



UNA Bom Despacho
Bacharelado em Agronomia

Letícia de Barros Esteves
Maria Eduarda Campos
Orlando Vaz da Silva Filho

FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO (FBN) NA CULTURA DA SOJA

Bom Despacho – MG.
2023

Letícia de Barros Esteves
Maria Eduarda Campos
Orlando Vaz da Silva Filho

FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO (FBN) NA CULTURA DA SOJA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no curso de graduação em Engenharia Agrônômica do Centro Universitário UNA, como um dos pré-requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Me. Carlos Allan Pereira dos Santos

Bom Despacho, 08 de dezembro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Mariana Aguiar Silva
UNA

Prof^ª. Me. Nailton Rodrigues De Castro
IFPI

RESUMO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma das espécies mais cultivadas no mundo por ser fonte de óleo e proteína. O processo de fixação biológica é extremamente benéfico para esta cultivar, sendo utilizado em grande escala para combater bactérias, a gênero *Bradyrhizobium japonicum* por ser uma forma viável de fornecer o nitrogênio (N) necessário para cultura. O trabalho teve por objetivo expor os benefícios e resultados em termos de produtividade, tendo como resposta a eficácia da fixação biológica de nitrogênio na cultura da soja, a partir das informações levantadas neste estudo. Tendo em vista a necessidade e exigência nutricional da cultura, o experimento foi conduzido utilizando a inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* por ter custo baixo e ter elevada eficiência na fixação do nitrogênio. O uso de inoculante mostrou resposta positivas no experimento apresentando melhores resultados quando comparado ao tratamento sem inoculação.

Palavras-chave: *Bradyrhizobium japonicum*, produtividade, *Glycine max*.

ABSTRACT

Soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] is one of the most widely cultivated crops in the world because it is a source of oil and protein. The process of biological fixation is extremely beneficial for this cultivar and is used on a large scale to combat bacteria, the genus *Bradyrhizobium japonicum*, as it is a viable way of supplying the nitrogen (N) needed by the crop. The aim of this study was to present the benefits and results in terms of productivity, based on the information gathered in this study and the effectiveness of biological nitrogen fixation in soybean cultivation. In view of the crop's nutritional needs and requirements, the experiment was conducted using inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* because it is low cost and highly efficient at fixing nitrogen. The use of inoculants showed a positive response in the experiment, with better results when compared to the treatment without inoculation.

Keywords: *Bradyrhizobium japonicum*, productivity, *Glycine max*.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	02
2.1 A origem da cultura da soja.....	03
2.2 A cultura da soja (GLYCINE max).....	04
2.3 A fixação biológica de nitrogênio (FBN).....	05
2.4 A importância do nitrogênio para o cultivo da soja.....	07
2.5 Como aplicar a fixação de nitrogênio em soja	08
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	10
3.1 Caracterização do experimento.....	11
4 RESULTADO E DISCUSSÃO.....	12
5 CONCLUSÃO.....	15
REFERÊNCIAS.....	16
APÊNDICE.....	19

1 INTRODUÇÃO

O aumento da produção de soja a cada ano mostrou o potencial da safra do Brasil, que sempre esteve relacionado ao avanço da ciência e à disponibilização de tecnologia ao setor produtivo. A adoção de maquinário moderno e a criação de variedades de alto rendimento adequadas para diferentes regiões, o desenvolvimento de pacotes tecnológicos relacionados ao manejo do solo, fertilização, controle de pragas e doenças e a identificação e resolução dos principais fatores que afetam a perda de rendimento e fazem parte do notável sucesso no mercado nacional (CONAB, 2017).

Salienta-se que a soja também é cultivada em nível mundial, ocupando assim, uma área plantada de 136,029 milhões de hectares e uma produção total de 369,029 milhões de toneladas. Salienta-se que, na atualidade, a cultura da soja é de grande importância para a economia mundial, tendo em vista que a safra 2022/2023 apresentou uma produção mundial de 369,029 milhões de toneladas, e o Brasil teve a primeira colocação no ranking com uma produção de 154.566,3 milhões de toneladas, o que representa 41,88% de toda a produção mundial (MAPA, 2023).

É válido ressaltar que a soja tem alta concentração proteica, necessitando de disponibilidade considerável de nutrientes, e nesse viés, o primordial é o nitrogênio (N), sendo indispensável uma absorção de 65 kg com o intuito de produzir uma tonelada do grão; 15 kg de N para o desenvolvimento do caule, folhas e raízes, o que totaliza 80 kg de N para cada tonelada produzida (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2001).

A fixação biológica trata-se de um procedimento no qual o nitrogênio existente na atmosfera é transformado em nutrientes que podem ser aproveitados pelas plantas. Assim, há uma reação catalisada por uma enzima chamada Nitrogenase, que está presente em várias bactérias fixadoras. Em relação à agricultura, a simbiose entre as bactérias fixadoras de nitrogênio, sendo chamadas de rizóbios, e leguminosas, nesse caso específico, a soja, é algo imprescindível (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2020).

