



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

MATHEUS SILVA TRAJANO SANTIAGO

**EFEITO DO USO DE DIFERENTES INOCULANTES SOB OS COMPONENTES DE
PRODUÇÃO DA SOJA**

**AREIA
2024**

MATHEUS SILVA TRAJANO SANTIAGO

**EFEITO DO USO DE DIFERENTES INOCULANTES SOB OS COMPONENTES DE
PRODUÇÃO DA SOJA**

Trabalho de graduação apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia, do
Centro de Ciências Agrárias, da Universidade
Federal da Paraíba, em cumprimento às
exigências para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Leossávio César de
Souza.

**AREIA
2024**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S235e Santiago, Matheus Silva Trajano.

Efeito do uso de diferentes inoculantes sob os
componentes de produção da soja / Matheus Silva Trajano
Santiago. - Areia:UFPB/CCA, 2024.
30 f. : il.

Orientação: Leossávio César de Souza.
TCC (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Agronomia. 2. Bradyrhizobium. 3. Azospirillum. 4.
Glycine Max L. I. de Souza, Leossávio César. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(02)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DE AGRONOMIA
CAMPUS II – AREIA - PB

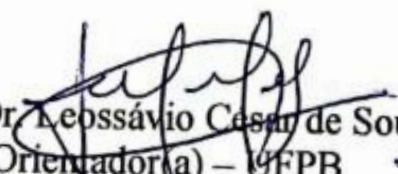
DEFESA DO TRABALHO DE GRADUAÇÃO

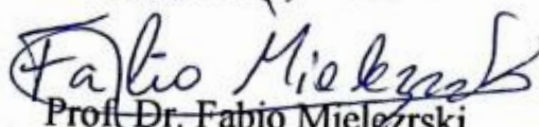
Aprovada em 08/05/2024

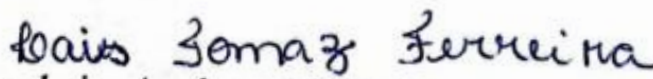
“Efeito do uso de diferentes inoculantes sob os componentes de produção da soja”

Autor: Matheus Silva Trajano Santiago

Banca Examinadora:


Prof. Dr. Leossávio Cesar de Souza
Orientador(a) – UFPB


Prof. Dr. Fabio Mielezski
Examinador(a) – UFPB


Engenheira Agrônoma M.a. Lais Tomaz Ferreira
Examinador(a) – UFPB

A Deus, minha família, e amigos, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me fortalecer em todos os momentos de dificuldade enfrentados ao longo do curso.

Aos meus pais, Marcos de Sales Santiago e Waldênia Silva Trajano Santiago, por ter me dado o dom da vida, educação e apoio durante toda a minha vida.

Aos meus irmãos Arthur e Vitor, pela amizade, pelo companheirismo e pelo apoio durante todos esses anos de estudo.

A minha amada avó, Vaneti de Sales Santiago, ao meu tio Percival Fernandes Santiago Júnior, a minha tia Fabiana Ferreira e meu primo Gustavo da Silva Santiago, pelo acolhimento, apoio e companheirismo ao longo dessa jornada.

A minha namorada Mykaella Martins Luz da Silva, pelo amor, paciência, apoio e me proporcionar imensa felicidade a cada dia que passa.

Ao meu avô Waldenor Trajano dos Santos, pelo incentivo, exemplo e inspiração profissional.

A minha amiga Rosany Duarte Sales e meu primo Renato Michell da Silva Vasconcelos pelo apoio, irmandade e companheirismo desde o início dessa jornada.

Ao Professor e Orientador Leossávio César de Souza, pelo conhecimento e sabedoria repassado a mim durante todas as aulas, estágios e pesquisas realizadas.

A Laís Tomaz Ferreira, técnica do laboratório de grandes culturas pela contribuição na montagem do experimento e análises realizadas.

Ao professor Fábio Mielezrski, que contribuiu ao longo desses semestres, por meio das disciplinas e acolhimento no Grupo de Estudos Sobre Grandes Culturas.

Ao Grupo de Estudos Sobre Grandes Culturas e Plantas Daninhas, que me proporcionou uma vasta experiência e acúmulo de conhecimento ao longo dessa jornada.

Aos meus amigos de alojamento, Luan Rodrigues, Sandro Roberto e Suédson Magno, pelos bons momentos de companheirismo, lazer e amizade.

“E lhes levantarei uma plantação de renome, e nunca mais serão consumidas pela fome na terra, nem mais levarão sobre si opróbrio dos gentios.”

Ezequiel 34:29

RESUMO

A soja é uma das culturas mais importantes e amplamente cultivadas em todo o mundo, desempenhando um papel fundamental na agricultura global e na economia de diversos países. Além de fonte de proteína, óleo ou combustível, desempenha um papel crucial na alimentação e na indústria. O estado da Paraíba não possui uma produção significativa quando comparada a outros estados do Brasil. A fixação biológica do nitrogênio (FBN) na soja brasileira é crucial para sua sustentabilidade. Através da simbiose entre bactérias *Bradyrhizobium* e as plantas de soja, ocorre a conversão do nitrogênio atmosférico em compostos nitrogenados que beneficiam a planta. Outra alternativa são as bactérias do gênero *Azospirillum* que são promotoras de crescimento de plantas, proporcionando maior crescimento radicular, e consequentemente, um melhor desenvolvimento do hospedeiro. O presente trabalho teve por objetivo, avaliar os componentes produtivos da cultura, submetidos a inoculação das sementes com diferentes doses de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* no município de Areia, Paraíba. O experimento foi instalado em condições de campo no dia 20 de outubro de 2023, na área experimental de Chã de Jardim, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias – CCA da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, Campus II, localizada no município de Areia – PB. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC) com sete tratamentos (T1 - Testemunha, T2 - 80g/50kg de sementes de *Bradyrhizobium*, T3 - 120g/50kg de sementes de *Bradyrhizobium*, T4 - 160g/50kg de sementes de *Bradyrhizobium*, T5 – 100ml/ha⁻¹ de *Azospirillum*, T6 - 150ml/ha⁻¹ de *Azospirillum*, T7 - 200ml/ha⁻¹ de *Azospirillum*), e três repetições, totalizando 21 parcelas. Cada unidade experimental foi constituída de quatro linhas de 4 m, espaçadas de 0,50 m entre fileiras e aproximadamente 0,06 m entre plantas. Após realização do experimento os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os inoculantes utilizados foram compostos por bactérias *Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium diazoefficiens*, no formato sólido, e por bactérias *Azospirillum brasiliense* e *Pseudomonas fluorescens*, no formato líquido. A colheita foi realizada aos 144 dias após a semeadura. As características avaliadas foram: altura de plantas; altura de inserção de primeira vagem, número de vagens por planta, peso de vagens, peso de mil sementes e produtividade. Não foi observado diferença significativa para nenhum dos parâmetros avaliados. As diferentes doses dos inoculantes provavelmente não foram determinantes no desenvolvimento das plantas. É necessário o desenvolvimento de cultivares voltadas ao melhor aproveitamento do fotoperíodo, que se mostrou um fator primordial para o desenvolvimento da cultura em Areia-PB, além da necessidade de repetir o experimento afim de confirmar os resultados, visto que esse foi o primeiro ano de cultivo no local.

