 sementes por metro linear a uma profundidade de 3 a 5 cm. Os tratos culturais utilizados foram realizados conforme recomendações técnicas para a cultura da soja.

Foram avaliados os seguintes parâmetros: produtividade, produção de massa seca, número de grão por legume e número de legume por planta.

No momento do florescimento pleno, as avaliações de massa seca e massa verde foram realizadas através da coleta manual de plantas nas duas linhas centrais de cada parcela correspondentes a 2 metros lineares. Depois, as amostras foram levadas para laboratório, com o auxílio de balança de precisão, foram feitas suas respectivas pesagens, os dados mensurados neste procedimento corresponderam ao parâmetro de massa verde. Para avaliação da massa seca, as amostras foram colocadas em estufa de secagem a temperatura de 65°C até atingirem peso constante e posteriormente foram pesadas novamente.

No estágio de R9 do ciclo da cultura da soja foram coletados 2 metros lineares de plantas para fazer a avaliação do número de grãos por legume, número de legumes por planta e a produção de sacas por hectare. Na sequência foi levado em laboratório, onde a umidade dos grãos foi ajustada para 13%. Ao final, foi calculada a produtividade de grãos por hectare.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e quando significativos foram submetidos ao teste complementar de contrastes ortogonais utilizando-se os procedimentos disponíveis no pacote estatístico Sisvar (FERREIRA, 2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As médias de massa verde (kg) massa seca (kg) e produtividade (sc/ha), além dos contrastes testados estão na tabela 1, tabela 2 e tabela 3, respectivamente.

Tabela 1. Médias de massa verde (g) por tratamento

Contrastes testados: T0 x T1, T0 x T2, T0 x T3, T0 x T4, T0 x T5, T0 x T6, T0 x T7, T0 x T8, T1 x T2, T1 x T3, T1 x T4, T1 x T5, T1 x T6, T1 x T7, T1 x T8, T2 x T3, T2 x T4, T2 x T5, T2 x T6, T2 x T7, T2 x T8, T3 x T4,

	Tratamentos	Massa Verde (Kg/ha)
T0	Controle (sem adubação mineral e sem inoculação)	0,6605
T1	Testemunha (somente com adubação mineral)	0,735
T2	<i>Azospirillum brasilense</i>	0,681
T3	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus megaterium</i>	0,7287
T4	<i>Azospirillum brasilense</i> + <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus megaterium</i>	0,799
T5	<i>Azospirillum brasilense</i> + <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus megaterium</i> + 50 % da dose de nitrogênio e fosforo e 100% da dose de potássio	0,7994
T6	<i>Azospirillum brasilense</i> + <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus megaterium</i> + 100% da dose de potássio	0,660
T7	<i>Azospirillum brasilense</i> + 100% da dose de fosforo e potássio	0,737
T8	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus megaterium</i> + 100% da dose de nitrogênio e potássio	0,678

T3 x T5, T3 x T6, T3 x T7, T3 x T8, T4 x T5, T4 x T6, T4 x T7, T4 x T8, T5 x T6, T5 x T7, T5 x T8, T6 x T7, T6 x T8, T7 x T8.

Tabela 2. Média de massa seca (g) por parcela.

	Tratamentos	Massa Seca (Kg/ha)
T0	Controle (sem adubação mineral e sem inoculação)	0,317
T1	Testemunha (somente com adubação mineral)	0,3528
T2	<i>Azospirillum brasilense</i>	0,3269
T3	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus megaterium</i>	0,3498
T4	<i>Azospirillum brasilense</i> + <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus megaterium</i>	0,3835
T5	<i>Azospirillum brasilense</i> + <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus megaterium</i> + 50 % da dose de nitrogênio e fosforo e 100% da dose de potássio	0,3839
T6	<i>Azospirillum brasilense</i> + <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus megaterium</i> + 100% da dose de potássio	0,3168
T7	<i>Azospirillum brasilense</i> + 100% da dose de fosforo e potássio	0,353
T8	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus megaterium</i> + 100% da dose de nitrogênio e potássio	0,325

Contrastes testados: T0 x T1, T0 x T2, T0 x T3, T0 x T4, T0 x T5, T0 x T6, T0 x T7, T0 x T8, T1 x T2, T1 x T3, T1 x T4, T1 x T5, T1 x T6, T1 x T7, T1 x T8, T2 x T3, T2 x T4, T2 x T5, T2 x T6, T2 x T7, T2 x T8, T3 x T4, T3 x T5, T3 x T6, T3 x T7, T3 x T8, T4 x T5, T4 x T6, T4 x T7, T4 x T8, T5 x T6, T5 x T7, T5 x T8, T6 x T7, T6 x T8, T7 x T8.