Dessa forma, é necessário realizar a inoculação a fim de promover a fixação biológica, que se trata de um procedimento onde as bactérias fixadoras de nitrogênio, são juntadas às sementes das plantas antes da semeadura. Então, o produto utilizado para realizar a inoculação é o inoculante ou biofertilizante, (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2020).

Sabe-se que a fim de facilitar as técnicas de inoculação na cultura da soja em lugares distintos, diversos estudos são realizados sobre vários produtos, bem como doses e métodos de aplicação, sendo: inoculação nas sementes durante a semeadura, inoculação no sulco de semeadura e inoculação pós-emergência, (RONSANI; PINHEIRO; PURIN, 2013).

Nessa perspectiva, o desenvolvimento deste estudo também pelo crescimento em relação à produção do grão de soja no Brasil, que também tem contribuído de maneira positiva no mercado e economia do País.

Assim, o objetivo deste estudo é compreender como a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) no solo contribui para o desenvolvimento da cultura da soja. Por ser um tema que faz parte do dia a dia dos acadêmicos, torna-se favorável a realização dos procedimentos em campo para a realização de todas as etapas, e ainda colocar em prática os conhecimentos adquiridos através dos estudos para desenvolvimento do trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O cenário na atualidade aponta que a cultura da soja tem apresentado crescentes áreas plantadas e a partir deste fato surgiu a necessidade de ampliar investimentos, estudos e pesquisas que propiciem o melhoramento das espécies promovendo o desenvolvimento dessas cultivares tornando-as mais resistentes a inúmeras pragas que prejudicam a plantação e conseqüentemente compromete a produtividade. Ressalta-se que a existência de muitos fatores que comprometem o crescimento e podem afetar a produção dos grãos, estes devem ser analisados e tratados, pois tais fatores evidenciam que os grãos precisam ser preservados de possíveis danos para que a soja tenha resistência a partir do nitrogênio fixado em sistemas agrícolas (PICCOLI, 2018).

Sabe-se que no Brasil, na metade de meados de setenta, a soja expandiu tornando a cultura promissora, mas durou pouco tempo, pois as exportações deixaram a desejar em nosso país, no que diz respeito à qualidade dessas cultivar, sendo assim novos procedimentos e regiões passaram a ser explorados com essa cultivar e os resultados paulatinamente foram surgindo (PONTES; CARMO; PORTO, 2009).

Estudos sobre a qualidade e produtividade da soja são pautas de muitas pesquisas e estudos, visando cada vez mais à otimização da cultura, bem como a funcionalidade dos recursos agrícolas disponíveis para os produtores. Um dos recursos é a adoção da fixação biológica de nitrogênio na soja para que a cultura tenha um desenvolvimento esperado e eficaz levando em consideração a utilização do nitrogênio que se utilizado pode prescindir o ônus do mesmo para a subsistência da cultura (MAPA, 2023).

Outros investimentos na área agrícola também desencadearam através de melhoramentos genéticos que aumentaram e transformaram o cenário nacional tornando a soja como um grão de proporções expressivas para a economia interna e também como um grão bem aceito para exportações em vários países.

Sendo líder na agricultura brasileira, ela traz retorno econômico, por ter ampla versatilidade do grão, e isso permite que a cultura seja amplamente difundida, sendo responsável por elevar o PIB (Produto Interno Bruto) em relação às demais culturas que fazem parte agricultura brasileira. Contudo tornar-se imprescindível produzir de forma sustentável, preservando os recursos naturais de forma a reduzir os impactos ambientais, promovendo de forma coesa o uso dos mesmos a fim de resguardar a biodiversidade.

2.1 A origem da cultura da soja

A história da cultura da soja tem vários registros e relatos de autores que narram o seu surgimento em épocas diferentes, mas em grande número, há afirmações que ela surgiu na parte nordeste da China, em local onde a predominância do clima temperado a subtropical prevalecia, e era denominada como Manchúria, conforme Bonatto (2020), descreve.

No Brasil, sabe-se que a introdução do plantio aconteceu no ano de 1882, sendo Gustavo Dutra na Escola Agrônômica da Bahia, o responsável pelos primeiros estudos com a cultura no país (GAZZONI, 2018).

Na primeira experiência, os resultados obtidos com essa cultivar não foram satisfatórios devido às condições edafoclimáticas da Bahia que impediram a adaptação da planta no local. Somente após o ano de 1920 até 1940 na região do sul do Brasil, precisamente no Rio Grande do Sul, o clima frio favoreceu o desenvolvimento da soja e com isso novos agricultores investiram no plantio do grão ganhando adeptos à cultura permitindo o crescimento de áreas plantadas (CATTELAN; DALL' AGNOL; GAZZONI, 2018).