Palavras-Chave: *Bradyrhizobium*; *Azospirillum*; *Glycine max* L.

ABSTRACT

Soy is one of the most important and widely cultivated crops around the world, playing a fundamental role in global agriculture and in the economies of many countries. In addition to being a source of protein, oil or fuel, it plays a crucial role in food and industry. The state of Paraíba does not have significant production when compared to other states in Brazil. Biological nitrogen fixation (BNF) in Brazilian soybeans is crucial for its sustainability. Through the symbiosis between *Bradyrhizobium* bacteria and soybean plants, atmospheric nitrogen is converted into nitrogenous compounds that benefit the plant. Another alternative are bacteria of the *Azospirillum* genus, which promote plant growth, providing greater root growth and, consequently, better host development. The present work aimed to evaluate the productive components of the crop, subjected to seed inoculation with different doses of *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* in the municipality of Areia, Paraíba. The experiment was installed under field conditions on October 20, 2023, in the experimental area of Chã de Jardim, belonging to the Center for Agricultural Sciences – CCA of the Federal University of Paraíba - UFPB, Campus II, located in the municipality of Areia – PB. The statistical design used was randomized blocks (DBC) with seven treatments (T1 - Control, T2 - 80g/50kg of *Bradyrhizobium* seeds, T3 - 120g/50kg of *Bradyrhizobium* seeds, T4 - 160g/50kg of *Bradyrhizobium* seeds, T5 – 100ml/ha-1 of *Azospirillum*, T6 - 150ml/ha-1 of *Azospirillum*, T7 - 200ml/ha-1 of *Azospirillum*), and three replications, totaling 21 plots. Each experimental unit consisted of four 4 m rows, spaced 0.50 m between rows and approximately 0.06 m between plants. After carrying out the experiment, the data were subjected to analysis of variance using the F test and the means were compared using the Tukey test at 5% probability. The inoculants used were composed of the bacteria *Bradyrhizobium japonicum* and *Bradyrhizobium diazoefficiens*, in solid format, and the bacteria *Azospirillum brasiliense* and *Pseudomonas fluorescens*, in liquid format. The harvest was carried out 144 days after sowing. The characteristics evaluated were: plant height; first pod insertion height, number of pods per plant, pod weight, thousand seed weight and productivity. No significant difference was observed for any of the evaluated parameters. The different doses of inoculants were probably not decisive in the development of the plants. It is necessary to develop cultivars aimed at making better use of the photoperiod, which proved to be a key factor in the development of the crop in Areia-PB, in addition to the need to repeat the experiment in order to confirm the results, since this was the first year of cultivation on site.

Keywords: *Bradyrhizobium*; *Azospirillum*; *Glycine max* L..

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Capina realizada no experimento, com o auxílio de enxada. Areia – PB, 21 2024.....	
Figura 2 – Planta de soja marcada para futuras análises. Areia – PB, 2024.....	21
Figura 3 – Sacos identificados contendo as plantas úteis colhidas para transporte ao LAGRAPLAN.....	22

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Características climáticas do município de Areia-PB no período do 19
experimento de outubro de 2023 a março de 2024.....
- Tabela 2 – Resultados da análise de química e fertilidade do solo da área do experimento. 20
CCA/UFPB, Areia – Paraíba, 2023.....
- Tabela 3 – Resumo da análise de variância dos dados referentes à: altura da planta (APL), 24
altura de inserção de primeira vagem (APV), número de vagens por planta
(NVP), peso de vagem (PVA), peso de mil sementes (PMS) e produtividade
(PDT). Areia - Paraíba, 2024.....
- Tabela 4 – Resultados médios referentes aos parâmetros: altura da planta (APL), altura 24
de inserção de primeira vagem (APV), número de vagens por planta (NVP),
peso de vagem (PVA) e peso de mil sementes (PMS). Areia - Paraíba,
2024.....

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1	ASPECTOS GERAIS E FENOLOGIA.....	13
2.2	IMPORTÂNCIA ECONÔMICA.....	14
2.3	FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO.....	15
2.4	INOCULAÇÃO DE SEMENTES, BRADYRHIZOBIUM E AZOSPIRILLUM.....	15
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1	LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	17
3.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	17
3.3	CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	18
3.4	CARACTERÍSTICAS AVALIADAS.....	20
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1	ALTURA DE PLANTA.....	21
4.2	ALTURA DE INSERÇÃO DA PRIMEIRA VAGEM.....	22
4.3	NÚMERO DE VAGENS POR PLANTA.....	22
4.4	PESO DE VAGENS POR PLANTA.....	23
4.5	PESO DE MIL SEMENTES.....	23
4.6	PRODUTIVIDADE.....	23
5	CONCLUSÕES.....	25
	REFERÊNCIAS.....	26

1 INTRODUÇÃO

É notório a expressividade da soja (*Glycine max* L) no agronegócio brasileiro. Representa uma das culturas mais importantes e amplamente cultivadas em todo o mundo, desempenhando um papel fundamental na agricultura global e na economia de diversos países. Além de ser fonte de proteína, óleo ou combustível, desempenha um papel crucial na alimentação e na indústria (CREDITARES,2023).