Tabela 3. Média de produtividades de soja, cultivada com diferentes fontes de inoculação, em sistema plantio direto na região de Palmeira das Missões, RS.

Contrastes testados: T0 x T1, T0 x T2, T0 x T3, T0 x T4, T0 x T5, T0 x T6, T0 x T7, T0 x T8, T1 x T2, T1 x T3,

	Tratamentos	Produtividade (sc/ha)
T0	Controle (sem adubação mineral e sem inoculação)	31,9
T1	Testemunha (somente com adubação mineral)	39,7
T2	<i>Azospirillum brasilense</i>	38,7
T3	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus megaterium</i>	37,4
T4	<i>Azospirillum brasilense</i> + <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus megaterium</i>	42,6
T5	<i>Azospirillum brasilense</i> + <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus megaterium</i> + 50 % da dose de nitrogênio e fosforo e 100% da dose de potássio	42,6
T6	<i>Azospirillum brasilense</i> + <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus megaterium</i> + 100% da dose de potássio	40,5
T7	<i>Azospirillum brasilense</i> + 100% da dose de fosforo e potássio	40,6
T8	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus megaterium</i> + 100% da dose de nitrogênio e potássio	39,6

T1 x T4, T1 x T5, T1 x T6, T1 x T7, T1 x T8, T2 x T3, T2 x T4, T2 x T5, T2 x T6, T2 x T7, T2 x T8, T3 x T4, T3 x T5, T3 x T6, T3 x T7, T3 x T8, T4 x T5, T4 x T6, T4 x T7, T4 x T8, T5 x T6, T5 x T7, T5 x T8, T6 x T7, T6 x T8, T7 x T8.

Conforme a Tabela 1, a massa verde variou de 0,660 a 0,799 quilos nos tratamentos T0 e T5 controle ou sem adubação mineral e com inoculação das bactérias *Azospirillum brasilense*, *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium*, respectivamente. Este parâmetro não apresentou diferença estatística ($p > 0,05$) Para Filho (2020), os benefícios da bactéria podem operar de forma cumulativa e em cascata, produz secreção de fitormônios o que pode contribuir diretamente para o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular, aumentando a absorção dos nutrientes da água, e promovendo melhor exploração da água no solo. (CARVALHO *et al.*, 2011), atenta que os processos de fixação de N são extremamente complexos, tais como absorção, assimilação e re-translocação do N na soja.

A Tabela 2, mostra que a média de massa seca variou entre 0,317 e 0,383 quilogramas nos tratamentos T0 e T5, controle ou sem adubação mineral e testemunha ou com adubação mineral, respectivamente (Tabela 2). Para essa variável somente os contrastes 4, 11, 17, 22, 28, 29 e 30, apresentaram diferença significativa a ($p < 0,05$), quando o tratamento T4 comparado com T0, T1, T2, T3, T6, T7 e T8 se mostrou mais produtivo em massa seca e nos demais contrastes não foram observadas diferenças ($p > 0,05$). A utilização de microrganismos inoculados via semente, respondendo de forma semelhante ou superior a adubação mineral (BRACCINI *et al.*, 2014) evidencia que as combinações de bactérias aplicadas em inoculação, possam propiciar incremento nas características agrônômicas da soja, resultando em uma maior fixação de nitrogênio proporcionada pela atuação desses microrganismos (SCHIMITZ, 2021) destaca que *Bacillus subtilis* + *Bacillus megaterium* possuem capacidade de colonizar raízes e fornecer fosforo para a planta agindo como promotora de crescimento vegetal.

