



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ
CAMPUS LUIZ MENEGHEL
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

RODRIGO FERRARI CONTIN

**AVALIAÇÃO DE INOCULANTE LONGA VIDA EM DIFERENTES PERÍODOS DE
TEMPO EM PRÉ-SEMEADURA NA CULTURA DA SOJA (*Glycine max* L.)**

BANDEIRANTES, PR, BRASIL

2021

RODRIGO FERRARI CONTIN

**AVALIAÇÃO DE INOCULANTE LONGA VIDA EM DIFERENTES PERÍODOS DE
TEMPO EM PRÉ-SEMEADURA NA CULTURA DA SOJA (*Glycine max* L.)**

Dissertação apresentada ao Programa de
Mestrado em Agronomia, da
Universidade Estadual do Norte do
Paraná, *Campus* Luiz Meneghel.

Orientador: Prof. Dr. Silvestre Bellettini

BANDEIRANTES, PR, BRASIL

2021

Ficha catalográfica elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UENP

Fa Ferrari Contin, Rodrigo
AVALIAÇÃO DE INOCULANTE LONGA VIDA EM DIFERENTES
PERÍODOS DE TEMPO EM PRÉ-SEMEADURA NA CULTURA DA SOJA
(Glycine max L.) / Rodrigo Ferrari Contin;
orientador Silvestre Bellettini - Bandeirantes,
2021.
40 p. :il.
Dissertação (Mestrado Acadêmico Agronomia) -
Universidade Estadual do Norte do Paraná, Centro de
Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em
Agronomia, 2021.
1. Soja. 2. Fixação Biológica. 3. Nitrogênio. 4.
Fertilização. I. Bellettini, Silvestre , orient. II.
Título.

RODRIGO FERRARI CONTIN

AVALIAÇÃO DE INOCULANTE LONGA VIDA EM DIFERENTES PERÍODOS DE TEMPO EM PRÉ-SEMEADURA NA CULTURA DA SOJA (*Glycine max* L.)

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Agronomia, da Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel.

Aprovado em 09/06/2021

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Silvestre Bellettini - UENP

Prof. Dr. Hatiro Tashima - UENP

Prof. Dr. Fabio Augusto Manetti - UNIFIO

Prof. Dr. Silvestre Bellettini
Orientador
Universidade Estadual do Norte do
Paraná, *Campus* Luiz Meneghel

Aos pais Renato e Suzinei, e a irmã Bruna,
Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me proporcionar saúde, coragem e proteção em todas as viagens.

Aos Pais, Suzinei, Renato e a irmã Bruna pelo amor e apoio em todas as etapas não somente nessas horas de estudos, mas em todos os momentos da minha vida.

Aos amigos que sempre estiveram comigo, Talis, Luis, Alfredo, Igor, Tarciso, Felipe, João, Élcio, Fábio, Paulo, José, Amanda, Andressa, Mauricio, Micaela e aos demais, sempre estarão marcados em meu coração.

A namorada Izabela, que faz meus dias serem mais leves, felizes, me apoiando.

Aos tios Adriana e Tarciso (*in memorian*), que sempre prestaram apoio.

A Fazenda Kalpana e ao Sr. César que deram estrutura e condições para a continuação dos estudos e dedicação a pesquisa.

Ao Prof. Dr. Silvestre Bellettini, pela orientação, ensinamentos, paciência e exemplo de professor, profissional e amigo, tenho a honra de lhe apresentar como orientador.

A Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP/CLM), de Bandeirantes, por mostrar e proporcionar tantos conhecimentos e também a UniFio onde iniciei os estudos em agronomia, em especial ao professor e amigo Dr. Hugo Catão, pessoa que me encaminhou aos primeiros passos junto a pesquisa.

“Não importa o que você seja, quem você seja, ou que deseje, na vida, a ousadia em ser diferente reflete a sua personalidade no seu caráter naquilo que você é, e assim as pessoas lembrarão de você um dia.”

Ayrton Senna

CONTIN, Rodrigo Ferrari. **Avaliação de inoculante longa vida em diferentes períodos de tempo na pré semeadura na cultura da soja (*Glycine max* L.)**. 2021. 40 f. Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, Bandeirantes, 2021.

RESUMO

Em busca de avanços tecnológicos para a produção da soja, pesquisadores estudam a fixação biológica de nitrogênio (FBN), por ser uma cultura que demanda quantidade elevada de nitrogênio para se desenvolver. A inoculação de sementes é uma tecnologia que estabelece o contato físico necessário da semente da soja como veículo das bactérias fixadoras de nitrogênio na semente. Avaliou-se na safra 2019/2020, inoculante longa vida na cultura da soja aos 0, 15, 30, 45 e 60 dias antes da semeadura sob as variáveis altura da parte aérea e diâmetro do caule das plantas, massa seca e fresca da parte aérea e raízes, quantidade de vagens com um, dois e três grãos, massa de mil grãos e produtividade. Nas variáveis avaliadas, a utilização de inoculante longa vida é uma tecnologia viável sendo recomendada a sua utilização na semeadura da soja.

Palavras-chave: Soja. Fixação Biológica. Nitrogênio. Fertilização

CONTIN, Rodrigo Ferrari. **Avaliation of long life inoculation in different periods in pre sowing of soybean (*Glycine max* L.)**. 2021. 40 f. Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, Bandeirantes, 2021.