Neste aspecto a soja tornou-se uma das mais importantes culturas que movimentam a agricultura e a economia mundial. Seus grãos possuem várias utilidades, no dia a dia, são utilizados principalmente na agroindústria podendo ser encontrados na produção de óleo vegetal e rações para os animais, consumidos também pelo homem, nas indústrias químicas e alimentícias além de ser usada de forma crescente na fabricação de biocombustível como demonstrado em pesquisas para fabricação do biodiesel (MAPA, 2023).

A cultura da soja tem contribuído para a criação de novos produtos, e a partir daí a demanda do grão no mercado nacional e internacional propiciou um gradativo aumento no plantio dessas cultivar, gerando novas perspectivas para a economia mundial e investimentos de longa escala em melhoramentos dessa cultivar (MARCON *et al.*, 2017). A soja sendo um cereal mais consumido mundialmente requer procedimentos adequados para que essa leguminosa seja uma cultivar de alta produção tendo todos nutrientes presentes em seu desenvolvimento (BISSINOTO, 2013).

2.2 A cultura da soja (*Glycine max*)

A soja *Glycine max* (L.) MERRILL é uma planta da família das *Fabaceae* da classe *Diolyledoneae*, é um produto que impulsiona a rentabilidade nas produções agrícolas do Brasil (ROSSI *et al.*, 2017).

Há milênios de anos atrás ela era uma planta rasteira que era desenvolvida nas proximidades de rios e lagos, era conhecida como soja selvagem. Com o passar do tempo, novas plantas surgiram derivadas do cruzamento natural e aperfeiçoamento realizado pelos chineses de duas sojas silvestres que passaram por um processo de domesticação tendo evolução realizada por cruzamentos dos genótipos com seus ancestrais, surgindo novas espécies, e opções de escolha sobre qual desejava plantar (MORAES *et al.*, 2021). Existem relatos sobre o surgimento da cultura em 2838 anos a.C., ou seja, a soja é um dos mais antigos produtos agrícolas que a humanidade conhece.

A soja é uma herbácea, que possui crescimento morfológicamente variado, com hastes e vagens púberes, sua altura possui em média 60 a 120 cm, para comercialização esta é a altura ideal, mas para a realização de coleiras mecanizadas a planta deve ter em torno de 70 a 80 cm, o desenvolvimento da planta acima deste padrão ou até mais elevado podendo causar tombamento, impactando dificuldade na colheita, podendo reduzir a qualidade dos grãos e também a produtividade (BORÉM, 1999).

O processo de desenvolvimento da soja está em torno de 70 dias, isso em cultivares que podem ser adiantadas, variando até 200 dias para que possuam mais lentidão para se desenvolverem (MATSUO *et al.*, 2015).

A soja é uma planta que exige muito nitrogênio (N), pois ele é determinante para a qualidade da cultura por ser constituído de ácidos nucléicos, proteínas e moléculas (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2001).

No que diz respeito ao melhoramento genético deve haver associações com as tecnologias existentes para que a fixação de diversos sistemas disponíveis para o desenvolvimento da soja como alternativa de prevenção de doenças seja utilizada dentro do setor produtivo da cultivar (CARDOSO *et al.*, 2017).

2.3 A fixação biológica de nitrogênio (FBN)

A Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) é um processo realizado de forma natural onde ocorrem as associações de plantas com bactérias diazotróficas e a principal função deste produto, o nitrogênio, é que ele é um nutriente de extrema

importância para o crescimento e desenvolvimento do vegetal (CEREZINI *et al.*, 2012).

De acordo com Diniz (2009, p. 3):

A fixação biológica do nitrogênio (FBN) é o processo pelo qual o nitrogênio atmosférico é incorporado nas plantas na forma de nitrato ou amônia. O nitrogênio atmosférico é fixado por microorganismos especializados neste processo, tais como algumas bactérias, cianobactérias e actinomicetose.

O nitrogênio é o elemento múltiplo na atmosfera terrestre, e assim sendo nas plantas ele assume o papel de realizar ações de grande significância no desenvolvimento de cultivares (BLASIS *et al.*, 2007).

A FNB é o processo com que as bactérias transformam o nitrogênio, encontrado na atmosfera, em nutrientes que permite o crescimento das plantas da soja. Muitos são os benefícios que podem ser estabelecidos, dentre eles o fornecimento de nitrogênio trata as carências existentes no solo, diminuindo conseqüentemente a dependência do uso de vários fertilizantes sintéticos com adição de nitrogênio (CRUZ *et al.*, 2016).

O processo de fixação biológica de (FNB) de nitrogênio acontece através da redução de nitrogênio molecular, à amônia, que tem a probabilidade de ser absorvida pela planta. Todo esse procedimento acontece dentro dos módulos que são desenvolvidos em razão da interação entre a soja e as bactérias pertencentes ao gênero *Bradyrhizobium Japonicum*. A interação terá começo quando as raízes liberam as substâncias orgânicas que promovem a multiplicação das bactérias nas rizosferas (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2001).

A fixação biológica do nitrogênio (FBN) é um procedimento que acontece através dos microrganismos denominados diazotróficos, que transformam o nitrogênio atmosférico em uma forma pronta (amônia) para as plantas e outros microrganismos (ARAÚJO; CARVALHO, 2006).