O consumo do grão vem aumentando ao longo dos anos. Além de popularmente ser utilizada para a alimentação animal e produção de óleo vegetal, ela também é empregada no consumo humano. Embora apenas 3% da produção brasileira seja direcionada para esse fim, a presença de produtos à base de soja nos supermercados tem aumentado, oferecendo conveniência aos consumidores. A soja possui compostos reconhecidos por agências reguladoras de saúde por sua capacidade de reduzir riscos de doenças (NASCIMENTO, 2010).

Nos últimos anos, houve um aumento significativo na produção agrícola brasileira. O setor foi responsável por 21% do PIB nos anos de 2020 e 2021, sendo a soja o principal produto produzido e o Brasil, o maior produtor do grão mundialmente (OLIVEIRA, 2023).

De acordo com o 6º levantamento, de março de 2024 realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a área de cultivo de soja no Brasil para a safra 23/24, foi de 45.177,9 mil ha, o que significa um aumento de 2,5% em comparação a safra anterior. Já em relação a produtividade e a produção do grão, o país registrou uma queda de -7,3% e 5%, respectivamente, fechando em 3.251 kg.ha⁻¹ e 146.858,5 mil t, o que ainda é um número bastante alto (CONAB, 2024).

No Nordeste, a produção do grão se concentra principalmente em três estados, são eles: Bahia, Maranhão e Piauí, que integram a fronteira agrícola MATOPIBA. De acordo com a estimativa da CONAB de 2023, somando os três estados, a região ultrapassou a marca de 15 milhões de toneladas, superando a produção nacional da Índia, que é a quinta maior produtora de soja no mundo (PIVA, 2023). Apesar das estatísticas, a região ainda carece de uma melhor infraestrutura que viabilize uma produção expressiva nesse cenário.

O estado da Paraíba não possui uma produção significativa quando comparada a outros estados do Brasil. Sua produção, em 2022, foi de apenas 56 toneladas, tendo uma área colhida de 37 hectares, exclusivamente no município de Sousa, com uma produtividade média de 1.514 kg.ha⁻¹ (IBGE, 2022).

A fixação biológica do nitrogênio (FBN) na soja brasileira é crucial para sua sustentabilidade. Este processo envolve uma parceria simbiótica entre bactérias

Bradyrhizobium e as plantas de soja, resultando na conversão do nitrogênio atmosférico em compostos nitrogenados que beneficiam a planta. Essa relação permite aos produtores dispensar fertilizantes nitrogenados, aumentando a competitividade da soja no mercado externo com menor impacto ambiental (PRANDO, 2022).

Além do *Bradyrhizobium*, outra alternativa para a cultura é a utilização das bactérias do gênero *Azospirillum*. Apesar de ser popularmente utilizado em gramíneas, na soja, ela pode ser capaz de auxiliar na fixação de N, além de ser uma bactéria promotora de crescimento de plantas (BPCP), atuando na produção de fitormônios e sacarídeos capazes de alterar a fisiologia da planta (CASSÁN; SALAMONE, 2008), proporcionando maior crescimento radicular, e consequentemente, um melhor desenvolvimento do hospedeiro (HUNGRIA et al., 2015).

A baixa produtividade registrada aqui na Paraíba, que corresponde a metade da média do país, revela a necessidade de estudos afim de desenvolver técnicas que melhorem a produção de soja no estado. O presente trabalho teve por objetivo, avaliar os componentes produtivos da cultura, submetidos a inoculação das sementes com diferentes doses de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* no município de Areia, Paraíba.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS GERAIS, MORFOLOGIA E FENOLOGIA

A soja tem sua origem na Ásia e seu cultivo evoluiu significativamente ao longo dos últimos cinco mil anos. Em sua forma original, conhecida como soja selvagem, era cultivada como uma planta rasteira próxima a rios e lagos (MOZZAQUATRO et al., 2017). Com o decorrer dos anos, a evolução da soja começou com o surgimento de novas variedades resultantes do cruzamento natural entre duas variedades selvagens da planta, as quais também foram domesticadas e aprimoradas pelos chineses (MORAES et al., 2021).

A cultura da soja, originalmente típica de países temperados, foi adaptada para climas tropicais e atualmente é uma das culturas mais estabelecidas no território brasileiro. O seu cultivo teve início nos estados da região Sul por volta dos anos 1970, expandindo-se para o cerrado a partir da década de 1980. Até 1990, as áreas de cultivo da soja já haviam progredido significativamente na parte central do país, principalmente associadas à expansão da agricultura no cerrado. Com o passar dos anos e o desenvolvimento do cultivo, o Brasil se tornou um dos principais exportadores mundiais de soja nos anos de 2003 e 2004, representando 8% das exportações globais (DOMINGUES et al., 2014).

A soja é uma planta herbácea que pertence à família das Leguminosas. Seu caule não é muito ramificado e possui revestimento de pelos, com altura média variando de 0,5 a 1,5 metros. As raízes são do tipo pivotante. Suas folhas podem ser classificadas em três tipos: cotiledonares, simples e trifolioladas, sendo alternadas e apresentando pecíolos grandes, com comprimento de 7 a 15 centímetros. As flores da soja são autóгамas, podendo variar em cor entre branca, roxa ou intermediária. Durante o desenvolvimento, a planta forma vagens levemente arqueadas, que mudam de cor de verde para marrom-claro conforme amadurecem. As vagens contêm de uma a cinco sementes lisas, elípticas ou globosas, de coloração amarelo pálido, com hilo variando entre preto, marrom ou amarelo-palha (SILVA, 2018).