ABSTRACT

In search of technological advances for soybean production, many researchers are dedicated to the study of biological nitrogen fixation (FBN) in soybeans, because it is a crop that demands a high amount to develop. Seed inoculation is a technology that establishes the necessary physical contact of the soybean seed as a vehicle for the nitrogen-fixing bacteria in the seed. The present study evaluated long-life inoculants in the soybean crop at 0, 15, 30, 45 and 60 days before seeding under the height of the aerial part and stem diameter of the plants, dry and fresh mass of the aerial part and roots, amount of pods with three, two and one grains, mass of a thousand grains and productivity. In the evaluated variables, the use of long-life inoculant is viable technology and its use in soybean sowing is recommended.

Keywords: Soybean. Biological Fixation. Nitrogen. Fertilization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Processo de nodulação de rizóbios em raízes de leguminosas.....	18
Figura 2. Area experimental. Santa Cruz do Rio Pardo - SP, 2019.	22
Figura 3. Médias da Precipitação pluvial (pp) em milímetros (mm), Temperatura máxima (T _{máx.} (°C)) e mínima (T _{mín.} (°C)), no período do experimento safra 2019/2020 em Santa Cruz do Rio Pardo - SP..	23
Figura 4. Exemplo de plantas avaliadas, no nº de vagens, massa seca e fresca de parte aérea e de raiz, a esquerda, e mensuração da altura de plantas, a direita. Santa Cruz do Rio Pardo-SP, 2020.	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tratamentos, abreviaturas e dose do inoculante em concentração de 5×10^9	24
Tabela 2. Análise química do solo.....	26
Tabela 3. Médias de diâmetro do caule (mm) e altura das plantas (cm) aos 60 e 100 dias após a emergência (DAE).	29
Tabela 4. Média do número de nódulos aos 40 e 60 dias após a emergência (DAE)	30
Tabela 5. Massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca das raízes (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes (MSR) de acordo com os diferentes tratamentos, em gramas.	31
Tabela 6. Número de vagens com três grãos (NV3), número de vagens com dois grãos (NV2), número de vagens com um grão (NV1), número de vagens total (NVT), massa de mil grãos (MMG), em gramas e Produtividade kg ha^{-1}	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 A cultura da soja (<i>Glycine max</i> L.).....	16
2.2. Inoculação de sementes de soja utilizando bactérias do gênero (<i>Bradyrhizobium</i>)	17
2.3 Inoculação longa vida.	21
3 MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Descrição ambiental do local do experimento.....	23
3.2 Delineamento experimental e tratamentos	25
3.3 Avaliações	26
3.3.1 Diâmetro do caule e altura das plantas.....	26
3.3.2 Número de nódulos por planta	26
3.3.3 Massa fresca	27
3.3.4 Massa seca.....	27
3.3.5 Produtividade, Número de vagens e Massa de mil grãos.....	27
3.4 Análises estatísticas	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1 Altura de plantas e diâmetro do caule.....	29
4.2 Número de nódulos por planta	30
4.3 Massa seca e fresca (MFPA, MFR, MSPA e MSR)	32
4.4 Produtividade, Número de Vagens e Massa de Mil Grãos	33
5 CONCLUSÃO.....	35
6 REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de soja, tendo na safra 2019/20 área de 36.949,7 (mil ha), produção de 124.844,8 (mil t) e produtividade de 3.379 kg ha⁻¹ de acordo com a CONAB (2021).

A produção de soja é motivada basicamente pela demanda de farelos e óleos, a produção mundial de oleaginosas equivale a 42% de toda produção de grãos no mundo, nessa estatística a soja é a oleaginosa de maior destaque mundial e nacional (BEZERRA et al., 2015).

Considerando a importância econômica da cultura da soja apresentado por (BEZERRA et al., 2015), a representatividade do Brasil na produção mundial faz-se a necessidade constante de busca por novas tecnologias para o aumento progressivo da produtividade (EMBRAPA, 2019).

Os grãos de soja são ricos em proteína apresentando um teor médio de 6,5% de Nitrogênio (N), dessa forma, Hungria, Campo e Mendes (2001) afirmam que o N é o elemento requerido em maior quantidade na cultura da soja, com uma demanda de aproximadamente 80 kg de N por toneladas de grãos produzidos, sendo que as fontes de fornecimento de N são: solo, fixação não-biológica, fertilizantes e fixação biológica.

Um dos principais componentes do processo de obtenção de nitrogênio para a cultura da soja, é o processo de fixação biológica (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2007). O uso de processo biológico da fixação de nitrogênio, visa obtenção de tetos máximos de produtividade com melhor relação custo/benefício e impacto ambiental mínimo (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2001)

Um método tradicional é a técnica da inoculação da semente com *Bradyrhizobium* spp., visando o aumento na eficiência na FBN e conseqüentemente oferta de nitrogênio para cultura. De acordo com Hungria e Nogueira (2014), mesmo em áreas consolidadas com a soja, por mais que a nodulação ocorra naturalmente, a reinoculação todos os anos deve ser realizada trazendo ganhos médios de 4,5% na produtividade.