Este nutriente é absorvido do ar e torna-se fixo pelas bactérias diazotróficas presentes em muitos tipos de solo. O ciclo do nitrogênio e suas reações podem ocorrer de três formas: fixação biológica, fixação física e fixação industrial que podem ser definidos como:

- Fixação biológica: A primeira etapa do ciclo do nitrogênio acontece através de um processo enzimático onde o nitrogênio atmosférico (N₂) é reduzido à amônia (NH₃) por meio da ação de microrganismos de vida.
- Livre, simbiótico ou associado aos vegetais como a equação a seguir mostra: $N_2 + 8e^- + 8H^+ + 16ATP \rightarrow \text{Nitrogenase} \rightarrow 2NH_3 + H_2 + 16ADP + 16P_i$.

Galvão (2012) relata que o problema que envolve a fixação do nitrogênio atmosférico está aferido à existência da ligação covalente tripla transformando esse gás estável com temperatura ambiente.

Sabe-se que os organismos fixadores de nitrogênio são percebidos por bactérias denominadas genericamente de rizóbios que se juntam com plantas leguminosas. O nitrogênio (N) é nutriente amplamente requerido em maior quantidade pelas plantas e também o mais utilizado com frequência, observando que sua baixa disponibilidade é um fator que limita a produção agrícola. Isso é consequência de seu papel desde a base da vida, na composição de ácidos nucleicos (DNA e RNA) além de aminoácidos e proteínas além de várias moléculas à vida como descreve Hungria; Campo; Mendes (2001).

Neste contexto entende-se que a saúde das plantas precisa de nutrientes como o nitrogênio que é indispensável para o desenvolvimento e a qualidade da cultivar. Além de possibilitar nutrientes indispensáveis às plantas, ele tem a possibilidade de suprir todas as demandas da planta sem aumentar os custos do cultivo (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2001).

2.4 A importância do nitrogênio para o cultivo da soja

A fixação Biológica De Nitrogênio (FBN) é um processo realizado de forma natural onde ocorrem as associações de plantas com bactérias diazotróficas e a principal função deste produto, o nitrogênio, é que ele é um nutriente de extrema importância para o crescimento e desenvolvimento do vegetal (GALVÃO, 2012).

O nitrogênio é o elemento presente na atmosfera terrestre que possui maiores grandezas, tendo 78% da sua composição, mas ele também é dos fatores que limitam o desenvolvimento das plantas tendo a maioria do N existente apresentada na forma molecular no espaço atmosférico (BLASIS *et al.*, 2007).

As plantas de soja adquirem N na forma mineral, como nitrato (NO_3^-) e amônia (NH_4^+), ou na forma orgânica, como ureia e aminoácidos, sendo que os mesmos não conseguem absorver o nitrogênio em sua forma molecular. Hungria; Campo; Mendes (2001) apresentam as fontes de fornecimento de N para as plantas da seguinte forma:

- Solo: basicamente pela dissociação da matéria orgânica, este reservatório é escasso podendo ser esgotado após alguns cultivos. Devem-se levar em consideração, as condições de temperaturas e umidade existentes no território brasileiro modificam os processos de decomposição e perdas de N;
- Fixação não biológica: é resultado da liberação de N via por meio de descarga elétrica no período chuvoso do verão, pela combustão e pelo vulcanismo;
- Fertilizantes nitrogenados: procedentes da refinaria de petróleo com alto custo e baixa eficiência (máxima de 50%), sendo facilmente volatizados para a atmosfera e seu uso incorreto pode desencadear impactos ambientais prejudiciais;
- Fixação biológica do nitrogênio (FBN): compreende e abarca em transformar o nitrogênio existente na atmosfera por meio de formas integráveis para plantas e animais, predominantemente por bactérias diazotróficas com rizóbios ou de vida livre como cianobactérias.

2.5 Como aplicar fixação de nitrogênio em soja

Conforme estudos divulgados, a bactéria mais utilizada no processo de fixação são as do gênero *Bradyrhizobium*. Pois é nas raízes das plantas que os nódulos são formados e é neles que as bactérias inoculantes se abrigam e recebem os alimentos da planta hospedeira e em compensação capturam o nitrogênio atmosférico (N_2) e os transforma em compostos nitrogenados que são levados até a planta hospedeira e lhe traz benefícios. E dessa forma as rizóbias se incorporam naturalmente o nitrogênio atmosférico e absorvem o carbono produzido na fotossíntese pelas plantas (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2001).

Ainda de acordo com Hungria; Campo; Mendes (2001), quanto ao uso de bactérias no cultivo da soja, a inoculação é fundamental, principalmente em áreas de primeiro cultivo de soja ou nunca foram cultivadas, tendo em vista que as bactérias, ou estão em baixos índices ou na população do solo.