As plantas de soja passam por duas fases distintas de desenvolvimento: a vegetativa, representada por "V", e a reprodutiva, representada por "R". A fase vegetativa é subdividida em estádios V1, V2, V3 e continua até Vn. Os dois primeiros estádios, VE (estádio de emergência) e VC (estádio de cotilédone), não são considerados na contagem. O estádio Vn representa o último nó formado, sendo que "n" pode variar de acordo com as condições ambientais em que a planta se encontra. No estádio vegetativo, após a emergência dos cotilédones, o hipocótilo inicialmente curvado se endireita, permitindo o crescimento da planta,

enquanto os cotilédones se abrem e expandem. No estágio VC, os cotilédones estão abertos e expandidos, e as bordas das folhas unifolioladas não se tocam. Entretanto, a planta continua dependente das reservas dos cotilédones para suas necessidades nutricionais (FARIAS et al., 2007).

No que diz respeito aos estádios reprodutivos, eles consistem em quatro fases distintas de desenvolvimento reprodutivo. A primeira fase é a do florescimento, que vai do estágio R1 ao R2. Em seguida, ocorre o desenvolvimento das vagens, que se desdobra nos estádios R3 e R4. Depois, vem o desenvolvimento dos grãos, com os estádios R5 e R6. Por fim, há a fase de maturação da planta, que é concluída pelos estádios R7 e R8 (BERNIS e VIANA, 2015).

2.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

Ao longo dos anos, a produção de soja ganhou significativo valor econômico no setor do agronegócio, expandindo-se continuamente. No Brasil, essa cultura tornou-se o principal grão para comercialização, impulsionada por diversos fatores. A consolidação da soja como uma importante fonte de proteína vegetal é fundamental, especialmente para suprir a crescente demanda dos setores relacionados aos produtos de origem animal. Além disso, a oferta de novas tecnologias tem contribuído não apenas para expandir, mas também para explorar a produção de soja em diversas regiões do país. Isso visa não apenas beneficiar os produtores, mas também impulsionar a economia e garantir a oferta do produto, tanto *in natura* quanto derivado, para atender às necessidades da população (SILVA, 2021; HIRAKURI e LAZZAROTTO, 2014).

A expansão da soja no Brasil teve início nos anos 1970, impulsionada pelo interesse na indústria de óleos vegetais. Em 1975, a produção da cultura dependia de cultivares e técnicas importadas, principalmente dos Estados Unidos. No entanto, o cultivo em larga escala era viável apenas nas regiões do Sul, onde as condições ambientais se assemelhavam às do país de origem das cultivares. Diante disso, surgiu a necessidade de desenvolver cultivares tropicais adequadas às regiões de solo brasileiro. Esse esforço resultou na criação de novas cultivares adaptadas a diversas localidades, garantindo estabilidade na produção. Vale destacar que o cultivo de soja impulsionou o mercado de sementes no país, permitindo uma exploração econômica mais ampla em áreas anteriormente cobertas por matas e cerrados (PONTES et al., 2009).

Segundo dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) (2024), apesar dos desafios enfrentados pelo setor, o Produto Interno Bruto (PIB) da soja em 2023 continua estimado em valores expressivos, alcançando aproximadamente R\$ 637 bilhões.

Esses números representam uma fatia significativa da economia do agronegócio, contribuindo com 24,3% do PIB desse setor e correspondendo a 5,9% do PIB total do Brasil.

2.3 FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) é um fenômeno natural mediado por uma variedade de microrganismos que possuem a habilidade de converter o nitrogênio atmosférico (N_2) em amônia, uma das formas de nitrogênio utilizadas pelas plantas. Esse processo é amplamente reconhecido como o segundo mais crucial na natureza, logo após a fotossíntese (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

As associações com vegetais despertam um interesse especial na agricultura, uma vez que o princípio da inoculação com estirpes previamente selecionadas baseia-se na exploração dessas relações. Os microrganismos diazotróficos são dotados do complexo enzimático nitrogenase, composto por duas subunidades distintas: a dinitrogenase redutase, uma proteína Fe-Mo₅ que desempenha o papel de reduzir a unidade catalítica, e a dinitrogenase, uma proteína Fe responsável pela quebra do N_2 e sua conversão em amônia (SEEFELDT et al., 2009).

As bactérias que desempenham o papel na FBN trazem benefícios consideráveis para todas as áreas cultivadas no Brasil, com destaque para a produção de soja. Isso resulta em uma economia anual estimada em cerca de US\$ 12 bilhões devido à redução na necessidade de uso de fertilizantes nitrogenados (SANTOS; NOGUEIRA; HUNGRIA, 2019; ZILLI et al., 2019; EMBRAPA, 2020).

O nitrogênio fornecido é menos suscetível à lixiviação e volatilização, pois a FBN ocorre *in situ*, ou seja, no próprio local onde as plantas estão cultivadas. Isso contribui significativamente para a prática da agricultura sustentável (DIXON; KHAN, 2004), pois reduz a dependência de fertilizantes nitrogenados sintéticos, que são mais propensos a serem perdidos para o ambiente por esses processos.

2.4 INOCULAÇÃO DE SEMENTES, BRADYRHIZOBIUM E AZOSPIRILLUM

A inoculação é um processo pelo qual microrganismos benéficos ao crescimento vegetal, previamente selecionados em estudos, são adicionados às sementes das plantas antes de sua semeadura. Esse procedimento visa estabelecer uma parceria simbiótica entre as plantas e esses microrganismos, possibilitando uma maior absorção de nitrogênio do ar e,

consequentemente, uma melhoria significativa na saúde e no desenvolvimento das plantas ao longo do ciclo de crescimento (EMBRAPA, 2020).

Esses produtos têm um custo relativamente baixo em comparação com os insumos químicos, sendo oferecidos em formato líquido ou turfoso. Na forma líquida, o inoculante pode ser aplicado tanto diretamente nas sementes quanto nos sulcos de semeadura, enquanto na forma turfosa, a aplicação se limita à semente (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2007).