Tanto quanto a inoculação, o tratamento químico de sementes com fungicidas e inseticidas também é uma prática difundida e fundamental para o estabelecimento da cultura da soja, visando a supressão de pragas iniciais e possíveis patógenos que venham a ocorrer. O uso de defensivos agrícolas no tratamento de sementes confere à planta condições de defesa, o que possibilita maior potencial para o desenvolvimento inicial da cultura (PIAS, 2014).

O uso de tratamentos de sementes tradicionais, com produtos químicos como inseticidas, fungicidas, nematicidas e, por vezes ainda micronutrientes a fim de melhorar a nutrição nas fases iniciais da cultura, geralmente trazem prejuízos à população bacteriana (PASTORE, 2016). Devido a esses possíveis efeitos antagônicos que geram a mortalidade dos rizóbios, tradicionalmente se recomenda que a semeadura ocorra imediatamente após a inoculação, preferencialmente no mesmo dia (EMBRAPA, 2020).

As formas de inoculantes encontrados no mercado são: turfosos, líquidos e recentemente os inoculantes longa vida (MORO, 2018). Os inoculantes turfosos e líquidos são aplicados diretamente nas sementes, processo de inoculação considerado tradicional e posteriormente no sulco de semeadura, em pulverização, então, o método tradicional de adição de inoculante pode ser substituído pela aplicação via sulco. Também com a utilização de inoculantes na forma líquida criou-se a possibilidade da inoculação por pulverização na semeadura, essa operação ocorre logo após as sementes serem depositadas no solo, entretanto, essa opção é menos eficaz do que a inoculação das sementes, ou no sulco (ZILLI et al., 2008; HUNGRIA et al., 2015). Com o avanço da pesquisa uma prática que vem ganhando grandes proporções é a pré-inoculação de sementes. Esse método permite ao produtor ganhos em otimizar a janela de semeadura, logística, praticidade e eficiência do processo de inoculação (EMBRAPA, 2020).

Entretanto, avaliando diferentes inoculantes e formas de inoculação e sua influência sobre os componentes de produção e teor de nitrogênio da cultura da soja, Rengel et al. (2018), não observaram diferenças entre a inoculação no sulco e na semente.

A necessidade de otimizar cada vez mais o tempo da janela de semeadura mostra que a utilização de inoculantes longa vida se faz interessante, pois possibilitam a inoculação antecipada à semeadura, permitindo um prolongamento da vida útil das bactérias do gênero *Bradyrhizobium* (SCHWEIG; LOURENÇO; MENEGASSO, 2017).

O inoculante de longa vida possui Tecnologia Osmo Protetora (TOP), que promove um alto rendimento metabólico e fisiológico das bactérias que resulta em alta concentração bacteriana (RIZOBACTER, 2021).

Para Schweig, Lourenço e Menegasso, (2017) quando avaliaram o desempenho agrônômico da cultura da soja em plantio direto utilizando inoculante longa vida em diferentes épocas antes da semeadura, a “antecipação da inoculação em até 25 dias antes, proporcionou produtividades na cultura da soja semelhantes à inoculação no momento da semeadura”.

Nogueira e Hungria (2018), destacam que os máximos benefícios da FBN somente serão alcançados seguindo uma série de cuidados, onde no caso de inoculantes longa vida, as condições de armazenamento da semente tratada são ainda mais críticas para a sobrevivência da bactéria, principalmente ao fator temperatura, sendo que no momento da semeadura devem constar de 80 mil a 100 mil células por semente.

Portanto, é objetivo desse trabalho testar inoculante longa vida em diferentes períodos antes da semeadura, no crescimento das plantas, massa seca e fresca, quantidade de vagens e massa de 1000 grãos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura da soja (*Glycine max* L.)

A soja (*Glycine max* L. Merrill) tem seu centro de origem o continente asiático, mais precisamente na China antiga. Há referências que esta oleaginosa era a base alimentar do povo chinês há mais de 5.000 anos. Durante séculos, esta cultura permaneceu cultivada somente no Oriente, inexistindo intercâmbio com o ocidente. Apenas após a chegada dos primeiros navios europeus no ocidente, no fim do século XV, a soja começou a ser cultivada em estações experimentais ocidentais para sua domesticação (CÂMARA, 2014).

No Brasil, sua introdução ocorreu na Bahia em 1882, ao decorrer dos anos e estudos em todas as regiões do Brasil, encontrando ambientes adequados para o cultivo inicialmente na região sul, e posteriormente nas regiões sudeste e centro-oeste após seleção de materiais adaptados para cada região (CÂMARA, 2014).

Esta cultura é classificada como planta herbácea, de germinação epígea, com hábito de crescimento que podem ter o hábito de crescimento determinado, indeterminado ou semideterminado, sendo de porte ereto e prostrado e, dependendo da cultivar, o seu ciclo pode variar de 70 a 200 dias (MATSUO; FERREIRA; SEDIYAMA, 2015).

Está oleaginosa é a principal commodity da exportação brasileira, sendo que o seu crescimento nos últimos quarenta anos multiplicou-se mais de quatro vezes. O estado do Mato Grosso é o principal produtor e exportador, sendo a soja responsável por 51% da arrecadação do ICMS e 50% do PIB estatal. Após a colheita, 44% do grão de soja é exportado em *in natura*, 7% são estocados e utilizados para outros fins e 49% é processando, deste processo, 79% da soja é utilizada para a produção de farelo e 21% para a produção de óleo (APROSOJA, 2021).