O Brasil atualmente é o líder mundial na utilização de produtos biológicos movimentando um valor considerável em amplas áreas plantadas e tratadas de acordo com o MAPA (Ministério da Agricultura e Pecuária). Isso mostra que a agricultura está cada vez mais alinhada a um sistema sustentável de produção principalmente no ramo agrícola, diante disso, pode-se entender que os agricultores Brasileiros estão cada vez mais conscientes do papel que devem assumir diante dos avanços tecnológicos existentes e disponíveis, fazendo com que a produção também seja cada vez mais quantitativa (CROPLIFE, 2020).

O uso de inoculantes no Brasil acontece na mesma época da expansão da cultura da soja, tendo em vista que os solos brasileiros possuem carência de bactérias fixadoras de nitrogênio, necessitando de melhoramentos e ou até mesmo de avaliação das cultivares de soja e de bactérias fixadoras (ZILLI; CAMPO; HUNGRIA, 2010).

A utilização de inoculantes na cultura da soja tornou-se um procedimento eficaz, mostrando resultados com altos níveis de produção, além de possibilitar às plantas maior resistência a fatores bióticos e abióticos. Diante disso, percebe-se que o nitrogênio é um elemento de grande valia na obtenção de bons resultados nas produções, ressaltando que a cultura da soja requer grandes quantidades de nitrogênio durante seu desenvolvimento (BRACCINI *et al.*, 2019).

Jones (2019) descreve sobre o uso de inoculantes tendo em vista que a aplicação dos mesmos aumenta a produtividade, mas requer cuidados contínuos, podendo citar a combinação do conjunto de bactérias com os agrotóxicos utilizados nas sementes. Descreve sobre os pesticidas que destroem os microrganismos benéficos às plantas. Neste sentido, ainda foi descrito pelo autor que a produção caseira de inoculantes é favorável, porém nem sempre são indicados para as bactérias existentes e os mesmos se forem desenvolvidos de maneira incorreta, podem acarretar doenças nas plantas, animais e no homem.

A primeira etapa para garantir eficácia das sementes de soja deve ser realizada com o produto inoculante que beneficiará o crescimento da leguminosa tendo em vista recomendações importantes para o uso do produto e estas devem ser levadas em consideração visando à obtenção dos recursos desejados e esperados, podendo destacar:

- Aumento da rentabilidade;
- Redução de custos;
- Sustentabilidade;
- Aumento da qualidade do produto final.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A busca pelos estudos não necessita esgotar as fontes de informação pois a fundamentação teórica permite aprendizagem dando respaldo para o desenvolvimento do estudo. A metodologia deste estudo tem embasamento em pesquisas bibliográficas apresentadas por Sheweig; Lourenço; Menegasso (2007), usando a metodologia capaz de sustentar teoricamente parte da intenção deste estudo, visando bom desempenho no desenvolvimento da cultivar.

Para a avaliação da fertilidade do solo as amostras foram submetidas à análise química utilizando-se metodologia descrita por Van Raij; Quaggio (1983) (Tabela 1).

Tabela 1 – Análise do solo utilizado no referido experimento

Determinação	Unidades	Valores
pH CaCl ₂	1:2, 2	7,5
P Meh-1	mg dm ³	38,6
Ph CaCl ₂	1:2, 2	7,5
P Meh-1	mg dm ³	38,6
Ca ²⁺	mmolc dm ³	69
Mg ²⁺	mmolc dm ³	24

Al³⁺	mmolc dm ³	0
H+Al	mmolc dm ³	11
M.O	g/kg	33,2
C.O	g/kg	19,3
SB	mmolc dm ³	101,10
T	mmolc dm ³	101,10
CTC	mmolc dm ³	112,10
V	%	90
M	%	0
B	Mg dm ³	0,38
Cu	Mg dm ³	2
Fe	Mg dm ³	17
Mn	Mg dm ³	3,5
Zn	Mg dm ³	5,5

Fonte: Autores, 2023.

O produtor interpretou a análise de solo usando os cálculos da quinta aproximação. Após realizar os cálculos, chega-se à conclusão que a terra teve déficit de calcário, sendo necessário fazer a utilização de seis toneladas de Calcário Dolomítico-C por hectare.

Já os modos de correção foram:

- Três toneladas de Calcário Dolomítico-C na superfície antes de arar.
- Após a aplicação do calcário, realizou-se a operação de aragem do solo.
- Logo após, foram aplicadas mais três toneladas de Calcário Dolomítico-C.
- E depois, realizou-se a operação de nivelamento do solo.

3.1 Caracterização do experimento

O estudo foi realizado na fazenda Vargem Grande, Município de Pimenta/MG. O clima da região é, segundo a classificação do Köppen (1991), tropical com inverno seco, apresentando temperatura média de 24,6° e precipitação

média de 1.200 mm por ano sendo mais seco nos meses de julho e agosto com temperaturas que variam entre 28° a 30°.

A recomendação de adubação foi feita com base na análise do solo. Na adubação da semeadura utilizou:

- MAP 11-52-00 (250 KG por hectare);
- KCL (150 kg por hectare).

