



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

ROSANY DUARTE SALES

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DA SOJA SUBMETIDAS À INOCULAÇÃO
E ADUBAÇÃO COM TORTA DE NIM**

AREIA
2024

ROSANY DUARTE SALES

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DA SOJA SUBMETIDAS À INOCULAÇÃO
E ADUBAÇÃO COM TORTA DE NIM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a coordenação do Curso de Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Leossávio César de Souza

AREIA

2024

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S163c Sales, Rosany Duarte.

Características agronômicas da soja submetidas à
inoculação e adubação com torta de nim / Rosany Duarte
Sales. - Areia:UFPB/CCA, 2024.
37 f. : il.

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

1. Agronomia. 2. Fixação biológica de nitrogênio. 3.
Fertilizantes orgânicos. 4. Glycine max L. I. Souza,
Leossávio César de. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(02)



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

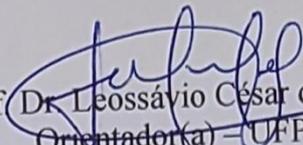
DEFESA DO TRABALHO DE GRADUAÇÃO

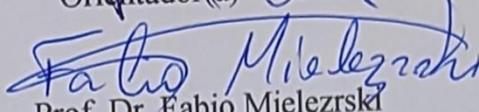
Aprovada em: 08/05/2024

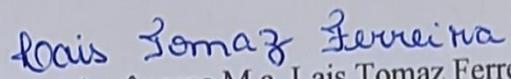
Título: "Características agronômicas da soja submetidas à inoculação e adubação com torta de nim"

Autor: Rosany Duarte Sales

Banca Examinadora:


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


Prof. Dr. Fábio Mielezrski
Examinador(a) – UFPB


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

Dedico ao meu bom Deus e à nossa Senhora da Boa Viagem, pela força divina que me foi concedida. E também aos meus familiares e amigos, que sempre me apoiaram durante este percurso, dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu bom Deus e à nossa Senhora da Boa Viagem por sempre me concederem força divina, por me protegerem de todo mal e por me guiarem para o caminho do bem ao longo de todos os anos da minha vida até o presente momento.

A meu pai Severino Luís de Sales, e em especial a minha mãe Roseana Duarte dos Santos, por sempre me apoiar e não medir esforços para me ajudar sempre que eu precisei, buscando me incentivar a ter uma vida melhor, e que mesmo diante de todas as dificuldades sempre esteve presente em minha vida.

A minha Tia Gracilene Duarte dos Santos, que foi a responsável pela minha criação e que considero como minha segunda mãe, pois através da sua ótima educação, hoje eu sou uma pessoa focada em conquistar coisas melhores para a minha vida e meus familiares.

A minha prima Maria Clara Duarte Cavalcante de Barros (In memoriam) que considero como uma irmã por termos sido criadas juntas, sempre irei lembrá-la e sempre estará no meu coração.

A minha vó Celina Maria que sempre me dá todo carinho do mundo, e meu vô Manuel Luís (In memoriam) que foi e continua sendo muito importante para mim, por todo carinho dado, e que permanecerá pra sempre no meu coração.

A todos da família Duarte e família Sales que de uma forma ou de outra contribuíram para o meu desenvolvimento pessoal e social.

Aos meus amigos (a) que fizeram parte da minha jornada pessoal e acadêmica e que de uma forma significativa contribuíram para a conclusão da minha graduação através de força, carinho, conselhos e companheirismo (Livia Silva, Matheus Trajano, Adjayne Fernandes, Adailton Nascimento, Ramom, Kalinny, Dayenne).

A técnica do Lagraplan Laís Alves, pela grande amizade que construímos durante a vivência no laboratório, pela ajuda na montagem do experimento e nas análises. Aos funcionários da Fazenda Experimental Chã de Jardim e da horta, em especial a Joseildo (galego).

A instituição Universidade Federal da Paraíba e a todos professores por todos conhecimentos repassados, em especial para o meu orientador Professor Leossávio César de Souza, por toda a disponibilidade, amizade e dedicação na orientação do experimento.

"Quem semeia pensamentos, colhe um hábito, quem semeia hábitos, colhe um caráter, quem semeia um caráter, colhe um destino."

Marion Lawense

RESUMO

No Brasil, a soja se destaca no agronegócio devido ao uso de tecnologias, como a inoculação com bactérias para fixação de nitrogênio. A coinoculação é uma técnica que traz melhorias na qualidade das sementes e aumenta a produtividade. Além disso, a adição de torta de nim como adubo complementar é explorada por suas propriedades fertilizantes. O objetivo deste estudo foi avaliar os impactos da inoculação e coinoculação com bactérias benéficas, associadas ou não à adição de torta de nim, sobre as características agronômicas da cultura da soja no município de Areia-PB. Foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso com seis tratamentos e quatro repetições, totalizando 24 parcelas. Os tratamentos foram os seguintes: (T1 – *Bradyrhizobium*; T2 – *Azospirillum*; T3 – *Bradyrhizobium* + *Azospirillum*; T4 – *Bradyrhizobium* + torta de nim; T5 – *Azospirillum* + torta de nim e T6 – *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* + torta de nim). Foram utilizados dois inoculantes, o primeiro, composto pela bactéria *Bradyrhizobium japonicum* estirpes 5079 e 5080 no formato turfoso, na dosagem de 120g/50kg de sementes. Por ser área de primeiro cultivo, a dose aplicada foi o dobro da recomendada. Já o segundo inoculante usado, composto pelas bactérias *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas fluorescens*, foi aplicado sob forma líquida na dosagem de 150 mL.ha⁻¹. A torta de nim foi aplicada em duas etapas (VC e V4), utilizando um pulverizador costal de 20 litros. A colheita foi realizada manualmente quando 97% das vagens apresentavam coloração típica de maturação fisiológica (estádio R8), ou seja, quando as vagens atingiram uma cor marrom. Foram avaliadas diversas variáveis, incluindo altura da planta, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, peso de vagens por planta, peso de mil grãos e produtividade. Os resultados mostraram que a associação de *Bradyrhizobium* com a torta de nim promoveu a maior produtividade, enquanto que a junção de *Azospirillum* e torta de nim resultou na menor produtividade. A utilização da torta de nim influenciou positivamente a produtividade da soja inoculada com *Bradyrhizobium* comparada aos outros tratamentos. A deficiência hídrica durante o ciclo da cultura, provavelmente impactaram negativamente nas características agronômicas da cultura, contribuindo para baixa produtividade média. A escolha adequada de inoculantes e adubações complementares para a otimização da produtividade da cultura da soja é de extrema importância, principalmente quando se enfrenta condições adversas.

Palavras-Chave: fixação biológica de nitrogênio; fertilizantes orgânicos; *Glycine max* L.

ABSTRACT

In Brazil, soy stands out in agribusiness due to the use of technologies, such as inoculation with bacteria for nitrogen fixation. Coinoculation is a technique that improves seed quality and increases productivity. Furthermore, the addition of neem cake as a supplementary fertilizer is explored for its fertilizing properties. The objective of this study was to evaluate the impacts of inoculation and coinoculation with beneficial bacteria, associated or not with the addition of neem cake, on the agronomic characteristics of soybean crops in the municipality of Areia-PB. A randomized block design was used with six treatments and four replications, totaling 24 plots. The treatments were as follows: (T1 – Bradyrhizobium; T2 – Azospirillum; T3 – Bradyrhizobium + Azospirillum; T4 – Bradyrhizobium + neem pie; T5 – Azospirillum + neem pie and T6 – Bradyrhizobium + Azospirillum + neem pie). Two inoculants were used, the first, composed of the bacteria Bradyrhizobium japonicum strains 5079 and 5080 in peat format, at a dosage of 120g/50kg of seeds. As it is an area of first cultivation, the dose applied was twice that recommended. The second inoculant used, composed of the bacteria Azospirillum brasilense and Pseudomonas fluorescens, was applied in liquid form at a dosage of 150 mL.ha⁻¹. The neem cake was applied in two stages (V_C and V₄), using a 20-liter knapsack sprayer. Harvesting was carried out manually when 97% of the pods presented a color typical of physiological maturity (stage R8), that is, when the pods reached a brown color. Several variables were evaluated, including plant height, insertion height of the first pod, number of pods per plant, weight of pods per plant, weight of a thousand grains and productivity. The results showed that the association of Bradyrhizobium with neem cake promoted the highest productivity, while the combination of Azospirillum and neem cake resulted in the lowest productivity. The use of neem cake positively influenced the productivity of soybeans inoculated with Bradyrhizobium compared to other treatments. Water deficiency during the crop cycle probably had a negative impact on the agronomic characteristics of the crop, contributing to low average productivity. The appropriate choice of inoculants and complementary fertilizers to optimize soybean crop productivity is extremely important, especially when facing adverse conditions.