Tratando-se de fertilização, a cultura da soja tem a alta necessidade de nitrogênio (N) em seu metabolismo, constituindo de 2 a 5% da massa seca da planta, já que ele desempenha papel fundamental para a planta, ligado diretamente a biossíntese de aminoácidos e proteínas, além de ser constituinte de macromoléculas e enzimas (FAQUIN, 2005). A soja exporta aproximadamente 61 kg de nitrogênio (N) por tonelada de grão, sendo o segundo elemento mais exportado pela cultura, atrás do fósforo com 65 kg por tonelada (EMBRAPA, 2020).

Os grãos de soja são ricos em proteína apresentando um teor médio de 6,5% de Nitrogênio (N), dessa forma, salienta-se que, a possibilidade deste cultivo se deve grande parte a fixação biológica de nitrogênio (FBN) responsável por todo o fornecimento de nitrogênio para a planta, desta forma não sendo mais necessária fertilização química de nitrogenados, diminuindo assim seu custo de cultivo (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2001).

2.2. Inoculação de sementes de soja utilizando bactérias do gênero (*Bradyrhizobium*)

Inicialmente, a semente de soja deve germinar para que então ocorra a infecção das bactérias fixadoras de nitrogênio. Este processo de germinação é caracterizado por Matsuo, Ferreira e Sedyama (2015), como no contato da semente com o solo é o início da germinação, este processo necessita de água, boas condições de temperatura e arejamento. A superfície da semente absorve a água o que resulta no início do crescimento e desenvolvimento celular. Para a emissão da radícula, acontece transformações e a mobilização de substâncias de reserva que se localizam nos cotilédones e após estes fenômenos, a radícula perfura o tegumento e se alonga.

Para que se atinja altas produtividades o elemento nitrogênio é de grande importância e a forma mais eficiente para fornecer ele é com a utilização da inoculação, com isso ocorrerá a FBN, e a infecção das raízes pelas bactérias, e sendo que estas se estabelecerão, colonizando e formando nódulos juntos das raízes, disponibilizando então nitrogênio para a cultura da soja, sendo esse elemento é extraído da atmosfera (SANTOS et al., 2019; EMBRAPA, 2020).

Com objetivo de estabelecer alta população de rizóbios no solo de área de primeiro cultivo, que receberá a cultura da soja pela primeira vez, a inoculação ou a “inoculação de manutenção” existe a necessidade do uso da dose mínima de adubação com nutrientes minerais (CÂMARA, 2015).

Alguns anos atrás, *Rhizobium japonicum* era o nome dado as bactérias que formam nódulos nas raízes de soja, porém com o avanço nos estudos de bactérias, foram descobertas diferenças, principalmente em sua genética, criando assim classificações, *Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium elkanii* ou *Bradirrizóbio* e *Rizóbio* (HUNGRIA, CAMPO e MENDES, 2001).

Para que se forme um nódulo, é necessário um processo complexo com muitos estágios. Sementes em germinação e raízes expõem moléculas que possui uma atração química de rizóbios, o que induz o crescimento das bactérias em sua planta hospedeira. A bactéria penetra na raiz da soja e assim surgem específicas células da planta que é hospedeira, fazendo com que apareçam os nódulos, que é o local em que ficarão acomodados. Além disso devido essas bactérias não serem oriundas dos solos brasileiros, faz se necessário a inoculação. Entretanto mesmo em áreas que o plantio de soja e a inoculação já são práticas decorrentes a reinoculação todos os anos é de extrema importância e isso pode trazer ganhos médios de 4,5% na produtividade (HUNGRIA; NOGUEIRA, 2014).

O Brasil com o passar dos anos tem sido um modelo na aplicação e utilização dos benefícios da FBN, muito por estar utilizando uma estirpe que demonstra grande eficiência no processo sendo essa a *Bradyrhizobium japonicum*, estimativas mostram que a contribuição da inoculação, gerando mais de 300 kg de nitrogênio por hectare e deixando de 20 a 30 kg N ha⁻¹ á para a cultura subsequente (HUNGRIA, CAMPO e MENDES, 2007).

Os nódulos são considerados novos órgãos e esses se consistem praticamente em células infectadas das plantas por bactérias, com isso ocorre a fixação do nitrogênio. O processo da formação dos nódulos ocorre aproximadamente duas horas depois que se tenha a interação da bactéria com as raízes. Os chamados nódulos primários se desenvolvem em locais de alongamentos e nas zonas quem formam os pequenos pelos radiculares, principal região de preferência para a infecção que é realizada pelas bactérias fixadoras (FAGAN et al., 2007).