O procedimento adotado para semeadura foi com semeadora agrícola tracionada por trator, e as sementes foram distribuídas com semeador trator Tatu Marquesa.

- As sementes utilizadas no experimento foi a cultivar KWS 8115 IPRO;
- População de 200 mil sementes por hectare.

No tratamento da semente utilizou-se 350 ml de Inoculante (Stracfix); 120g do Inoculante Turfa; 120 ml do Germinante e 120 ml do Solubilize por saca de 200.000 sementes.

- Após 20 dias a semeadura foi aplicada: Capina química com dosagem Roundap ultra 2 kg por hectare; Himazetaphir 350 ml por hectare; 500 ml por hectare de Soja Plus Gold (Mangganês); 100 ml por hectare de LI 700 e 200 ml de Talstar por hectare.
- A aplicação dos produtos para pulverização do primeiro fungicida foi utilizado: Fusão 500 ml por hectare; Pra Café 1 kg por hectare; Connect 1litro por hectare e 100 ml de LI 700 por hectare.
- Na segunda aplicação de fungicida foi utilizado: Fox XPRO 500 ml por hectare, Abamectina 70% 100 ml por hectare, Energy ICL 1kg por hectare e 100ml de LI 700 por hectare.
- Na terceira aplicação de fungicida foi utilizado: Authoryt 500 ml por hectare; Abamectina 70% 100 ml por hectare; Talisman 700 ml por hectare; Sais 06-12-40 2kg por hectare e 100ml de LI 700 por hectare.

O desenvolvimento da cultivar ocorreu dentro dos parâmetros esperados, sem intercorrências e assim a colheita ocorreu 130 dias após a semeadura.

Cada parcela do experimento foi constituída de 7 linhas de semeadura, com 20 metros de comprimento espaçado a 50 cm entre linhas, totalizando uma área de 70m² por parcela e uma área total de 7 hectares.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Não foram observados efeitos significativos dos tratamentos para as variáveis, altura de planta, número de vagens por planta, porém, as variáveis inserções da primeira vagem, peso dos grãos de soja por planta foram diferentes após serem submetidos aos tratamentos, pelo teste de Tukey a 5% (Tabela 2).

Tratamento 1: - Sem Inoculantes.

Tratamento 2: - Inoculante *Bradyrhizobium Japonicum*;

- Geminate;
- Solubilize;
- Inoculante Turfa.

Tabela 2 - Médias das variáveis, altura da planta em cm(alt), peso dos grãos em gramas (peso), inserção das primeiras vagens (inser), número de vagens (vagens) sob diferentes formas e épocas de aplicação.

Tabela de médias				
Tratamento	Inserção da primeira vagem	Número de vagens	Peso dos grãos de soja	Altura da planta
1	7,33 a	43,86 a	39,60 a	84,36 a
2	10,96 a	52,40 b	49,56 b	83,36 a

Nota: Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Fonte: Autores, 2023.

Com base nas tabelas 3 e 4, verificou-se que os estágios da planta apresentados com inoculante, demonstrou melhor desempenho, devido a absorção do Nitrogênio, tendo a bactéria *Bradyrhizobim japonicum* papel fundamental para a planta conseguir absorver este.

Tabela 3 - Análise foliar com 20 dias após o plantio.

Bloco 1	Nitrogênio g/kg
Tratamento 1 (semente sem inoculante)	50,4
Tratamento 2 Inoculante Starfix (350g) Germinante, Cobalto, Molididenio e Níquel (120g); Solubilize (120ml); turfa (200g)	58,5
*dosagem por saca de soja 200 mil sementes	

Fonte: Autores, 2023.

Tabela 4 - Análise foliar com 70 dias após o plantio.

Bloco 1	Nitrogênio g/kg
Tratamento 1 (somente semente sem inoculação)	58,3
Tratamento 2 (inoculante Starfix soja(350ml), inoculante Trufa (200grs) Germineite (120ml) Cobalto, Molibidenio, Níquel por saca 200 mil sementes	68,8

Fonte: Autores, 2023.

Verificou-se que a sensibilidade da cultura da soja exige a presença de nutriente para o seu desenvolvimento, resguardando assim boa produtividade (MONTEIRO *et al.*, 2015). Por ser uma cultura sensível, a soja demonstra grandes necessidades de aplicação de inoculantes, pois nas fases de germinação é que promoverá o seu desenvolvimento.

Dessa forma, os estudos de Nogueira; Hungria; Aparecida (2022) destacam que o tratamento de sementes também traz inúmeros benefícios no que se refere à qualidade do cultivar e proteção contra patógenos.

Deste modo, a fixação biológica do nitrogênio foi essencial para o desenvolvimento deste experimento sendo e o mais demandado para o alcance de altas produtividades (CEREZINI *et al.*, 2012).

Evidencia-se a importância do conhecimento sobre a cultura para utilizar tecnologia aliada aos novos procedimentos como o nitrogênio tendo melhores desempenhos na produção.