Keywords: biological nitrogen fixation; organic fertilizers; *Glycine max* L.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Resultados médios referentes ao parâmetro produtividade (PDT). Areia, Paraíba, 2024.....	27
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características climáticas do município de Areia-PB no período do experimento, em outubro de 2023 à março de 2024.	18
Tabela 2 - Resultados da análise de química e fertilidade do solo da área do experimento. CCA/UFPB, Areia – Paraíba, 2023.	19
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 grãos (PMG) e produtividade (PDT). Areia - Paraíba, 2024.	22
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), peso de mil grãos (PMG). Areia - Paraíba, 2024.	23

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 ORIGEM E ASPECTOS GERAIS	13
2.2 FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO (FBN).....	14
2.3 INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO	15
2.4 TORTA DE NIM.....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO	18
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA	18
3.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	19
3.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS.....	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1 ALTURA DE PLANTA.....	22
4.2 ALTURA DE INSERÇÃO DE PRIMEIRA VAGEM.....	23
4.3 NÚMERO DE VAGENS POR PLANTA.....	24
4.4 PESO DE VAGEM.....	25
4.5 PESO DE MIL GRÃOS	25
4.6 PRODUTIVIDADE	26
5. CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS	31

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma cultura bastante explorada economicamente no mundo inteiro, devido principalmente à diversidade de utilização do grão no setor agroindustrial, além disso, o mercado internacional relacionado à essa cultura vem crescendo constantemente.

A soja é considerada mundialmente como a oleaginosa mais importante em termos de produção e consumo em todo o mundo. Com teores de óleo e proteína nos grãos que podem superar 20% e 40%, respectivamente, é uma cultura de grande relevância econômica. (ROESSING *et al.*, 2005; SEDYAMA, 2009).

O mercado da soja é predominantemente direcionado para múltiplos setores alimentícios, englobando desde a comercialização in natura até produtos como farelo, óleos e seus derivados, além de sua contribuição para os biocombustíveis, inserindo-se assim no setor industrial de biodiesel (SILVA, 2021).

Segundo a Conab (2024b), a produção de grãos de soja para a safra 2023/24 será reduzida em cerca de 4,9 milhões de toneladas, essa diminuição na produção ocorre devido a uma projeção menor de produtividade, causada por condições climáticas desfavoráveis nos principais estados produtores do Brasil.

No Brasil, a soja é a principal *commodity* do agronegócio brasileiro, representando 51% do total de grãos produzidos no país (MEERT *et al.*, 2020). Uma das causas mais relevantes para tal cenário é o desenvolvimento de tecnologias inovadoras, que vem impulsionando o aumento dessa produção significativamente. Dentre estas, pode-se citar a fixação biológica de nitrogênio (FBN), que é um processo natural que ocorre através da simbiose entre microrganismos provenientes do solo e as plantas (ALCÂNTARA *et al.*, 2017).

Estudos conduzidos em diferentes áreas de cultivo de soja revelam que a FBN contribui com mais de 80% do nitrogênio acumulado pela planta, esses resultados evidenciam que o êxito da soja no Brasil está amplamente relacionado à sua eficaz utilização (ZILLI *et al.*, 2005). O emprego dessas técnicas permitiu aos agricultores de soja do Brasil economizarem cerca de US\$15,2 bilhões em fertilizantes químicos durante a safra 2019/2020, além disso, evitou a emissão na atmosfera de 183 milhões de toneladas de gases de efeito estufa (TELLES; NOGUEIRA; HUNGRIA, 2023).

A soja requer uma quantidade significativa de nitrogênio para suas funções essenciais de crescimento, incluindo a síntese de aminoácidos, proteínas e lipídeos. Estima-se que cerca de 80kg de nitrogênio são necessários para produzir uma tonelada de grãos de soja (SINCLAIR; DE WIT, 1975; HUNGRIA *et al.*, 2001).

Além da inoculação individual, é possível realizar a coinoculação, que envolve o uso de diversas combinações de microrganismos (BÁRBARO *et al.*, 2009). A utilização de *Azospirillum* e *Bradyrhizobium* pode promover a produção de sementes com alta qualidade fisiológica, uma vez que os efeitos benéficos de ambos os gêneros de bactérias são unidos e, em algumas situações, podem ser até mesmo potencializados (BAZZO; MONTEIRO; MARINHO, 2021).

De acordo com Araújo *et al.* (2012), a interação sinérgica entre essas bactérias e a produção endógena da planta pode incrementar a presença de compostos que promovem o crescimento, facilitando assim o desenvolvimento e a produtividade das plantas.

A utilização da torta de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) tem se difundido tanto na agricultura convencional quanto na orgânica, principalmente devido às suas propriedades fertilizantes e à capacidade protetora contra algumas pragas nas plantações, decorrente do seu princípio ativo (Azadiractina).

A produção de soja no Nordeste do Brasil enfrenta desafios constantes na busca por soluções eficazes para otimizar o sistema de cultivo. Portanto, é crucial investir em pesquisas direcionadas aos aspectos de manejo produtivo da cultura, visto que, alguns estados da região registram baixas produtividades, com exceção da Bahia, Maranhão e Piauí. Por essa razão, estudos direcionados a essa temática têm o potencial de apresentar uma opção economicamente viável para os agricultores, ao mesmo tempo em que contribui para o desenvolvimento econômico da região.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os impactos da inoculação e coinoculação com bactérias benéficas, associadas ou não à adição de torta de nim como adubo complementar, sobre as características agrônômicas da cultura da soja no município de Areia-PB.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ORIGEM E ASPECTOS GERAIS

A soja cultivada atualmente (*Glycine max* [L.] Merrill) tem sua origem no Leste da Ásia, mais precisamente do Nordeste da China, região conhecida também como Manchúria (HYMOWITZ, 1970).

Na América do Norte, foi citada pela primeira vez nos EUA em 1804 (Pensilvânia) como promissora produtora de grãos. Após as primeiras experiências efetuadas em diversos estados, seu potencial foi reconhecido e seu cultivo recomendado a partir de 1880 (CÂMARA, 2015). Apesar de ter se tornado uma cultura de alguma importância no país a partir de 1880, sua primeira utilização foi sob a forma de forragem, até o ano de 1930 (CASTRO, 1981).

O primeiro relato sobre o surgimento da soja no Brasil através de seu cultivo foi no Estado da Bahia no ano de 1882. Logo após, foi levada por imigrantes japoneses para o estado de São Paulo, e apenas, no ano de 1914, a soja foi introduzida no Rio Grande do Sul, sendo este estado, o local onde as variedades transportadas dos Estados Unidos, melhor se adaptaram às condições edafoclimáticas, em especial, relacionada ao fotoperíodo (BLACK, 2000; BONETTI, 1981).

A soja é classificada como uma planta herbácea incluída na classe Magnoliopsida, ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, gênero *Glycine* (NUNES, 2020).