A Tabela 3 mostra as médias na produção de sacas por hectare variou entre 31,9 e 42,6 nos tratamentos T0 e T4, controle ou sem adubação mineral e com inoculação das bactérias *Azospirillum brasilense*, *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium*, respectivamente. Este quesito apresentou diferença estatística ($p < 0,05$) para os contrastes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, que avaliaram o tratamento T0 contra todos os outros e 22 e 23 avaliaram o T3 com T4 e T5 o restante dos contrastes realizados não evidenciaram diferença significativa ($p > 0,05$). (MARY *et al.*, 2015), indica que a aplicação de diferentes biofertilizantes desempenha um papel significativo no aumento da fertilidade do solo em termos de macronutrientes, nutrientes secundários e população microbiana. Conforme (SHMITZ, 2021) e (HUNGRIA, 2011), a população microbiana ajuda a enriquecer o solo com os principais nutrientes, como N e P, que são essenciais para o desenvolvimento das plantas, resultando no incremento da produtividade de

diversas culturas. de Antunes (2019) que afirma que a co-inoculação, pode aumentar em cerca de 16% o rendimento.

O fósforo, é um dos macros nutrientes limitantes do desenvolvimento e rendimento da maioria das culturas, em especial a soja, visto que é um componente estrutural básico das células das plantas e está com inúmeras rotas metabólicas (BILLA *et al.*, 2019). Entretanto, a maior parte está na forma mineral e orgânica, ou seja, de maneira indisponível para as plantas, sendo que pesquisas apontam que o conteúdo do solo possui em torno de 0,05% de fósforo em sua composição e apenas 0,01% está prontamente assimilável pelas raízes (ANZUAY *et al.*, 2015; ALORI *et al.*, 2017). Por sua vez, o nitrogênio é um dos nutrientes mais requeridos pelas plantas, é um constituinte dos ácidos nucleicos e das proteínas, tem característica por ser muito móvel na planta, sendo que a soja pode obter através do solo, fixação não biológica, fertilizantes nitrogenados e o processo de fixação biológica do nitrogênio elementar presente na atmosfera, (TAIZ *et al.*, 2017).

Naturalmente, o intemperismo realiza o processo de liberação dos elementos para o solo, como é o caso do nitrogênio e do fósforo, porém este processo é lento, não suprimindo a demanda necessária das plantas. Para sanar a esta lacuna, o homem desenvolveu métodos de extração de minerais das rochas, formando os adubos minerais ou inorgânicos (JIANG *et al.*, 2018). Todavia o seu uso é insustentável uma vez que provoca drásticos impactos ambientais, utilizando de fontes de recursos não renováveis, (JEZ *et al.*, 2016). Brancher *et al.* (1997) aponta que a nutrição mineral, proporciona a planta adequada formação e manutenção das suas funções vitais, além disso a correta quantidade de determinado nutriente acarreta em maiores rendimentos das culturas, mas nem todo o elemento adicionado por esta via é absorvido pela planta, ainda (LOPES, 2007) afirma que a eficiência do método é de aproximadamente 50%.

Neste cenário, a utilização de bactérias promotoras de crescimento vegetal, está ganhando espaço na agricultura mundial, dado que possuem capacidade de fornecer a quantidade de nutrientes necessários para um pleno desenvolvimento e ganhos de produtividades iguais ou até maior que a adubação convencional. Em continuidade, as bactérias *Azospirillum brasilense*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis*, possuem o potencial de aumentar a fixação biológica de nitrogênio e solubilizar o fósforo presente no solo, respectivamente, possuem potencial para suprir a necessidade nutricional da cultura da soja, diminuindo a quantidade de adubos químicos. Além disso, a inoculação de microrganismos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inoculação das bactérias *Azospirillum brasilense*, *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* possui a capacidade de suprir a necessidade nutricional da cultura da soja de maneira igual ou similar a adubação mineral, considerando os resultados de massa seca e produção por hectare, nas condições de clima e solo em que foi realizado o presente trabalho.