As bactérias do gênero *Bradyrhizobium* são procariotas, *gram*-negativas e diazotróficas, requerendo a presença da enzima nitrogenase para realizar a fixação biológica (FERNANDES; RODRIGUES, 2012). Essas bactérias têm a capacidade de capturar o nitrogênio atmosférico e convertê-lo em compostos como nitratos e amônia, os quais podem ser utilizados pelas plantas. Esse processo oferece uma maneira de fornecer nitrogênio às culturas com custos menores e riscos ambientais reduzidos (MELO; ZILLI, 2009).

As bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP) desempenham uma variedade de processos biológicos que conferem benefícios significativos às plantas, incluindo a produção de hormônios de crescimento e a fixação biológica de nitrogênio. Entre essas bactérias, a *Azospirillum* se destaca como uma das mais estudadas. Um dos efeitos observados da *Azospirillum* é o aumento da produção de pelos radiculares e o crescimento radicular, o que beneficia as plantas ao facilitar uma melhor absorção de água e nutrientes do solo (CHIBEBA et al., 2015)

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi instalado em condições de campo no dia 20 de outubro de 2023, na área experimental de Chã de Jardim, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias – CCA da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, *Campus II*, localizada no município de Areia - PB. O município integra a microrregião geográfica Brejo paraibano, apresentando uma temperatura média anual de 24,0°C, com uma umidade relativa média em torno de 80% e precipitação média anual de 1400 mm (COSTA et al, 2010). As características climáticas no período do experimento estão descritas na Tabela 1, onde a precipitação total durante a realização do experimento foi de 435,4mm.

Tabela 1. Características climáticas do município de Areia-PB no período do experimento de outubro de 2023 a março de 2024.

Meses	Precipitação (mm)	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)
Outubro	4,9	23,2	80,7
Novembro	58,1	23,8	80,2
Dezembro	53,5	23,9	82,9
Janeiro	97,8	24,4	82,5
Fevereiro	154,7	24,6	85,7
Março	66,4	25,3	86,5

Fonte: Estação meteorológica do CCA/UFPB, Areia, 2024.

3.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC) com sete tratamentos (T1 - Testemunha, T2 - 80g/50kg de sementes de *Bradyrhizobium*, T3 - 120g/50kg de sementes de *Bradyrhizobium*, T4 - 160g/50kg de sementes de *Bradyrhizobium*, T5 – 100ml/ha⁻¹ de *Azospirillum*, T6 - 150ml/ha⁻¹ de *Azospirillum*, T7 - 200ml/ha⁻¹ de *Azospirillum*), e três repetições, totalizando 21 parcelas. Cada unidade experimental foi constituída de quatro linhas de 4 m, espaçadas de 0,50 m entre fileiras e aproximadamente 0,06 m entre plantas.

Após realização do experimento os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com auxílio do programa Sisvar.

3.3. CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

A cultivar utilizada foi a M8349 IPRO, e a semeadura foi realizada dia 20 de outubro de 2023, após o preparo do solo com aração, gradagem e adubação química após análise do mesmo, seguindo a recomendações para a cultura (Tabela 2).

Tabela 2. Resultados da análise de química e fertilidade do solo da área do experimento. CCA/UFPB, Areia – Paraíba, 2023.

pH H ₂ O	P K ⁺	Na ⁺	H ⁺ + Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SB	CTC	M.O.
(1:2, 5)	mg/dm ³	cmolc/dm ³							g/kg
5,9	0,99 36,11	0,03	5,28	0,20	2,74	0,96	3,83	9,11	36,32

Fonte: Laboratório de química e fertilidade – DSER/CCA, (2023).

Os inoculantes utilizados foram compostos por bactérias *Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium diazoefficiens*, no formato sólido, com as estirpes SEMIA 5079 e 5080 respectivamente, na concentração de 7×10^9 UFC/g e o inoculante composto por bactérias *Azospirillum brasiliense* e *Pseudomonas fluorescens*, no formato líquido, com as estirpes Ab-V6 e CCTB03 respectivamente, na concentração de $1,0 \times 10^{11}$ UFC/L. Ao serem levadas a campo, as sementes foram colocadas em bandejas, sendo despejada sobre elas a quantidade de inoculante de acordo com a recomendação do fabricante em cada tratamento, homogeneizando em seguida. Posteriormente, as sementes foram deixadas a sombra por alguns minutos para secar.

A abertura dos sulcos foi realizada de forma manual com auxílio de enxadas na profundidade aproximadamente de 5 cm, em seguida foi feita a adubação química com fósforo e potássio, sendo aplicados 80 kg.ha^{-1} de P_2O_5 e 50 kg.ha^{-1} de K_2O , cobrindo posteriormente os sulcos parcialmente com solo. Por fim, foram semeadas manualmente, aproximadamente 15 sementes por metro a uma profundidade de 3 cm cobrindo totalmente os sulcos e irrigando os mesmos utilizando regadores manuais de forma a garantir a germinação.

Buscando o controle das plantas daninhas foram realizadas 3 capinas, ao longo do ciclo (Figura 1). E aos 60 dias após a semeadura foi realizado a marcação de quatro plantas úteis em cada tratamento, onde foram utilizadas para a realização das análises biométricas (Figura 2) e produtividade.

Figura 1. Capina realizada no experimento, com o auxílio de enxada. Areia – PB, 2024.



Fonte: Arquivos pessoais do próprio autor.

Figura 2. Planta de soja marcada para futuras análises. Areia – PB, 2024.



Fonte: Arquivos pessoais do próprio autor.

A colheita foi realizada nos dias 11 e 12 de março de 2024, aos 144 DAS, quando 97% das vagens apresentavam coloração típica das vagens madura e feita manualmente (Figura 3). Após a colheita, as vagens foram levadas ao Laboratório de Grandes Culturas e Plantas Daninhas (LAGRAPLAN) onde foram debulhadas manualmente e as sementes beneficiadas com auxílio de peneiras, secas em condições naturais e acondicionadas em sacos de papel Kraft.

Figura 3. Sacos identificados contendo as plantas úteis colhidas para transporte ao LAGRAPLAN.