É uma planta caracterizada por ter um caule herbáceo, pouco ramificado, ereto e coberto de pelos, apresentando uma altura média de 0,5 a 1,5 metros. Suas raízes são do tipo pivotante. Apresenta três diferentes tipos de folhas: cotiledonares, simples e trifolioladas. As folhas são alternadas, possuindo pecíolos grandes com comprimento variando de 7 a 15 cm (SILVA, 2021).

As plantas de soja têm duas fases distintas de desenvolvimento: a fase vegetativa, indicada pela letra V, e a fase reprodutiva, indicada pela letra F. Durante a fase vegetativa, são identificados estágios como V1, V2 e V3, que se estendem até o estágio Vn. Os primeiros dois estágios não são considerados, pois são caracterizados como estágio de emergência e estágio de cotilédone (VE e VC). O estágio Vn marca a formação do último nó, cujo valor de "n" pode variar de acordo com as condições ambientais (FARIAS *et al.*, 2007).

A cultura da soja é perfeitamente adaptada às condições brasileiras, dispondo de elevada tecnologia nacional, alcançando produtividades agrícolas em torno de 3.000 a 6.000 kg de soja por hectare, ou seja, de 50 a 100 sacas de 60 kg por hectare (LAPERA; LIMA; VILARINHO, 2018).

A soja é uma leguminosa de ciclo anual (90-150 dias), autógama e exibe variações em suas características morfológicas, as quais são influenciadas pelo ambiente, incluindo a altura da planta e a quantidade de vagens (PEREIRA, 2017).

A produção de soja está entre as atividades econômicas que, nos últimos anos, apresentaram uma evolução significativa. Isso pode ser atribuído a diversos fatores, dentre eles: consolidação da oleaginosa como importante fonte de proteína vegetal, especialmente para atender demandas crescentes dos setores ligados à produção de produtos de origem animal e; geração e oferta de tecnologias que viabilizaram a expansão da exploração sojícola para diversas regiões do mundo (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014).

O Brasil atingiu um total de área plantada de 45.177,9 mil hectares no ciclo 2023/24, representando um incremento de 2,5% em relação à safra anterior, enquanto que a produção total chegou a 146.858,5 mil toneladas, sendo 5% menor quando comparadas com a safra antecedente (CONAB, 2024a).

Entre os estados brasileiros, o Mato Grosso é considerado o maior produtor nacional de grãos, contribuindo com 28,2% do total produzido no país. Em seguida, vem o Paraná (13,7%), Rio Grande do Sul (13,3%), Goiás (10,2%), Mato Grosso do Sul (8,4%) e Minas Gerais (5,7%). Juntos, esses seis estados representam 79,5% da produção brasileira de grãos (IBGE, 2024).

Segundo dados da Conab (2024a), a colheita nas regiões Norte e Nordeste atingiu 93% da área plantada, com uma produtividade média de aproximadamente 3.400 kg.ha⁻¹, o que surpreendeu positivamente os produtores. Em contraste, outras regiões enfrentaram desafios significativos devido aos efeitos adversos do clima durante o ciclo 2023/24.

2.2 FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO (FBN)

A soja é uma cultura que tem altas demandas de nitrogênio (N) em razão do baixo teor em seus grãos, que gira em torno de e 6,5% (CRISPINO *et al.*, 2001). A

soja pode obter o N de quatro fontes: o solo, principalmente pela decomposição da matéria orgânica; a fixação não-biológica; os fertilizantes nitrogenados; e o processo de fixação biológica do nitrogênio atmosférico (N₂) (HUNGRIA *et al.*, 2007).

A fixação biológica do nitrogênio representa um dos pilares de sustentabilidade do sistema de produção de soja no Brasil e resulta em um grande benefício para o produtor e para o meio ambiente, por dispensar o uso de fertilizantes nitrogenados na cultura, aumentando a competitividade do produto no mercado externo (NOGUEIRA, *et al.*, 2018).

As bactérias especializadas do gênero *Bradyrhizobium* têm a capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico (N₂), convertendo-o em sua forma amoniacal nos nódulos presentes no sistema radicular da planta. Esse nitrogênio é então transportado e transformado em aminoácidos e proteínas, posteriormente. Devido à natureza exótica da soja, as estirpes eficazes de *Bradyrhizobium* que realizam a fixação em simbiose com a cultura não ocorrem naturalmente nos solos brasileiros. Portanto, é necessário fornecê-las por meio de inoculantes, que são aplicados em conjunto com as sementes durante o processo de inoculação (NOGUEIRA; HUNGRIA, 2014).

No Brasil, devido ao processo de Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), a inoculação substitui completamente a necessidade de adubação nitrogenada nas plantações de soja. O inoculante contém bactérias selecionadas do gênero *Bradyrhizobium*, que, ao se associarem às raízes da soja, têm a capacidade de converter o N₂ da atmosfera em compostos nitrogenados. Isso pode ocorrer em quantidades de até 300 kg de N.ha⁻¹, os quais serão absorvidos pela planta (MENDES; REIS JUNIOR; CUNHA, 2010).

2.3 INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO

A inoculação é o processo no qual microrganismos benéficos ao crescimento vegetal e previamente selecionados em estudos são adicionados às sementes de plantas antes de sua semeadura (EMBRAPA, 2020).

Além das bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, existem outros tipos de microrganismos que podem proporcionar vantagens para as culturas agrícolas. Um dos grupos promissores é composto pelas bactérias promotoras do crescimento de

plantas (BPCP). Estas bactérias têm a capacidade de afetar positivamente o crescimento das plantas, induzindo mudanças em suas características fisiológicas por meio da produção de fitormônios e sacarídeos, ao mesmo tempo em que também podem fixar nitrogênio. As bactérias mais conhecidas deste grupo são aquelas que pertencem ao gênero *Azospirillum* (MEERT *et al.*, 2020; CASSÁN; SALAMONE, 2008).

As BPCP podem influenciar o crescimento das plantas através de mecanismos diretos e indiretos. O primeiro envolve facilitar a absorção de nutrientes e a síntese de fitormônios que têm um impacto direto no desenvolvimento das plantas (NOVO *et al.*, 2018). Por outro lado, o segundo compreende uma série de processos biológicos que atuam de maneira indireta no controle de fitopatógenos, seja através da produção de compostos antagonistas ou da indução de resistência sistêmica (SARAF *et al.*, 2014).

Os inoculantes são produtos de baixo custo quando comparados aos insumos químicos, sendo disponibilizados no formato líquido (mais comum) ou turfoso (BERTOLO *et al.*, 2021). Na forma líquida, o inoculante por ser aplicado tanto diretamente na semente quanto nos sulcos de semeadura, enquanto na forma turfosa pode ser aplicado somente na semente (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2007). A inoculação é essencial em áreas de primeiro ano de cultivo de soja, pois as bactérias fixadoras de N estão ausentes ou em baixa população no solo (PRANDO *et al.*, 2020). Nessa situação é recomendado que aplique o dobro da dose recomendada para que seja possível atingir bons níveis populacionais destas bactérias no solo.

A técnica de coinoculação, também conhecida como inoculação mista, envolve a utilização de diferentes combinações de microrganismos que agem sinergicamente, resultando em uma produtividade superior àquela obtida com o método convencional, onde os microrganismos são utilizados de forma isolada (BENETTI, 2017). Uma das combinações que tem recebido destaque na literatura recentemente é a junção das bactérias *Azospirillum brasilense* + *Bradyrhizobium japonicum*. Essa combinação pode ser uma estratégia promissora para o aumento da produtividade, devido à combinação da FBN com a produção de fitormônios, a qual resulta em maior desenvolvimento radicular (HUNGRIA *et al.*, 2015).

2.4 TORTA DE NIM

O nim ou amargosa (*Azadirachta indica* A. Juss) é uma árvore que tem sua origem na Índia. Sendo uma planta de característica tropical, adaptou-se bem ao clima do Brasil, onde foi introduzida oficialmente na década de 80, hoje em dia é encontrada em todas as regiões do País (NEVES, 2008). É conhecido por suas diversas propriedades, que possibilitam sua aplicação na agricultura, sistemas agroflorestais e na preservação do solo (BRITO, 2013).