Neste sentido, pode-se utilizar dos conhecimentos que avaliou a resposta da soja depois de realizar a inoculação com bactérias do gênero *Bradyrhizobim japonicum* e comprovou que áreas plantadas com a utilização do nitrogênio

respondem com maiores produtividades principalmente em relação às culturas sem inoculação.

5 CONCLUSÃO

O uso de inoculante mostrou resposta positivas no experimento apresentando melhores resultados entre o outro. As variáveis analisadas com a utilização do *Bradyrhizobium japonicum* se torna mais viável, por ter menor custo para o produtor.

Por fim, pode-se afirmar que é possível obter desenvolvimento da soja utilizando de forma correta todas as técnicas e produtos disponíveis no mercado a fim de obter bons resultados com os grãos, tendo altos níveis de produtividade com qualidade e viabilidade econômica para os produtores. Os estudos e experimentos realizados para elaborar este trabalho servirão de alicerce para o exercício profissional dos acadêmicos e para comprovar a utilização de agentes bióticos para aumento da produtividade da soja.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, V. C. R.; CARVALHO, F. K. **Cobertura das folhas de soja utilizando pontas de pulverização com diferentes formatos dos jatos**. Energia na agricultura, 37(2), 12–21, 2006.

BISSINOTO, C. **Perfil profissional do professor de ciências: mapeamento e avaliação de competências**. Enseñanza de las ciencias, 2013, Extra: 00393-397.

BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Vicoso: UFV. 817 p. 1999.

BRACCINI, A. L.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, C. S.; SEDIYAMA, T. Teste de envelhecimento acelerado e suas relações com o potencial fisiológico de sementes de soja. **Jornal of Seed Science**, 41, 301-308, 2019.

CARDOSO, L. A. S. **Variabilidade espacial dos atributos químicos do solo e proposição de manejo sustentável para agricultura familiar, comunidade de Cariambá**. Bragança Pará Sinergia, 21(1), 39-47, 2017.

CATTELAN, A. J.; DALL'AGNOL; GAZZONI. **O rápido crescimento da soja no Brasil**. OCL, 25 (1), D102, 2018.

CEREZINI, P.; FAGOTTI, D.; KUWANO, B.; SOUZA, D.; PIPOLO, A.; HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. **Fixação biológica de nitrogênio em genótipos de soja com diferentes níveis de tolerância ao estresse hídrico**. In: Embrapa Soja- Artigo em anais de congresso (ALICE), 2012.

CONAB. **Estimativa do escoamento das exportações do complexo soia e milho pelos portos nacionais safra 2016/17**. CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília. 2017.

CROPLIFE. **Crescente adoção de produtos biológicos no mundo, e o Brasil são protagonistas**. Disponível em: <<https://croplifebrasil.org/produtosbiologicos/crescente-adocao-de-produtos-biologicos-no-mundo-e-o-brasil-e-protagonista/>>. Acesso em: 18 set. 2023.

CRUZ, S. C. S.; SENA JUNIOR, D. G.; SANTOS, D. M. A.; LUNEZZO, L. O.; MACHADO, C. G. Cultivo de soja sob diferentes densidades de semeadura e arranjos espaciais. **Revista de Agricultura Neotropical**, v.3, n.1, p.1–6, 2016.

DINIZ, F. O. **Qualidade fisiológica e sanitária, teor de óleo e proteína de sementes de cultivares de soja, em três épocas de colheita.** 2009.

GALVÃO, F. C. A. **Desempenho da cultura da soja sob diferentes recomendações de adubação:** estudo de caso, fazenda Verde, Cristalina - GO. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Universidade de Brasília, Unb. Brasília, 2012.

GAZZONI, D. L. **A soja no Brasil é movida por inovações tecnológicas.** Ciência e Cultura, 2018, 70.3: 16-18.

BONATO, I.T. **Análise histórico – comparada do desenvolvimento do mercado de vinho em três regiões produtoras do Brasil.** 2020.

HUNGRIA, M.; CAMPO R. J; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja.** Londrina, Embrapa Soja, 2001. 48 p. (Circular Técnica / Embrapa Soja, ISSN 1516-7860; n.35).

JONES, F. Os primeiros inoculantes: produtos feitos com bactérias que captam nitrogênio na lavoura de soja remontam aos anos 1960. **Revista pesquisa FARESP.** nº 285, 2019. Disponível em: <<https://revistapesquisa>>. Acesso em: 19 out. 2023.

BLASIS, P. A. D. D.; ba, A.; SCHEEL-YBERT, R.; GIANNINI, P. C. F.; GASPAR, M. D. **Sambaquis e paisagem:** dinâmica natural e agricultura regional no litoral do sul do Brasil. Arqueologia Sul-Americana, 3(1), 29-61, 2007.

KOPPEN, A. Balanço de radiação da soja em regiões subtropical do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n.3,p.411-418,1991.