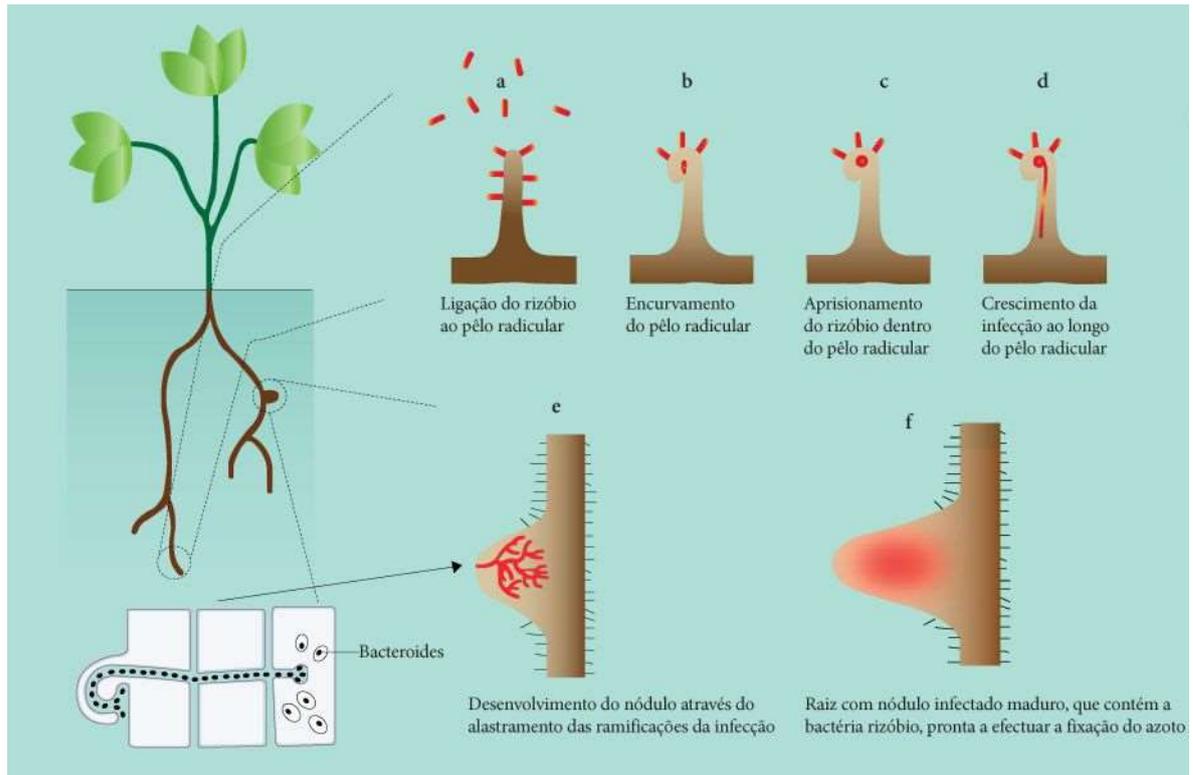


Figura 1 - Processo de nodulação de rizóbios em raízes de leguminosas (Adaptado de Cnidus, 2009).

A infecção pelo rizóbio possui diferentes agentes sinalizadores entre a bactéria e a planta Gerahty et al., (1992) e Timmers, Auriac e Truchet (1999) explicam que a bactéria responsável pela nodulação percorre em direção da raiz em função de uma resposta quimiotástica. Por sua vez, a resposta é fruto da afinidade pelos isoflavonóides e betaínas secretadas pelas raízes. Tudo isso atua como atrativos para as bactérias ativando enzimas, essas provocam a transcrição do gene *nod*, por sua vez esses genes são responsáveis por codificar moléculas sinalizadoras de lipoquitina e oligossacarídeos. Já a planta responsável por hospedar as bactérias apresentam receptores que aparentam ser lecitinas específicas as quais são produzidas na região dos pelos radiculares.

Gerahty et al. (1992), explicam de maneira cronológica, como ocorre a alteração de anatomia nas raízes de plantas de soja após ter a infecção, ao ser iniciada as divisões celulares fora e dentro do córtex radicular, constituindo nódulos meristemáticos e assim ocorrem consecutivas divisões mitóticas. Esses processos podem ser explicados de maneira cronológica através de estágios de desenvolvimento e crescimento nodular, sendo que estágio 0 é correspondente à raiz sem infecção, estágio I - começo da infecção, estágio II- células externas do córtex começam a se dividir, estágio III – a divisão é clara no córtex interno e em

algumas outras células do cortéx externo, estágio IV – as células se tornam mais isodiamétricas e contam com algumas divisões obliquas internamente e externamente no cortéx e com isso é formado um meristema nodular, estágio V – ocorre o aumento do meristema e estágio VI – ocorre a emergência do nódulo .

Com a formação do nódulo as bactérias do seu interior são liberadas para produzir novas infecções no protoplasma, dividem-se, a membrana que envolve sua superfície aumenta para acomodar o crescimento microbiano (GERAHTY et al., 1992; TIMMERS; AURIAC; TRUCHET, 1999).

No estágio V, tem o controle de expansão do nódulo, através da autorregulação que realiza a maturidade do nódulo, ocorrendo a queda de divisão bacteriana e se inicia o aumento de tamanho das bactérias, diferenciando as organelas endossimbióticas que fixam o nitrogênio denominados bacterióides, o peribacterióide é a membrana que faz o envolvimento destas organelas, facilitando a troca de nitrogênio fixado pelos bacterióides por elementos que são fornecidos pelas plantas. (TAÍZ & ZIEGER, 2017).