Após a extração do óleo das sementes do nim, o subproduto das sementes prensadas é conhecido como "torta de nim", que é rico em azadiractina. Essa torta pode ser empregada como repelente contra algumas pragas agrícolas e como adubo orgânico em diversos sistemas de cultivo (NEVES; CARPANEZZI, 2008).

O nim apresenta um notável potencial como fertilizante, sobretudo ao ser aplicado para aprimorar a eficácia dos fertilizantes ricos em nitrogênio. Além disso, suas propriedades antimicrobianas são evidentes, uma vez que a torta de nim ou o extrato, quando combinados com fertilizantes nitrogenados, possuem a capacidade significativa de reduzir as perdas de volatilização de amônia, resultantes da atividade das bactérias nitrificantes no solo (NEVES; OLIVEIRA; NOGUEIRA, 2003).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento ocorreu em condições de campo no final de outubro de 2023, na área experimental de Chã de Jardim, que faz parte do 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).

Tabela 1. Características climáticas do município de Areia-PB no período do experimento, em outubro de 2023 à 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: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 2024

Ao longo do período experimental, registrou-se uma precipitação total de 435,4 mm, uma temperatura média de 24,2 °C e uma umidade relativa média de 83,1%, de acordo com a Tabela 1.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC) com seis tratamentos assim distribuídos: T1 – *Bradyrhizobium*; T2 – *Azospirillum*; T3 – *Bradyrhizobium* + *Azospirillum*; T4 – *Bradyrhizobium* + torta de nim; T5 – *Azospirillum* + torta de nim e T6 – *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* + torta de nim, com quatro repetições, totalizando 24 parcelas. Cada unidade experimental foi constituída de

quatro linhas de 4 m de comprimento, espaçadas de 0,50m entre fileiras e contendo 15 plantas por metro.

Após a realização do experimento os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade com auxílio do programa estatístico Sisvar versão 5.8.

3.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

A semeadura foi realizada dia 19 de outubro de 2023 utilizando a variedade TMG 2383 IPRO, após o preparo do solo com aração, gradagem e adubação química, seguindo as 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).

Foram utilizados dois inoculantes, o primeiro, composto pela bactéria *Bradyrhizobium japonicum* estirpes 5079 e 5080 no formato turfoso, na dosagem de 120g/50kg de sementes. Por ser área de primeiro cultivo, a dose aplicada foi o dobro da recomendada. Já o segundo inoculante usado, composto pelas bactérias *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas fluorescens*, foi aplicado sob forma líquida na dosagem de 150 mL.ha⁻¹. Ao serem levadas a campo, as sementes foram colocadas em bandejas, sendo adicionado sobre elas a quantidade de inoculante recomendada e homogeneizando, em seguida, as sementes foram colocadas a sombra por alguns minutos para o produto aderir as mesmas.

Os sulcos foram abertos manualmente utilizando enxadas, atingindo uma profundidade de aproximadamente 5 cm. Em seguida, foi realizada a adubação química com fósforo e potássio, sendo aplicados 80 Kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 Kg.ha⁻¹ de K₂O, posteriormente, os sulcos foram parcialmente cobertos com o solo. Por fim, foram semeadas manualmente, aproximadamente 15 sementes por metro a uma

profundidade de 3 cm cobrindo totalmente os sulcos com solo e irrigando com o auxílio de regadores.

A torta de nim foi aplicada em duas etapas, utilizando um pulverizador costal de 20 litros. A primeira aplicação ocorreu durante o estágio vegetativo VC, seguida por uma segunda aplicação no estágio V4. No experimento, a torta foi dosada na proporção de 1 litro de água para cada 200g de produto para diluição, sendo em seguida complementada com mais 19 litros de água para atingir um volume total de 20 litros de calda. A aplicação desta calda foi realizada sobre o solo na linha de plantio rente as plantas até o encharcamento

Visando controlar as plantas daninhas foram realizadas três capinas a enxada ao longo do ciclo da cultura. Sessenta dias após a semeadura, foram marcadas aleatoriamente quatro plantas das duas linhas centrais de cada tratamento, as quais foram utilizadas para as avaliações.

A colheita foi realizada manualmente nos dias 11 e 12 de março de 2024 quando 97% das vagens (144 DAS) apresentavam coloração típica de maturação fisiológica (estádio R8), ou seja, quando as vagens atingiram uma cor marrom. Após a colheita, as vagens foram levadas ao Laboratório de Grandes Culturas e Plantas Daninhas (LAGRAPLAN) onde foram debulhadas de forma manual e as sementes beneficiadas com auxílio de peneiras, secas em condições naturais e embaladas em sacos de papel Kraft.

3.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

Utilizou-se uma amostra média aleatória de quatro plantas por parcela para avaliar os seguintes componentes de produção:

- Altura da planta: medida com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, entre a distância do nível do solo e a extremidade da haste principal da planta;
- Altura da inserção da primeira vagem: medida com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, entre a distância do nível do solo e o surgimento da primeira vagem;

- Número de vagens por planta: contagem das vagens das plantas marcadas, considerando apenas as vagens viáveis (contendo sementes);
- Peso de vagens por planta: pesagem das vagens das plantas marcadas, considerando apenas as vagens viáveis (contendo sementes);
- Peso de mil grãos: Foram separadas amostras de 100 grãos por parcela, pesadas em uma balança de precisão e os dados foram extrapolados para 1000;
- Produtividade: As sementes da área útil de cada parcela foram pesadas em uma balança de precisão, e o peso foi transformado para $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância de todas as características estudadas juntamente com os coeficientes de variação correspondentes, estão listados na Tabela 3. Observou-se efeito significativo a 5% de probabilidade, pelo Teste F, para a variável produtividade em relação aos tratamentos.

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 grãos (PMG) e produtividade (PDT). Areia - Paraíba, 2024.

Fonte de variação	Quadrados Médios						
	G.L	APL	APV	NVP	PVA	PMG	PDT
Tratamentos	5	9,6	4,4	187,5	286,0	640,0	141809,2*
Bloco	3	135,1	11,7	790,6	2134,7	1200,0	844359,9
Resíduo	15	58,1	3,8	967,6	346,0	346,7	37639,4
C.V. %	-	6,08	26,6	30,44	34,61	9,80	16,45

Fonte: elaborado pela autora (2024).

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

4.1 ALTURA DE PLANTA

Foi observado que não houve diferença significativa na altura das plantas com base nos resultados médios (Tabela 4). O tratamento T1 (*Bradyrhizobium*) apresentou uma altura média de 34,40 cm, sendo a maior em comparação com os outros tratamentos.

Os valores obtidos no presente trabalho mostram-se inferiores ao desejado, pois, segundo Bressan (2020), a estatura ideal está entre 60 a 110 cm de altura, favorecendo a colheita mecânica e prevenindo perdas por acamamento.

Pesquisas conduzidas por Ardon (2022), revelaram que a altura média das plantas da mesma cultivar utilizada nesse estudo (TMG 2383 IPRO) foi de 62,7 cm, demonstrando ser maior do que a observada nesta pesquisa.

Os resultados pouco satisfatórios podem ser atribuídos à data de plantio, uma vez que o início do experimento ocorreu durante um período de baixa precipitação.

Além disso, devido ao período de luz, já que essas variedades foram desenvolvidas especificamente para outras áreas, como por exemplo a região Centro-

Oeste, onde o fotoperíodo difere em comparação com o Nordeste, devido às variações de latitude entre essas áreas (NASCIMENTO, 2022).

De acordo com uma pesquisa feita por Dantas (2018), no mesmo local onde o presente experimento foi conduzido, foram observados valores médios de altura de planta da soja variando de 28,12 cm a 32,48 cm, valores considerados semelhantes ao observados na presente pesquisa.