MARCON, E. C., ROMIO, S. C., MACCARI, V. M., KLEIN, C., LÁJUS, C. R. Uso de diferentes fontes de nitrogênio na cultura da soja. **Revista Thema**, v. 14, n. 2, p. 298-308; 2017.

MATSUO, D.; MARIN, S.; SILVEIRA, C.; FUGANTI-PAGLIARINI, R.; NEPOMUCENO, A. Análise da segregação da progênie de plantas de soja transformadas via *Agrobacterium tumefaciens* para tolerância a seca. **Revista É**, 2015.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Política agrícola brasileira para a agricultura e demais culturas de inverno.** Brasília: MAPA/ACS, 2013.

MONTEIRO, M. R. P.; COSTA, N. M. B.; OLIVEIRA, M. G. D. A.; PIRES, C. V.; MOREIRA, M. A. Qualidade protéica de linhagem de soja com ausência do Inibidor de Tripsina Kunitz e das isoenzimas Lipoxigeneases. **Revista de Nutrição**, v. 17, p.195 – 205, 2017.

MORAES, F.; DA SILVA, M. V. **A objetividade jornalística tem raça e tem gênero**: a subjetividade como estratégia descolonizadora. *Mídia e zeitgeist*.p. 113-138,2021.

NOGUEIRA, M. A., HUNGRIA, M.; APARECIDA, R. **Coinoculação da soja com Bradyrhizobium e Azospirillum na safra 2021/2022 no Paraná**. Paraná, 2022.

PICCOLI, E. **A importância da soja para o agronegócio**: uma análise sob o enfoque do aumento da produção de agricultores no município de Santa Cecília do Sul. Monografia, 45 pg. 2018. Tapejara, RS.

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.

RAY, B. VAN; QUAGGIO, J. A., **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas. Instituto Agrônomo 1983.

RONSANI, A.L; PINHEIRO; PURIN, P. **Efeitos de diferentes formulações e técnicas de inoculação no crescimento da soja**. XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Ago. 2013. Florianópolis – SC (ROSANI, 2013).

ROSSI, R. F.; CAVARIANI, C.; FRANÇA-NETO, J. B. Vigor de sementes, população de plantas e desempenho agrônomo de soja. **Revista de Ciências Agrárias**, v.60, n.3, p.215-222, 2017.

SCHWEIG, L. A.; OLIVEIRA LOURENÇO, E. S.; MENEGASSO, G. D. Inoculante de longa vida na cultura da soja sob plantio direto. **Revista Faz Ciência**,19 (30), 99-99, 2007.

ZILLI, Jerri Edson; CAMPO, Rubens Jose; HUNGRIA, Mariângela. **Eficácia da inoculação de Bradyrhizobium em pré – semeadura de soja**. Pesquisa agropecuária brasileira, v. 45, p. 335 - 337, 2010.

APÊNDICE

Procedimentos adotados na realização do experimento com registros fotográficos.

Figura 1 - Fazendo o cálculo do produto Germinate



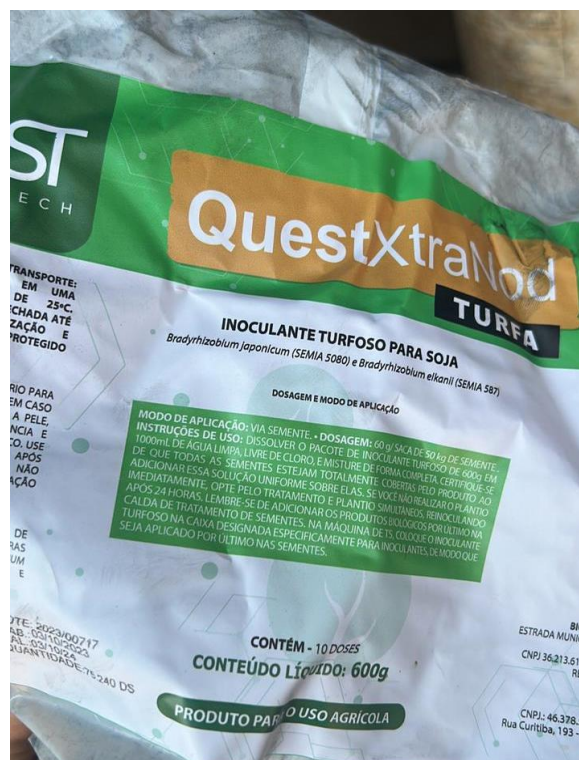
Fonte: Autores, 2023.

Figura 2 - Inoculante líquido *Bradyrhizobim japonicum*



Fonte: Autores, 2023.

Figura 3 - Inoculante em pó *Bradyrhizobim japonicum* (turfa)



Fonte: Autores, 2023

Figura 4 - Misturador para tratamento de sementes



Fonte: Autores, 2023.

Figura 5 - Tratamento da semente finalizado



Fonte: Autores, 2023.

Figura 6 - Soja com nódulos *Bradyrhizobim japonicum*



Fonte: Autores, 2023.

Figura 7 - Soja em campo



Fonte: Autores, 2023.