No decorrer do contato as células que se encontram nos pelos radiculares liberam fontes de nodulação são liberadas, causando assim seu enrolamento e, com o avanço da infecção é formado um caminho por dentro do pelo radicular, já no periciclo começa o rearranjo microtubular, logo em seguida ocorre o estímulo das células que ficam na parte interna do cortéx, essas se dividem e formam um primórdio. Posteriormente, ocorre a infecção nos pelos radiculares, que fica localizada distante da área radicular que é ativada. O início da ativação celular ocorre progressivamente para a parte externa e o meio do cortéx de na companhia de dois gradientes na diferenciação celular, com isso ocorre a formação do primórdio nodular.

Em seus estudos, Zuffo et al. (2019), teve como objetivo avaliar doses e épocas de aplicação de nitrogênio associada à inoculação de bactérias *Bradyrhizobium japonicum*, na nodulação e no crescimento inicial de duas cultivares de soja. Nesse processo os autores afirmam que a adubação nitrogenada na cultura da soja, independente da época de aplicação ou cultivar diminui o número, volume e matéria seca dos nódulos, diminuindo o desenvolvimento radicular.

Para Câmara (2015), a inoculação tem uma série de vantagens, sendo o preço do inoculante inferior aos fertilizantes nitrogenados, melhor assimilação de nitrogênio fornecido através da fixação simbiótica e o N resultante de fixação biológica não é lixiviado e não provoca acidificação no solo. Para Zuffo et al. (2019) a adubação nitrogenada na soja só

deverá ser utilizada em casos em que for mais econômico ao produtor comprar adubo formulado, em que N faça parte da composição.

Aratani et al. (2008), discorreu sobre adubação nitrogenada em soja na implantação do sistema de plantio direto, cujo objetivo foi avaliar o efeito de épocas de aplicação de nitrogênio na soja em plantio direto sob palha de duas espécies utilizadas para a cobertura do solo na região de cerrado. Seu estudo concluiu que a adubação nitrogenada (nas condições do ensaio) não proporciona aumento de produtividade em relação ao tratamento sem aplicação de N.

Segundo Zuffo et al. (2019), a adubação nitrogenada pode afetar o processo de simbiose da soja com a bactéria *Bradyrhizobium*, alterando a eficiência da fixação biológica de N, da mesma forma Câmara (2015), afirma que a adubação de manutenção com N mineral não é recomendada devido ao antagonismo com o sistema biológico de fixação de N.

Ao falar sobre nutrição nitrogenada, fixação biológica de N₂ e adubação nitrogenada no rendimento de grãos de soja no Brasil, Húgria et al. (2006) afirmam que a aplicação de fertilizante nitrogenado diminuiu a nodulação e a contribuição de fixação biológica de N, assim como também observaram que comparado ao controle não inoculado, a reinoculação aumentou significativamente a fixação biológica de N (HUNGRIA et al., 2006) concluíram que os resultados destacam os benefícios econômicos e ambientais decorrentes da substituição de fertilizante nitrogenado por inoculação no Brasil.

2.3 Inoculante longa vida.

Em meio as discussões entre fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja, uma das inovações nas pesquisas e testes tem sido a técnica da inoculação de sementes, todavia os questionamentos estão em torno do manuseio do inoculante, bem como seu preparo.

A tecnologia de pré inoculação de sementes de soja por longos períodos, com comunidade bactéria satisfatória durante o plantio permite aos agricultores se dedicarem totalmente a operação de semeadura, sem preocupações com a inoculação diária. Desta forma, a demanda por inoculantes líquidos de fácil aplicação e com eficácia garantida nas sementes pré inoculadas (HUNGRIA et al., 2020).

O problema encontrado nesse momento da pesquisa é quanto tempo antes da semeadura pode ser feito a inoculação, entendendo que se houver uma sequência operacional

de tratamentos químicos a inoculação sempre deverá ser a última operação (CÂMARA, 2015; HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2007).

A pesquisa apresentada por Schweig, Lourenço e Menegasso (2017) usa metodologia capaz de sustentar teoricamente parte da intenção dessa pesquisa, isso porque avaliou o desempenho agrônômico da cultura da soja em plantio direto, utilizando-se o inoculante longa vida associado ao tratamento de sementes em diferentes épocas antes da semeadura, é importante destacar que parte da conclusão dos autores salienta que antecipação da inoculação em até 25 dias antes, proporcionou produtividades na cultura da soja semelhantes à inoculação no momento da semeadura.

Segundo Schweig, Lourenço e Menegasso (2017) o tempo de até 25 dias de antecedência da inoculação das sementes foi satisfatório, devido a tecnologia do inoculante longa vida, com maior carga bacteriana e estar em conjunto a um osmoprotetor, diminuindo o efeito do tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas.

A utilização de osmoprotetores nas sementes de soja tratadas de quatro a sete dias antes da semeadura, apresentou acréscimos de 10,8% a 8,3% respectivamente, quando comparadas às sementes da cultivar NA 5909 RG sem o protetor em solos com pH 5,3. Portanto a utilização de um polímero osmoprotetor juntamente com a bactéria *Bradyrhizobium elkanii* podem ser utilizados em solos com baixo potencial hidrogeniônico, ocorrendo o aumento da produtividade e massa seca de nódulos (STECCA et al., 2018).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento e classificação climática

O experimento foi conduzido em uma propriedade rural, no ano agrícola 2019/2020, com coordenadas 22°8'02,09" Sul e 49°6'59,47" Oeste, altitude de 578 metros, localizado na região de Santa Cruz do Rio Pardo, estado de São Paulo, Brasil.