A soja é bastante sensível ao comprimento do dia, conhecido como fotoperíodo. Em locais ou períodos com dias mais curtos, durante sua fase vegetativa, a planta tende a iniciar o processo de florescimento mais cedo, o que pode resultar em impactos negativos na produtividade (SILVA *et al.*, 2010). Considerando que o experimento foi conduzido em uma região com um período de luz menor, é provável que o porte das plantas foi influenciado de forma negativa devido ao florescimento precoce.

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 grãos (PMG). Areia - Paraíba, 2024.

Tratamentos	Variáveis				
	APL (cm)	APV (cm)	NVP	PVA (g)	PMG (g)
T1	34,40	7,55	27,87	58,25	210,0
T2	30,84	8,43	23,75	47,50	185,0
T3	30,21	5,96	25,43	48,75	180,0
T4	32,53	7,96	24,62	51,00	195,0
T5	33,25	8,09	24,68	48,00	175,0
T6	32,76	6,12	31,93	69,00	195,0

Fonte: elaborado pela autora (2024).

T1: *Bradyrhizobium*; T2: *Azospirillum*; T3: *Bradyrhizobium* + *Azospirillum*; T4: *Bradyrhizobium* + torta de nim; T5: *Azospirillum* + torta de nim; T6: *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* + torta de nim

4.2 ALTURA DE INSERÇÃO DE PRIMEIRA VAGEM

Apesar de os tratamentos não terem diferido entre si (Tabela 4), constatou-se que a maior média obtida com relação a esta variável foi o tratamento T2 (*Azospirillum*) e a menor o T3 (*Bradyrhizobium* + *Azospirillum*), com 8,43 cm e 5,96 cm, respectivamente.

A altura de inserção da primeira vagem desejável para minimizar perdas durante a colheita é geralmente considerada entre 12 e 15 cm. No entanto, em terrenos relativamente planos e com o uso de colheitadeiras apropriadas, pode-se

efetivamente colher com a altura da primeira vagem em torno de 10 cm (SEDIYAMA, 2009). Os resultados obtidos nessa pesquisa demonstraram ser inferiores ao adequado para as variedades da soja.

Os resultados abaixo do ideal podem ser atribuídos às médias de altura das plantas, uma vez que essa variável também apresentou valores baixos. Portanto, devido ao menor porte das plantas, a altura de inserção da primeira vagem também foi inferior, o que pode ter impactado nos resultados.

4.3 NÚMERO DE VAGENS POR PLANTA

Os resultados obtidos demonstraram que os tratamentos não diferiram estatisticamente (Tabela 4). Foi possível observar que o tratamento T6 (*Bradyrhizobium* + *Azospirillum* + torta de nim) registrou a maior média, enquanto o T2 (*Azospirillum*) obteve a menor, com valores de 31,93 e 23,75, respectivamente.

De acordo com Cruz *et al.* (2010), que estudou o número de vagens por planta de cinco cultivares de soja em épocas distintas de semeadura, foram encontrados valores médios variando de 49 a 119 vagens, portanto, valores superiores aos obtidos no presente estudo.

Pesquisa semelhante feita por Moraes (2021), que analisou o número de vagens por planta em função da variedade de soja em duas épocas de semeadura, sendo a primeira em outubro e a segunda em novembro, na região oeste da Bahia, revelou valores variando de 23,9 a 75,4, onde os resultados mais favoráveis foram observados quando a semeadura foi realizada no mês de novembro. A menor média encontrada no estudo citado é semelhante ao que foi observado nesta pesquisa, enquanto que o maior valor médio é consideravelmente superior aos resultados obtidos no presente trabalho.

De acordo com estudos realizados por Nascimento (2022), que avaliou os efeitos da inoculação nos componentes de produção de cultivares da soja, a cultivar Brasmax Extrema apresentou a média mais elevada, alcançando 28,7 vagens por planta, valor este inferior quando comparado com a maior média do presente estudo.

O número de vagens por planta desempenha um papel fundamental na produtividade de grãos de soja, visto que mudanças nesse aspecto tem um impacto direto no ajuste da produtividade (SMIDERLE *et al.*, 2016). Kuraoka e Beloto (2022)

afirmaram que este é o principal fator que influencia diretamente o aumento da produtividade da cultura.

4.4 PESO DE VAGEM

Com relação ao peso de vagem, os tratamentos não apresentaram diferença estatística. O tratamento T6 (*Bradyrhizobium* + *Azospirillum* + torta de nim) obteve a maior média, registrando 69g, enquanto o T2 (*Azospirillum*) teve a menor, com 47,5g (Tabela 4).

Segundo pesquisa feita por CARRÃO-PANIZZI *et al.* (2018), foram encontrados valores semelhantes aos obtidos neste trabalho, com peso de vagem médio de 60,6g observado na cultivar BRS 232.

O peso das vagens está correlacionado com o número de vagens por planta, ou seja, quanto maior o número de vagens por planta, maior será o peso das vagens. Conforme demonstrado pelos resultados, o tratamento T6 (*Bradyrhizobium* + *Azospirillum* + torta de nim) foi aquele que apresentou as médias mais elevadas para as duas variáveis.

4.5 PESO DE MIL GRÃOS

Quanto ao peso de mil grãos (PMG), as médias obtidas não apresentaram diferenças significativas. O tratamento T1 (*Bradyrhizobium*) registrou o maior valor médio, enquanto o T5 (*Azospirillum* + torta de nim) apresentou o menor, com 210g e 175g, respectivamente (Tabela 4).

Segundo Heuzé *et al.* (2017), os valores do peso de mil grãos da soja geralmente variam de 120g a 180g. O que implica dizer que os tratamentos do presente trabalho tiveram valores acima da média.

Em estudo realizado por Perusso (2013), foram encontrados valores médios relacionados ao peso de mil grãos da soja, que variaram entre 126,5g e 129,2g, médias que se mostraram inferiores as desta pesquisa.

O rendimento relacionado ao peso dos grãos é representado pelo tamanho dos grãos e, conseqüentemente, é uma característica específica de cada cultivar. No entanto, isso não exclui a possibilidade de variação devido às condições ambientais e de manejo às quais a cultura está sujeita (THOMAS; COSTA, 2010).

Apesar das condições adversas enfrentadas durante o ciclo, o PMG obtido apresentou valores médios próximos aos valores especificados para a cultivar, situados entre 160g e 190g (TMG [...], 2018). Pode-se observar que o tratamento T1 (*Bradyrhizobium*) e o T4 (*Bradyrhizobium* + torta de nim), que obtiveram os maiores valores nesse estudo, superaram a média especificada para a variedade.