Fonte: Arquivos pessoais do próprio autor.

3.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

Para as avaliações foram utilizadas uma amostra média aleatória de quatro plantas por parcelas onde foram avaliados os seguintes componentes de produção:

- a) Altura de planta (APL): que foi feito com o auxílio de uma régua graduada e observado a distância entre o nível do solo e a extremidade da haste principal da planta;
- b) Altura da inserção da primeira vagem (APV): com auxílio de uma régua graduada foi observado a distância entre o nível do solo e o surgimento da primeira vagem;
- c) Número de vagens por planta (NVP): foram contadas as vagens das plantas marcadas, levando em conta apenas as vagens viáveis (que apresentaram sementes);
- d) Peso de vagens por planta (PVP): após a contagem, as vagens das plantas foram pesadas em balança de precisão.
- e) Peso de mil sementes (PMS): as sementes foram separadas em número de 1000 e pesadas em balança de precisão;
- f) Produtividade (PDT): as sementes foram pesadas sem vagem em balança de precisão, sendo o peso da área útil transformado para kg.ha^{-1} .

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância não foi observado diferença significativa em nenhuma das variáveis estudadas (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância dos dados referentes à: altura da planta (APL), altura de inserção de primeira vagem (APV), número de vagens por planta (NVP), peso de vagem (PVA), peso de mil sementes (PMS) e produtividade (PDT). Areia - Paraíba, 2024.

Fonte de variação	Quadrados Médios						
	G.L	AP	APV	NVP	PVA	PMS	PDT
Tratamentos	6	9.60	7.24	36.73	209.87	171.42	30621.42
Bloco	2	95.39	9.04	176.08	1191.04	1733.33	228414.58
Resíduo	12	3.98	2.54	38.89	240.65	600.00	39905.20
C.V. %	-	6.18	19.62	22.52	26.21	13.33	14.34

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

4.1 ALTURA DE PLANTA

É possível observar, de acordo com a Tabela 4, que não foi encontrado diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade em relação à altura de planta. Sendo a maior média encontrada no tratamento 3, com uma altura de 34,91cm, e a menor sendo a do tratamento 2, com apenas 30,25cm.

Tabela 4. Resultados médios referentes aos parâmetros: altura da planta (APL), altura de inserção de primeira vagem (APV), número de vagens por planta (NVP), peso de vagem (PVA) e peso de mil sementes (PMS). Areia - Paraíba, 2024.

Tratamentos	Variáveis					
	APL	APV	NVP	PVA	PMS	PDT
T1	30.54	6.16	31.41	66.66	180.00	1322.50
T2	30.25	6.16	28.83	60.33	193.33	1542.50
T3	34.91	10.04	21.91	44.66	180.00	1373.33
T4	32.54	8.75	24.58	55.00	193.33	1346.66
T5	33.16	7.46	31.58	70.66	180.00	1244.16
T6	33.83	9,42	28.00	59.33	186.66	1465.00
T7	30,91	8.91	27.50	57.66	173.33	1456.66

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

T1 - Testemunha, T2 - 80g/50kg de sementes de *Bradyrhizobium*, T3 - 120g/50kg de sementes de *Bradyrhizobium*, T4 - 160g/50kg de sementes de *Bradyrhizobium*, T5 – 100ml/ha⁻¹ de *Azospirillum*, T6 - 150ml/ha⁻¹ de *Azospirillum*, T7 - 200ml/ha⁻¹ de *Azospirillum*.

Embora esses valores sejam bem abaixo da média para a cultura, que é de 0,5m a 1,5m (SILVA, 2018), a maior média encontrada no tratamento 3, pode ser explicada pelo uso da dose recomendada pelo desenvolvedor do inoculante, *Bradyrhizobium*. O que possibilita uma boa colonização da bactéria nas raízes, e conseqüentemente uma maior fixação de nitrogênio nas plantas, o que leva a um melhor desenvolvimento vegetativo.

4.2 ALTURA DE INSERÇÃO DA PRIMEIRA VAGEM

Mesmo não havendo diferença significativa entre os tratamentos, foi constatado que a maior média encontrada para altura de inserção da primeira vagem, foi a do tratamento 3, com 10,04cm, e a menor média sendo a dos tratamentos 1 e 2, com média de 6,16cm (Tabela 4).

Essas médias, com exceção do T3, revelam um valor desfavorável, tendo em vista que a altura ideal para APV, de acordo com SEDIAYAMA (1999), seja de no mínimo 10cm para terrenos planos e de 15cm para terrenos com topografia mais acidentada. Esses valores são determinantes para que haja uma menor perda na hora da colheita pela barra de corte da colhedora, tornando a operação muito mais eficiente.

Os resultados encontrados podem ser explicados devido ao fotoperíodo encontrado no município de Areia - PB, que fica na faixa de 12h de luz diária ao longo de todo o ano, o que influencia diretamente no florescimento da soja, quando é inferior ao fotoperíodo crítico da cultivar. BARBOSA (2019), explicou que quanto menor for o fotoperíodo da região, menor será o desenvolvimento vegetativo e mais precoce será o surgimento de flores. Além desses fatores, a precipitação se mostrou um fator determinante para o baixo desenvolvimento das plantas, que durante o experimento, além da má distribuição, foi constatado apenas 435,4mm de chuva.

4.3 NÚMERO DE VAGENS POR PLANTA

O número de vagens por planta não sofreu diferença significativa entre os tratamentos, sendo a maior média encontrada onde foi utilizado 100ml/ha⁻¹ de *Azospirillum* (T5), com 31,58 vagens, e a menor média encontrada no tratamento em que foi utilizado 120g/50kg/sementes de *Bradyrhizobium* (T3), com apenas 21,91 vagens (Tabela 4).

Os resultados obtidos são semelhantes aos encontrados por NASCIMENTO (2022), em um trabalho executado no mesmo município, em uma época diferente, para a mesma cultivar,

o que mostra que o material genético escolhido pode não ser adequado as características edafoclimáticas locais.