Segundo a classificação brasileira de solos, o solo é classificado como um Latossolo Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2018).

O clima regional, de acordo com a classificação de Köppen (Köppen, 1931), é subtropical úmido (Cfa), com verão quente e chuvoso, geadas esparsas, sem estação seca definida, e com temperatura e precipitação médias anuais de 21,2 °C e 1392 mm, respectivamente.



Figura 2 - Área experimental. Santa Cruz do Rio Pardo - SP, 2019.

Foto: CONTIN, R. F (2019)

A Figura 2 apresenta os dados da precipitação pluvial obtidos no Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO), durante a condução do experimento conforme a Figura 3.

A atuação da água determina o bom funcionamento metabólico e fisiológico da planta, a regulação térmica, turgescência além de solvente para os minerais disponíveis no solo, levando a absorção nutricional pelas raízes (INKLMAN, 2019). Durante o período do experimento não houve interferência quanto a precipitação pluvial ao desenvolvimento da cultura, visto que no final de seu ciclo a necessidade hídrica entra em declínio (BERLATO, MATZENAUER, BERGAMASCHI, 1986).

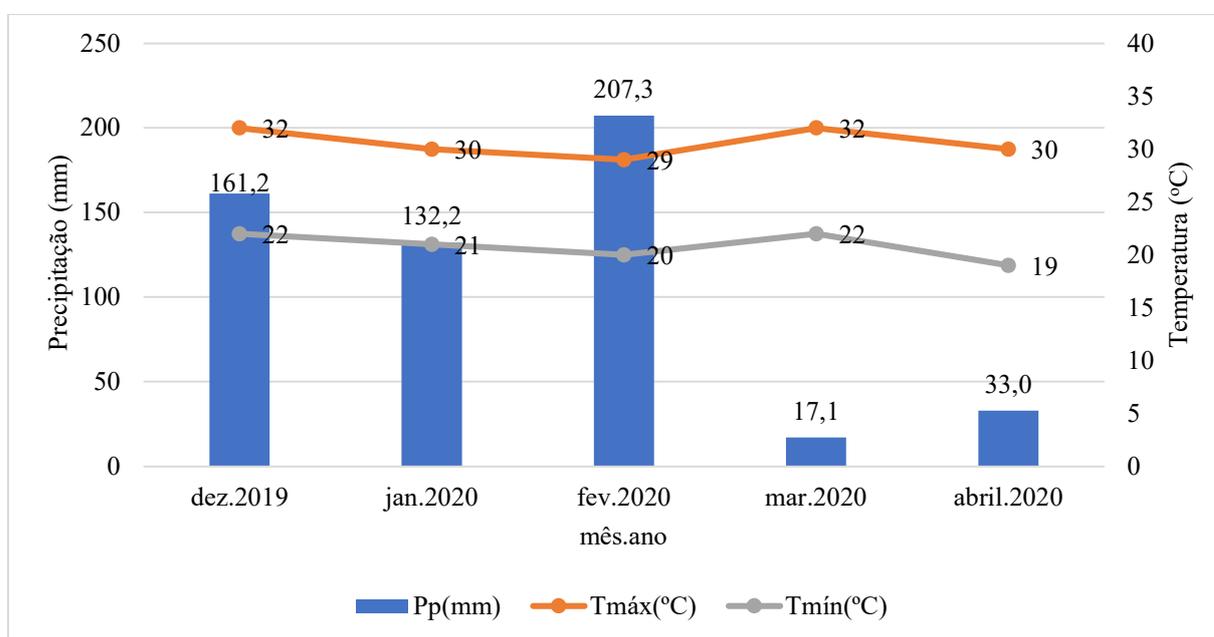


Figura 3 - Médias da Precipitação pluvial (pp) em milímetros (mm), Temperatura máxima (Tmáx. (°C)) e mínima (Tmín. (°C)), no período do experimento safra 2019/2020 em Santa Cruz do Rio Pardo - SP.

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições, descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos, abreviaturas e dose do inoculante em concentração de 5×10^9

Tratamentos	Abreviatura	Dose (mL kg ⁻¹)
Sem inoculação	SI	0
Inoculação 0 dias antes a semeadura	0 DAS	5
Inoculação 15 dias antes a semeadura	15 DAS	5
Inoculação 30 dias antes a semeadura	30 DAS	5
Inoculação 45 dias antes a semeadura	45 DAS	5
Inoculação 60 dias antes a semeadura	60 DAS	5

Foram utilizadas sementes de soja (*Glycine max* L.) cultivar TMG 7067, adicionou-se piraclostrobina, tiofanato metílico e fipronil (Standak Top 2,0 mL kg⁻¹), etefon (Impulse 2,0 mL kg⁻¹), polímero (Flor rite de 2,5 g kg⁻¹) e o pó secante (Sepiret 2,5 g kg⁻¹), posteriormente realizando aplicação do inoculante longa vida (*Bradyrhizobium elkanii*) na dose de 5 mL kg⁻¹ com a concentração de 5×10^9 UFC ml⁻¹ dentro de sacos plásticos, seguida de agitação até que as sementes estivessem completamente cobertas.