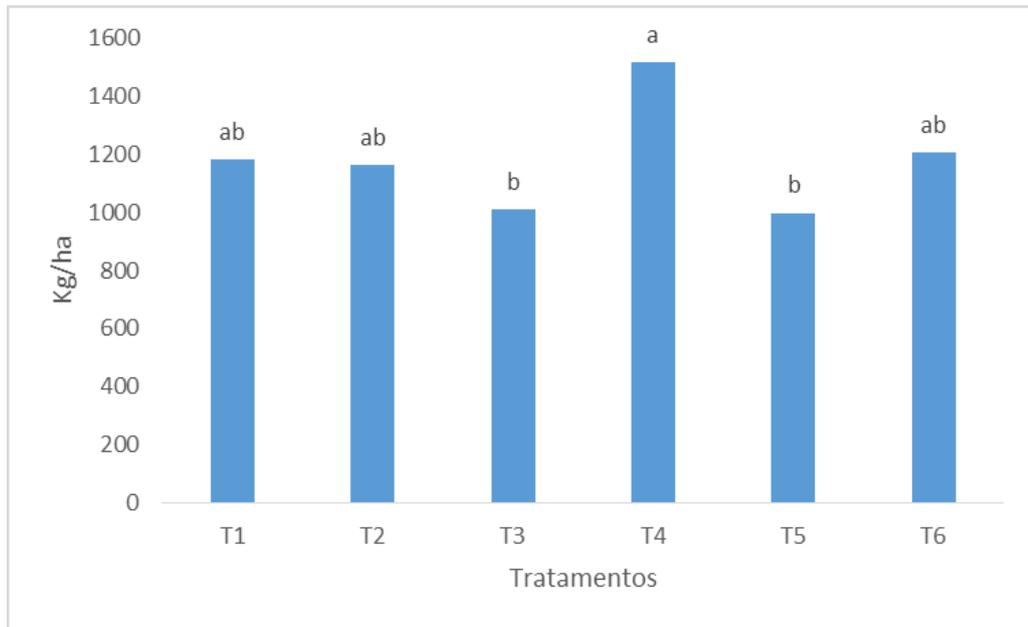
4.6 PRODUTIVIDADE

Com relação a produtividade, observou-se que houve diferença significativa e que o tratamento que apresentou maior valor médio foi o T4 (*Bradyrhizobium* + torta de nim), com 1517,5 Kg.ha⁻¹, tendo diferido significativamente do tratamento T3 (*Bradyrhizobium* + *Azospirillum*) e T5 (*Azospirillum* + torta de nim), com valores de 1008,7 Kg.ha⁻¹ e 998,1 Kg.ha⁻¹, respectivamente (Figura 1).

O maior valor médio de produtividade observado neste estudo foi semelhante aos valores da cidade de Sousa, considerada o único município produtor de soja do Estado da Paraíba, conforme os dados do IBGE (2023), com uma produtividade de 1514 Kg.ha⁻¹.

Verificou-se que a combinação de *Bradyrhizobium* juntamente à adubação complementar com a torta de nim apresentou médias superiores aos outros tratamentos. Essa associação resultou em um incremento de 335,7 Kg.ha⁻¹ em comparação com o tratamento T5.

Figura 1. Resultados médios referentes ao parâmetro produtividade (PDT). Areia, Paraíba, 2024.



Fonte: elaborado pela autora (2024).

Médias seguidas de mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. T1: *Bradyrhizobium*; T2: *Azospirillum*; T3: *Bradyrhizobium* + *Azospirillum*; T4: *Bradyrhizobium* + torta de nim; T5: *Azospirillum* + torta de nim; T6: *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* + torta de nim.

A adição de extratos vegetais, como a torta de nim, estimula o crescimento da atividade microbiana no solo e eleva a diversidade de microrganismos, resultando em um aumento do teor de carbono orgânico no solo (MAITHANI *et al.*, 2011).

A torta de nim contém bons níveis de compostos ativos encontrados no óleo, além de conter em sua composição níveis satisfatórios de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e outros nutrientes. Por essa razão, é reconhecida como uma valiosa fonte de fertilizante orgânico (COLLET; ESCOBAR, 2019).

A maior produtividade da combinação de *Bradyrhizobium* e torta de nim pode ter ocorrido devido a uma maior disponibilidade de matéria orgânica no solo e de nutrientes, proporcionando um melhor desenvolvimento das plantas.

O tratamento T5 (*Azospirillum* + torta de nim) obteve a menor produtividade média, uma das possíveis causas que pode ter influenciado esse resultado é o menor aporte de nitrogênio às plantas devido à ausência das bactérias fixadoras de nitrogênio, já que o N é um nutriente essencial exigido em maior quantidade pela soja.

Segundo a CONAB (2024a), a média da produtividade da safra 2023/2024 no Brasil foi de 3.251 Kg.ha⁻¹, enquanto a região Nordeste alcançou uma média de

aproximadamente 3.400 Kg.ha⁻¹. Os valores obtidos referente a produtividade nesse trabalho ficaram abaixo da média brasileira e nordestina.

Estudos conduzidos por Meert *et al.* (2020), analisando diferentes inoculantes, métodos de inoculação e seus impactos nas características agronômicas da cultura da soja, obteve um valor médio de produtividade utilizando a inoculação com *Bradyrhizobium* de 3961 Kg.ha⁻¹, sendo um valor superior ao apresentado nessa pesquisa.

Uma pesquisa feita por Prando *et al.* (2022), avaliou os efeitos da coinoculação da soja com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*, a produtividade média de grãos alcançada foi de 2.743 Kg.ha⁻¹, um maior valor médio em comparação com o registrado no presente estudo.

As plantas de soja coinoculadas com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* demonstram maior quantidade de nódulos e uma nodulação mais precoce (CHIBEBA *et al.*, 2015; HUNGRIA *et al.*, 2015) resultando em um aumento médio de produtividade de 16% (HUNGRIA *et al.*, 2013), o que representa o dobro do ganho proporcionado pela inoculação anual exclusiva com *Bradyrhizobium* (PRANDO *et al.*, 2020).

No entanto, os resultados do presente estudo divergem dessa constatação, já que a combinação do tratamento T3 (*Bradyrhizobium* + *Azospirillum*) resultou na segunda menor produtividade, classificada como significativamente abaixo da média nacional de produtividade brasileira. Isso pode estar associado a algum tipo de supressão ou competição entre as bactérias utilizadas.

Resultados semelhantes foram encontrados por Mundim *et al.* (2018), que não observou ganhos de produtividade com a coinoculação entre *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*, em comparação com a inoculação isolada com *B. japonicum*.

A demanda total de água na cultura da soja para alcançar o rendimento máximo, varia entre 450 e 800 mm por ciclo, e isso depende das condições climáticas, do manejo da cultura e da duração do ciclo da variedade cultivada (EMBRAPA, 2010). O que não foi possível durante a presente pesquisa, pois devido à pouca precipitação, a quantidade adequada de água para a cultura não foi atingida, conforme indicado pelos dados da Tabela 1.

A baixa eficiência produtiva verificada nos tratamentos foi resultado da escassez hídrica ao longo do ciclo, pois a diminuição da taxa fotossintética leva a uma redução na translocação de fotoassimilados. Isso resulta em plantas de menor porte e, por consequência, em uma redução no número de vagens por planta, impactando diretamente na produtividade.

5. CONCLUSÕES

A utilização da torta de nim influenciou positivamente a produtividade da soja inoculada com *Bradyrhizobium* comparada aos outros tratamentos.

A deficiência hídrica durante o ciclo da cultura, provavelmente impactaram negativamente nas características agronômicas da cultura, contribuindo para baixa produtividade média.