REFERÊNCIAS

- ALORI, E. T. *et al.* Microbial phosphorus solubilization and its potential for use in sustainable agriculture. **Frontiers in Microbiology**, n.8, p.971-979, 2017.
- ANTUNES, J. Inoculação reduz custos com fertilizantes na soja. **EMBRAPA**.2019.
- ANZUAY, M. S. *et al.* Beneficial effects of native phosphate solubilizing bacteria on peanut (*Arachis hypogaea* L.) **growth and phosphorus acquisition**. **Symbiosis**, v.66, p.89–97, 2015.
- ATLAS SOCIOECONÓMICO DO RIO GRANDE DO SUL. **Clima, temperatura e precipitação**. 2021. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/clima-temperatura-e-precipitacao> >. Acesso em 15/09/2021.
- BÁRBARO, I. M. *et al.* Viabilidade técnica e econômica da co-inoculação de soja no estado de São Paulo. Edição especial. **Revista Nucleus**, p. 45-58, 2017.
- BATISTA, F. C. *et al.* Potencial de microrganismos rizosféricos e endolíticos de milho em solubilizar o fosfato de ferro e produzir sideróforos. **EMBRAPA**, 2018.
- BILLAH, M. *et al.* Phosphorus and phosphate solubilizing bacteria: Keys for sustainable agriculture. **Geomicrobiology Journal**, v.36, p.904-916, 2019.
- BRACCINI, A. *et al.* Co-inoculação e modos de aplicação de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* adubação nitrogenada na nodulação das plantas e rendimento da cultura da soja. **UNIOESTE**. 2014.
- BRANCHER, A. *et al.* Adubação orgânica e mineral e calagem influenciando o rendimento do arroz irrigado. **EMBRAPA**. 1997.
- CARVALHO, E. Fertilizante mineral e resíduo orgânico sobre características agronômicas da soja e nutrientes no solo. **SCIELO**. 2011.

COLUSSI, J. *et al.* O agronegócio da soja: Uma análise da rentabilidade do cultivo da soja no Brasil. **Revista Espacios**. 2016.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO **Progresso de safra**. 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/progresso-de-safra>. Acesso em 22/09/2015.

DE CONTI, A. F. *et al.* Interferência do período de controle de plantas invasoras no desempenho produtivo da cultura da soja. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 20939-20945, 2021.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria**, 37: 529-535, 2019.

FILHO, W. S. S. Eficiência do *Azospirillum brasilense* associado à adubação nitrogenada sobre as características agronômicas do milho e valor nutricional de sua silagem. **UNIMONTES**. 2020

GUAZINA, R. A. *et al.* Aplicação foliar de silício na produtividade e sanidade de cultivares de soja. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 18, n. 2, p.187-193, 2019.

JIANG, K. *et al.* Element mobilization and redistribution under extreme tropical weathering of basalts from the Hainan Island, South China. **Journal of Asian Earth Sciences**, v.158, p.80–102, 2018.

JEZ, J. M. *et al.* The next green movement: Plant biology for the environment and sustainability. **Science**, v.353, p.1241-1244, 2016

HANSEL, F. D. *et al.* Importância dos micronutrientes na cultura da soja no Brasil. **Informações Agronômicas**, n. 153, p. 1-8, 2016.

HUNGRIA, M. Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo. **EMBRAPA**. 2011.

LOPES, E. S. Fixação biológica do nitrogênio no sistema solo-planta. **In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S; VITTI, G. C. (Ed.). Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira**. Piracicaba: INPI Brasil, 2007. 722 p.

MARY, L. C. *et al.* Influence of organicmanures (biofertilizers) on soil microbial population in the rhizosphere of mulberry (morus indic.). **International Journal of Applied Sciences amd Biotechnology**. 2015.

PEREIRA, W. *et al.* Acúmulo de biomassa em variedades de cana-de-açúcar inoculadas com diferentes estirpes de bactérias diazotróficas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, p. 363-370, 2013.

SANTOS, A. C. P. R. *et al.* Utilização do fósforo no desenvolvimento de cultivar de soja adaptada para regiões de solos tropicais. **II Congresso internacional das ciências agrárias cointer – PDVagro**, 2021.

SANTOS, K. R. C. **Mapeamento de QTLs ligados à resistência parcial da soja à ferrugem asiática**. Uberlândia. 109 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, 2015.

SERAFIM, M. E. *et al.* Umidade do solo e doses de potássio na cultura da soja. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, p. 222-227, 2012.

TAIZ, Lincoln *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora, 2017.