Outro fator a destacar foi a temperatura média durante o ciclo do experimento, que foi de 24,2°C, um valor abaixo do encontrado em regiões onde a cultivar é popularmente utilizada, no Centro-Oeste e no MATOPIBA, que encontram médias próximas de 30°C.

4.4 PESO DE VAGENS POR PLANTA

Em relação ao peso de vagem, não foram encontradas diferenças significativas entre as médias. O tratamento 5 (100ml/ha⁻¹ de *Azospirillum*) registrou o maior valor pesando 70,66g, enquanto o menor valor encontrado foi de 44,66g no tratamento 3 (120g/50kg/sementes de *Bradyrhizobium*) (Tabela 4).

Ao avaliar as características das vagens na cultura da soja, CARRÃO-PANIZZI, et al. (2018) obteve resultados de 56,1g a 92,4g para o PVA, valores próximos aos encontrados nesse trabalho. Além disso, as médias apresentaram coerência quando relacionados ao número de vagens por planta, onde respectivamente, a maior e menor média correspondem aos mesmos tratamentos.

4.5 PESO DE MIL SEMENTES

O peso de mil sementes apresentou valores bem próximos entre os tratamentos, com as maiores médias nos tratamentos 2 e 4 (193,33g) e, em contrapartida, o tratamento 7 obteve a menor média de 173,33g. Apesar da diferença de 20g, não foi obtido diferença significativa pela análise estatística. Isso pode revelar a uniformidade dos grãos para a cultivar escolhida.

Esses valores, são superiores aos encontrados por PEREIRA JÚNIOR, et. al. (2010), que obteve médias com intervalo de 146g a 155g para o PMS, também sem diferença significativa, e que segundo os autores, estão dentro dos padrões da cultura da soja.

4.6 PRODUTIVIDADE

Não foi encontrada diferença significativa para a produtividade, sendo o tratamento em que foi utilizado 80g/50kg de sementes de *Bradyrhizobium* (T2) o que obteve uma maior média, de 1542,5 kg.ha⁻¹, e o tratamento utilizando 100ml/ha⁻¹ de *Azospirillum* (T5) com a menor média, de 1244,16 kg.ha⁻¹.

Os valores encontrados se revelam bastante inferiores quando comparadas a média nacional, e onde a cultivar mais se destaca, na região do MATOPIBA. Isso mostra que as condições ambientais influenciam diretamente na capacidade produtiva desse genótipo, destacando principalmente a latitude e o fotoperíodo de Areia PB, em relação aos locais onde a M8349IPRO é amplamente cultivada.

Comparando com a média encontrada no estado da Paraíba pelo IBGE (2022), o resultado no tratamento 2 ficou próximo ao valor obtido no município de Sousa, que obteve uma produção média de 1514 kg.ha⁻¹. Além disso, quando a produtividade da mesma cultivar é comparada com os resultados do trabalho de NASCIMENTO (2022), realizado também no município de Areia - PB, nota-se que a maior média foi de apenas 1017 kg.ha⁻¹, um valor inferior ao obtido em todos os tratamentos realizados nesse trabalho. Isso pode ser explicado pela época de plantio realizada por ele, que embora feito no período chuvoso, o fotoperíodo no primeiro semestre é inferior, impactando diretamente na emissão precoce de ramos reprodutivos, fazendo com que as plantas não se desenvolvam tão bem quanto em condições de fotoperíodo mais recomendadas.

É importante destacar que a área experimental onde o trabalho foi realizado, não possui histórico de utilização de microorganismos, o que pode ter afetado a adaptação e multiplicação das cepas utilizadas. Além disso, áreas como o cerrado onde a soja é amplamente cultivada, há uma reaplicação dos inoculantes a cada safra, e somado a esse fator, tem-se também o uso de outros microorganismos, como as micorrizas. Essa associação permite a formação de uma biota desejável no solo, algo ausente nessa área.

5 CONCLUSÕES

As diferentes doses dos inoculantes utilizados provavelmente não foram determinantes para o desenvolvimento das plantas, tendo os fatores ambientais como influência, e indicam a necessidade de aperfeiçoamento de novas técnicas de cultivo e materiais genéticos mais adequados as condições edafoclimáticas da região.

É necessário o desenvolvimento de cultivares voltadas ao melhor aproveitamento do fotoperíodo, que se mostrou um fator primordial para o desenvolvimento da cultura, assim como a precipitação.

Há necessidade de ser realizado um novo trabalho com os mesmos tratamentos, visto que foi o primeiro ano de cultivo da cultura no local e os resultados obtidos não foram satisfatórios.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, A. M. **Ecofisiologia do florescimento da soja**. Unoeste, 2019. Disponível em: <https://alexandriusmb.blogspot.com/2019/10/ecofisiologia-do-florescimento-da-soja.html>. Acesso em: 26 abr. 2024.
- BERNIS, D. J., & VIANA, O. H. Influência da aplicação de nitrogênio via foliar em diferentes estágios fenológicos da soja. **Revista Cultivando o Saber**, p.83-92, 2015.
- CARRÃO-PANIZZI, M.C.; OLIVEIRA, M.A.; SANTOS, H.P.; MANDARINO, J.M.G.; OLIVEIRA, M.C.N. **Características de vagens e grão de cultivares de soja para utilização como edamame**. BOLETIM DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO, 2018, Londrina - Pr. Embrapa Soja, v. 20, p. 16.
- CASSÁN, F. D.; SALAMONE, I. G.. **Azospirillum sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina**. Buenos Aires: Asociación Argentina de Microbiología, 2008. 268 p.
- CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Dados do 3º tri apontam crescimento de 21% no pib da soja e do biodiesel em 2023**. Piracicaba, 2024. Disponível em: <https://cepea.esalq.usp.br/br/pib-da-cadeia-de-soja-e-biodiesel-1.aspx>. Acesso em: 3 abr. 2024.
- CHIBEBA, A. M.; GUIMARÃES, M. F.; BRITO, O. R.; ARAÚJO, R. S.; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. Inoculação de soja com Bradyrhizobium e Azospirillum promove nodulação precoce. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 7., 2015, Curitiba - Pr. Congresso mercosoja 2015. Curitiba - Pr: **Embrapa Soja**, v. 7, p. 1 – 4, 2015.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 11, safra 2023/24, n. 6 sexto levantamento, março 2024.
- CREDITARES. **Os cinco maiores produtores de soja do mundo**. Creditares, 2023. Disponível em: <<https://creditares.com.br/cinco-maiores-produtores-soja-mundo>> Acesso em: 18 mar. 2024.
- DIXON, R.; KAHN, D. **Genetic regulation of biological nitrogen fixation**. Nature Reviews Microbiology, London, v. 2, n. 8, p. 621-631, 2004.
- DOMINGUES, M. S. D., BERMANN, C., & SIDNEIDE MANFREDINI, S. **A produção de soja no Brasil e sua relação com o desmatamento na Amazônia**. Revista Presença Geográfica, v.1, n.1, 2014.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Soluções tecnológicas: Fixação Biológica de Nitrogênio em Soja**. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/3780/fixacao-biologica-de-nitrogenio-em-soja>. Acesso em: 03 abr. 2024.
- FARIAS, J. R. B., NEPOMUCENO, A. L., & NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2007.