A escolha adequada de inoculantes e adubações complementares para a otimização da produtividade da cultura da soja é de extrema importância, principalmente quando se enfrenta condições adversas.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, R. M. C. M. de.; XAVIER, G. R.; ZILLI, J. É.; MARTINS, L. M. V.; RUMJANEK, N. G.; FERNANDES JÚNIOR, P. I.; LEITE, J.; SILVA JÚNIOR, E. B. da.; SANTOS, C. E. R. S. Fixação Biológica de Nitrogênio. In: CARDOSO, Milton José *et al* (ed.). **Feijão-Caupi: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 2017. p. 96-105.
- ARAUJO, F. F.; GUABERTO, L. M.; DA SILVA, E I. F. Bioprospecção de rizobactérias promotoras de crescimento em *Brachiaria brizantha*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.521-527, 2012.
- ARDON, H. J. V. **Classificação de cultivares de soja quanto à eficiência e resposta ao uso de fósforo em solo arenoso do cerrado**. 2022. 48 p. Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual De Mato Grosso Do Sul, Cassilândia – MS, 2022. Disponível em: <https://posgraduacao.uems.br/uems-sigpos/portal/trabalho-arquivos/download/3342>. Acesso em: 10 abr. 2024.
- BÁRBARO, I. M.; MACHADO, P. C.; BÁRBARO JUNIOR, L. S.; TICELLI, M.; MIGUEL, F. B.; SILVA, J. A. A. Produtividade da soja em resposta à inoculação padrão e coinoculação. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 5, n. 1, p.1-7, 2009.
- BAZZO, J.; MONTEIRO, J.; MARINHO, J. Inoculação e coinoculação de *Azospirillum* e *Bradyrhizobium*, via sementes e em cobertura, na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Cultura Agrônômica**, v. 29, p. 426–436, fev. 2021. Disponível em: <https://ojs.unesp.br/index.php/rculturaagronomica/article/view/2446-8355.2020v29n4p426-436>. Acesso em: 15 mar. 2024.
- BENETTI, R. **Utilização de rizobactérias promotoras de crescimento em plantas em co-inoculação e na parte aérea da soja (*Glycine max*)**. (Monografia) - Universidade regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – Ijuí, Brasil, 2017.
- BERTOLO, F. O. A; LONGONI, L. S; SÃO JOSÉ, J. F. B. de; BENEDUZI, A. **A fixação biológica de nitrogênio e os inoculantes**. Porto Alegre: SEAPDR/DDPA, 2021. 19 p. (Comunicado Técnico, 7).
- BLACK, R. J. Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectiva. In: CÂMARA, G. M. S. (Ed.). **Soja: tecnologia de produção II**. Piracicaba: ESALQ, p.1-18, 2000.
- BONETTI, L. P. Distribuição da soja no mundo: origem, história e distribuição. In MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, p. 1-6, 1981.
- BRESSAN, D. **Avaliação de produtividade da soja (*glycine max* l.) De três diferentes cultivares em área de várzea na região sul de santa catarina**. 2020. 33 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) - Universidade Do Sul De Santa Catarina, Tubarão -SC, 2020. Disponível em:

<https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstreams/7a8711cd-579f-40b2-8283-f7f383cc4922/download>. Acesso em: 9 abr. 2024.

BRITO, O.S. **Efeitos do óleo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) sobre a reprodução e perfil metabólico de machos ovinos**. 2013. 74f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2013. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/8051/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2024.

CÂMARA, G. M. S. de. **Introdução ao agronegócio soja**. Piracicaba, SP: USP/ESALQ/LPV, 2015. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5746644/mod_resource/content/1/LPV%20584%202017%20-%20REVISAO%20Soja%20Apostila%20Agronegocio%20%282%29.pdf. Acesso em: 03 abr. 2024.

CARRÃO-PANIZZI, M. C.; OLIVEIRA, M. A. de.; SANTOS, H. P.; MANDARINO, J. M. G.; OLIVEIRA, M. C. N. de. Características de vagens e grãos de cultivares de soja para utilização como edamame. Londrina: **Embrapa Soja**, 2018. PDF (24 p.): il. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Soja, ISSN 2178-1680; n.20).

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.

CASTRO, P. R. C. Efeitos de fitorreguladores na produtividade da soja (*Glycine max* cv. Davis) em competição. **Anais eletrônicos [...]** Esc. Super. Agric. Luiz Queiroz, Piracicaba, v. 38, n. 1, p. 289-298, 1981. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aesalq/a/9stMTx9mHtX93PxNzYKb34J/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 08 nov. 2023.

CHIBEBA, A. M.; GUIMARÃES, M. F.; BRITO, O. R.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S.; HUNGRIA, M. Co-inoculation of soybean with *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* promotes early nodulation. **American Journal of Plant Sciences**, v. 6, p. 1641-1649, 2015.

COLLET, E. B.; ESCOBAR, D. RIBEIRO. **Diferentes níveis de adição de Torta de Neem no substrato na produção de mudas de *Pinus taeda***. SC: Dalneem, 2019. Disponível em: <https://dalneem.com.br/wp-content/uploads/2019/07/dalneem-testes-de-campo-diferentes-niveis-de-adicao-de-torta-de-neem-no-substrato-na-producao-de-mudas-de-pinus-taeda.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2024.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, Brasília, DF, v.11 – Safra 2023/24, n.6 - Sexto levantamento, p. 1-124, março 2024a. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/gaos/boletim-da-safra-de-gaos/item/download/52225_79be7813e39c3746ab9121250bbfb5c5. Acesso em: 10 abr. 2024.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 11 – Safra 2023/24, n.4 - Quarto

levantamento, p. 1-110, janeiro 2024b. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/51274_e40f1bba791d27a4c67a29c5f29781ff. Acesso em: 15 mar. 2024.

COSTA, T.S.A.; COSTA FILHO, J. F.; BARACHO, D.C.; SANTOS, T.S.; MARINHO, E.C. S. Análise da temperatura do ar em Areia - PB, em anos de ocorrência de “El Niño”. **Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia** – 18 a 21 de julho de 2011 – SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES. 2010. Disponível em: <http://sbagro.org/files/biblioteca/3486.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2024.

CRISPINO, C.C.; FRANCHINI, J.C.; MORAES, J.Z; SIBALDELLE, R.N.R.; LOUREIRO, M.F.; SANTOS, E.N.; CAMPO, J.R.; E HUNGRIA, M. (2001). Adubação nitrogenada na cultura da soja. Londrina: **Embrapa Soja (Comunicado Técnico, 75)**. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/460181/1/comTec075.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2024.

CRUZ, T. V.; PEIXOTO, C. P.; MARTINS, M. C.; PEIXOTO, M. F. S. P. Componentes de produção de soja em diferentes épocas de semeadura, no oeste da Bahia. **Bioscience. Journal**, v. 26, n. 05, p.709-716, 2010.

DANTAS, E. A. dos. **EFEITO DE INOCULANTES E ADUBAÇÃO EM CULTIVAR DE SOJA PRODUZIDA NO MUNICÍPIO DE AREIA - PB**. 2018. 50 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais, Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/14548/1/EAD04062019.pdf>. Acesso em: 13 maio 2024.

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: 08 nov. 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja região central do Brasil 2011**. [S.l.]; Embrapa Soja; Embrapa Cerrados; Embrapa Agropecuária Oeste, 2010. 255p

FARIAS, J. R. B., NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2007.

HEUZÉ V.; TRAN G.; NOZIÈRE P.; LESSIRE M.; LEBAS, F. **Soybean seeds. Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO**. 2017. Disponível em: <https://www.feedipedia.org/node/42>. Acesso em: 10 abr. 2024.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. (2014). O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. **Embrapa Soja-Documentos (INFOTECA-E)**, 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104753/1/O-agronegocio-da-soja-nos-contextos-mundial-e-brasileiro.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2024.

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: 08 nov. 2023.

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).

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and Azospirilla: strategies to improve sustainability. **Biology and Fertility of Soils**, v. 49, p. 791-801, 2013.

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.

HYMOWITZ, T. On the domestication of the soybean. *Economic Botany*, v. 24, p. 408-421, 1970.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/sousa/pesquisa/14/10193?localidade1=25>. Acesso em: 13 mai. 2024.

IBGE. **Safra de 2024 deve ser de 298,3 milhões de toneladas**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: [https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202404/estimativa-cai-0-8-e-preve-safra-de-298-3-milhoes-de-toneladas-em-2024#:~:text=A%20safra%20nacional%20de%20cereais,Geografia%20e%20Estat%C3%ADstica%20\(IBGE\)](https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202404/estimativa-cai-0-8-e-preve-safra-de-298-3-milhoes-de-toneladas-em-2024#:~:text=A%20safra%20nacional%20de%20cereais,Geografia%20e%20Estat%C3%ADstica%20(IBGE)). Acesso em: 13 mai. 2024.

KURAOKA, A. E; BELOTO, N. C. **Adubação foliar e rotação de cultura na produtividade da soja em plantio direto**. 2022. 25f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2022. Disponível em: <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/5036>. Acesso em: 10 abr. 2024.

LAPERA, C. A. I.; LIMA, M. W. P.; VILARINHO, M. S. ECOFISIOLOGIA DA SOJA. In: DIAS, J. P. T (Org.). **Ecofisiologia de Culturas Agrícolas**. Belo Horizonte: EdUEMG, 2018. 169p

MAITHANI, A.; PARCHA, V.; PANT, G.; DHULIA, I.; KUMAR, D. Azadirachta indica (neem) leaf: A review. **Journal of Pharmacy Research**, v. 4, n. 6, p. 1824-1827, 2011.

MEERT, L.; FERNANDES, F. B.; MULLER, M. M. L.; RIZZARDI, D. A.; ESPINDOLA, J. S. Inoculação e coinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* na cultura da soja. **Cultura Agrônômica: Revista de Ciências Agrônômicas**, v. 29, n. 1, p. 118-129. 2020. Disponível em: <https://ojs.unesp.br/index.php/rculturaagronomica/article/view/2446-8355.2020v29n1p118-129>. Acesso em: 08 nov. 2023.

MENDES, I. de C.; REIS JUNIOR, F. B. dos.; CUNHA, M. H. da. **20 perguntas e respostas sobre fixação biológica de nitrogênio**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010.

MORAES, O. N. **Desempenho agrônômico de cultivares de soja semeadas em épocas distintas na região do oeste da bahia**. 2021. 25 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) - Faculdade De Agronomia E Medicina Veterinária, 2021. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/30890/1/2021_OctacilioNascimentoMoraes_tcc.pdf. Acesso em: 11 abr. 2024.

MUNDIM, L. M. F.; ROCHA, D. K.; REIS, C. F.; CARVALHO, E. R. Coinoculação de *Azospirillum brasilense* e *Bradyrhizobium* via sementes de soja no Cerrado. **Gl. Sci Technol**, Rio Verde, v.11, n.03, p.10-19. 2018.

NASCIMENTO, J. C. S. do. **Componentes de produção de cultivares de soja submetidos à inoculação, no brejo paraibano**. 2022. 32 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia - PB, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/26263/1/JCSN10022023-MA1227.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2024.

NEVES, B. P. das.; OLIVEIRA, I. P. de.; NOGUEIRA, J. C. M. **Cultivo e utilização do nim indiano**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa-CNPAF, 2003. 12p. (EmbrapaCNPAF. Circular técnica, 62).

NEVES, E. J. M.; CARPANEZZI, A. A. (Ed.). **A cultura do nim**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 97 p. (Coleção Plantar, 61). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/11895/2/00083135.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2024.

NEVES, I. P. **Dossiê técnico** (Cultivo do Nim). Rede de Tecnologia da Bahia – RETEC/IEL - BA, 2008.

NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. **Boas Práticas de Inoculação em Soja**. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 40., 2014, Pelotas. Atas e Resumos, Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1020357/1/BoasPraticasdeInoculacao.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2024.

NOGUEIRA, M. A.; PRANDO, A. M.; OLIVEIRA, A. B. de.; LIMA, D.; CONTE, O.; HARGER, N.; OLIVEIRA, F. T.; HUNGRIA, M. **Ações de transferência de tecnologia em inoculação/coinoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* na cultura da soja na safra 2017/18 no estado do Paraná**. 166. Ed. Londrina: Circular Técnica Embrapa Soja. 2018. 21 p.

NOVO, L. A. B.; CASTRO, P. M. L.; ALVARENGA, P.; DA SILVA, E. F. (2018). Plant growth-promoting rhizobacteria-assisted phytoremediation of mine soils. **Bio-geotechnologies for Mine Site Rehabilitation**. Elsevier. 16, 281–295.

NUNES, J. L. S. Características da soja, **Agrolink**. 2020. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/informacoes/caracteristicas_361509.html#:~:text=O%20legume%20da%20soja%20%C3%A9,est%C3%A1gio%20de%20desenvolvimento%20da%20planta. Acesso em: 28 mar. 2024.

PEREIRA, E. **Adução potássica na cultura da soja aplicada pelo método convencional nas condições do litoral cearense**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto de Desenvolvimento Rural, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira, Redenção-Ceará, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unilab.edu.br/jspui/handle/123456789/3422>. Acesso em: 03 abr. 2024.

PERUSSO, L. P. **Componentes de rendimento da cultura da soja em função da aplicação de nitrogênio no florescimento**. 2013. 40 p. Dissertação (Pós Graduação em Agricultura de Precisão) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/4809/PERUSSO%2C%20LEONARDO%20POSSEBON.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 16 abr. 2024.

PRANDO, A. M.; OLIVEIRA, A. B. de.; LIMA, D.; POSSAMAI, E. J.; REIS, E. A.; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M.; CONTE, O. **Coinoculação da soja com Bradyrhizobium e Azospirillum na safra 2019/2020 no 19 Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2020, 21 p. (Circular Técnica, 166).

PRANDO, A. M.; OLIVEIRA, A. B. de.; LIMA, D.; POSSAMAI, E. J.; REIS, E. A.; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M.; CARNEVALLI, R. A. **Coinoculação da soja com Bradyrhizobium e Azospirillum na safra 2021/2022 no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2022, 22 p. (Circular Técnica, 166).

ROESSING, A. C.; SANCHES, A. C.; MICHELLON, E.; As perspectivas de expansão da soja. Anais dos Congressos. XLIII Congresso da Saber em Ribeirão Preto. São Paulo, 2005.

SARAF, M.; PANDYA, U.; THAKKAR, A. (2014). Role of allelochemicals in plant growth promoting rhizobacteria for biocontrol of phytopathogens. **Microbiology Research**, 169, 18–29. DOI: 10.1016/j.micres.2013.08.009

SEDIYAMA, T; TEXEIRA, R. C. de; BARROS, H. B. Cultivares. In: SEDIYAMA, Tuneo (Comp.). **Tecnologia de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenias, 2009. p. 80.

SILVA, C. D. **Cultura da soja (Glycine max): uma abordagem sobre a viabilidade do cultivo no município de Ribeira do Pombal (BA)**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) – Uniages, Paripiranga, 2021. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/18655/1/MONOGRAFIA%20-%20CULTURA%20DA%20SOJA.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2024.

SILVA, C. S. C.; CORREIA, D. M.; OLIVEIRA, E. de. **“Cultivo de Soja”**. 2010. 68 f. TCC (Nível Técnico) - Curso de Técnico em Agricultura, Etec “Frei Arnaldo Maria de Itaporanga”, Votuporanga-Sp, 2010. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/9345/3/Cultivo%20de%20soja.pdf>. Acesso em: 13 maio 2024.

SINCLAIR, T. R.; DE WIT, C.T. Photosynthate and nitrogen requirements for seed production by various crops. **Science**, v.189, p.565–567, 1975.

SMIDERLE, O.J.; SOUZA, A.G.; CAMPOS, L.S. et al. Qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi obtidas em residual alternativos de adubações. **Revista Congrega**, v.2, n.1, p.217- 224, 2016.

TELLES, T. S.; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. Economic value of biological nitrogen fixation in soybean crops in Brazil. **Environmental Technology & Innovation**, [S.L.], v. 31, p. 103158, ago. 2023. Elsevier BV.

THOMAS, A. L., COSTA, J. A. Desenvolvimento da planta de soja e potencial de rendimento de grãos. In: THOMAS, A. L., COSTA, J. A. (Org.). **Soja: manejo para alta produtividade de grãos**. Porto Alegre: Evangraf, 2010, p,13-33.

TMG 2383 IPRO - Principais características. **TMG**, Paraná. 2018. Disponível em: <https://www.tmg.agr.br/cultivar/tmg-2383-ipro/>. Acesso em: 17 abr. 2024.

ZILLI, J. D.; CAMPO, R. J.; RIBEIRO, K. G.; GIANLUPPI, V.; SMIDERLER, O. J.; HUNGRIA, M. **Utilização de Inoculantes de Bradyrhizobium no Cultivo de Soja nos Cerrados de Roraima**. Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2005. 9 p (Circular Técnica, 2). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/175264/1/cit022055-inoculantes-zilli.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2023.