FERNANDES, Joana Rita Carvalho; RODRIGUES, Paulo. Importância da inoculação com bactérias rhizobium e bradyrhizobium na produção de leguminosas e o uso do azoto. 2012.

HIRAKURI, M. H., & LAZZAROTTO, J. J. (2014). O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. Embrapa Soja-Documents (INFOTECA-E), 2014.

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. 80 p. (Documentos, 283). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/468512>; 2007. Acesso em: 03 abr. 2024.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. **Soybean Seed Co-Inoculation with Bradyrhizobium spp. and Azospirillum brasilense: A New Biotechnological Tool to Improve Yield and Sustainability.** American Journal of Plant Sciences, local, v. 6, n. 6, p.811-817, 2015.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agropecuária – Soja, Paraíba**, 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/soja/pb>> Acesso em: 19, mar 2024.

MELO, S. R. de; ZILLI, J. É. Fixação biológica de nitrogênio em cultivares de feijão caupi recomendadas para o Estado de Roraima. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v. 44, n. 9, p.1177-1183, set. 2009.

MORAES, G. N., LEMANSKI, M. C., JULIEN, M. Y. C., CRUVINEL, M. E. M., & DE REZENDE, S. P. (2021, August). **Soja: a cultura que move o brasil.** In Anais Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar (ISSN-2527-2500) & Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar, 2021.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo.** 2. ed. atual. ampl. Lavras: Ed. da UFLA, 2006. 729 p.

MOZZAQUATRO, E. M. S. S., ALMIRAO, D. D. O., RIGHI, A. P., & LOPES, J. C. D. S. . **Viabilidade econômica da cultura da soja em uma propriedade rural.** REVISTA CONGREGA-MOSTRA DE TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO-ISSN 2595-3605, v.1, p. 806-824, 2017.

NASCIMENTO, Júlio César Soares do. **Componentes de produção de cultivares de soja submetidos á inoculação, no brejo paraibano.** 2022.

NASCIMENTO, Lebna Landgraf. **Soja: alimentação e saúde e novos usos.** Embrapa Soja, 2010. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18123381/soja-alimentacao-e-saude-e-novos-usos>> Acesso em: 18, mar 2024.

OLIVEIRA, J.V.D. **Contabilidade e gestão de custos na agroindústria e produção de soja no brasil: uma revisão da literatura.** Orientador: Prof. Dr. Sérgio Lemos Duarte. 2023. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Ciências Contábeis, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023. Disponível em: < <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/36885>>. Acesso em: 18, mar 2024.

PEREIRA JÚNIOR, Péricles et al. Efeito de doses de silício sobre a produtividade e características agronômicas da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência e agrotecnologia**, v. 34, p. 908-913, 2010.

PIVA, A. Safra de soja do Nordeste quebra recorde de produtividade. Revista Oeste, 2023. Disponível em: <<https://revistaoeste.com/agronegocio/safra-de-soja-do-nordeste-quebra-recorde-de-produtividade/>> Acesso em: 19, mar 2024.

PONTES, H. L. J., DO CARMO, B. B. T., & PORTO, A. J. V. (2009). **Problemas logísticos na exportação brasileira da soja em grão**. *Sistemas & Gestão*, v.4, n.2, p. 155-181, 2009.

PRANDO, A.M. et al. Coinoculação da soja com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na safra 2020/2021 no Paraná. **Embrapa Soja, Londrina**, 2022. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1144304/1/CIRCULAR-TECNICA-181-online.pdf>> Acesso em: 18, mar 2024.

SANTOS, M. S.; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. Microbial inoculants: reviewing the past, discussing the present and previewing an outstanding future for the use of beneficial bacteria in agriculture. *AMB Express*, v. 9, n. 205, Dez. 2019.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. S. Melhoria da soja. In: BORÉM, A. (ed). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999. p.478-533.

SEEFELDT, L. C.; HOFFMAN, B. M.; DEAN, D. R. Mechanism of Mo-dependent nitrogenase. **Annual Review of Biochemistry**, v. 78, p. 701-722, July 2009.

SILVA, C. D. da. **Cultura da soja (*Glycine max*): uma abordagem sobre a viabilidade do cultivo no município de Ribeira do Pombal (BA)**. 2021. 84 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Agrônoma, Uniages, Paripiranga, 2021. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/18655>. Acesso em: 03 abr. 2024.

SILVA, R. A. . Impacto das mudanças climáticas sobre a produtividade e pegada hídrica da soja cultivada na região do Matopiba (2018). Tese (Doutorado em Meteorologia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2018.

ZILLI, J. E. et al. The importance of denitrification performed by nitrogen-fixing bacteria used as inoculants in South America. *Plant and Soil*, The Hague, v. 451, n. 1-2, Mar. 2019.