Cada parcela experimental foi constituída de 10 linhas de semeadura com 5 metros de comprimento espaçadas à 0,50 m, constituindo uma área de 25 m² por parcela, perfazendo área total de 500 m².

Previamente a semeadura foi realizada aplicação a lanço de calcário dolomítico na dose de 2,5 t ha⁻¹ e de cloreto de potássio (KCl) na dose de 105 kg ha⁻¹ com base na Tabela 2. A semeadura foi realizada manualmente no dia 10 de dezembro de 2019, com 12 sementes por metro, a adubação de base foi de 248 kg ha⁻¹ do formulado 04-30-10. A completa emergência das plântulas ocorreu em 18 de dezembro de 2019.

Tabela 2. Resultados da análise química do solo.

M.O. g kg ⁻¹	pH CaCl ₂	P mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC _{7,0}	Bases
cmol _c dm ⁻³										
10,0	5,1	3,0	0,14	1,48	1,01	0,3	2,1	2,6	47,0	55,0

3.3 Variáveis avaliadas

Para avaliação das diferentes épocas de inoculação, foram avaliadas em 10 plantas marcadas ao acaso por parcela, sendo as variáveis a seguir:

3.3.1 *Altura de plantas e diâmetro médio do caule*

Aos 60 e 100 dias após a emergência das plantas (DAE). A medição em centímetros (cm), tomando como base o nível do solo e o último nó visível, com auxílio de uma trena de aço para altura e o diâmetro, em milímetros (mm), com auxílio de paquímetro, a um centímetro acima do nível do solo.

3.3.2 *Número de nódulos por planta*

Aos 40, 60 DAE contagem do número de nódulos nas raízes em 10 plantas ao acaso. As plantas foram coletadas utilizando uma pá reta, as raízes lavadas em água corrente e contabilizados.

3.3.3 *Massa fresca*

Aos 40 e 60 DAE, a Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA), constituída de caule e folhas, e Massa Fresca das Raízes (MFR) em 10 plantas ao acaso. As plantas foram separadas em raízes, caule e folhas e a mensuração de massa realizada com auxílio de balança analítica.

3.3.4 *Massa seca*

Foi avaliada aos 40 e 60 DAE, a Massa Seca da Parte Aérea (MSPA), constituída de caule e folhas, e Massa Seca das Raízes (MSR) em 10 plantas ao acaso. As plantas foram desmembradas em raiz, caule e folhas, onde permaneceram em estufa de circulação de ar forçado a 60°C até o peso constante da massa seca, mensurado com auxílio de balança analítica.

3.3.5 *Número de vagens, Massa de mil grãos e Produtividade*

Estimada através da massa seca de grãos com o teor de água foi ajustado à 13%, conforme a metodologia descrita por Brasil (2009), colhida das 2 linhas centrais, mensuradas com auxílio de balança analítica, sendo que então os dados foram transformados para quilogramas por hectare (kg ha^{-1}).

O número de vagens por planta foi avaliado, separando vagens com três (NV3), dois (NV2), um (NV1) grãos e número de vagens total (NVT).

Do total de grãos que foram a base de cálculo da produtividade, contou-se mil grãos de cada parcela, determinou-se a massa com balança analítica com teor de água ajustado à 13% conforme a metodologia descrita por Brasil (2009).



Figura 4 - Exemplo de plantas avaliadas, no nº de vagens, massa seca e fresca de parte aérea e de raiz, a esquerda, e mensuração da altura de plantas, a direita. Santa Cruz do Rio Pardo-SP, 2020.

Foto: CONTIN, R. F. (2019)

3.4 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas através do software SISVAR, previamente aplicou-se o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, quando os dados apresentavam $W < 0,05$ fez-se transformação.

Para análise estatística utilizou-se o teste de análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando o software SisVar 5.0 (FERREIRA, 2011)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Altura média de plantas e diâmetro médio do caule

As médias de altura das plantas e diâmetro do caule, aos 60 e 100 (DAE), são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Médias da altura das plantas (cm) e diâmetro médio (mm) aos 60 e 100 dias após a emergência (DAE).

Tratamentos	60 DAE		100 DAE	
	Altura de plantas (cm)	Diâmetro (mm)	Altura de plantas (cm)	Diâmetro (mm)
SI	37,50 ^{ns}	3,98 ^{ns}	69,63 b [*]	5,59 b ^{**}
0 DAS	39,24 ^{ns}	4,88 ^{ns}	65,63 b [*]	5,25 b ^{**}
15 DAS	43,37 ^{ns}	4,76 ^{ns}	78,13 a [*]	6,55 a ^{**}
30 DAS	44,96 ^{ns}	4,73 ^{ns}	74,25 a [*]	5,97 a ^{**}
45 DAS	36,51 ^{ns}	4,65 ^{ns}	75,75 a [*]	4,86 b ^{**}
60 DAS	38,30 ^{ns}	4,54 ^{ns}	76,25 a [*]	6,78 a ^{**}
Probabilidade de F				
ANOVA	ns	ns	0,0227	0,0029
CV (%)	9,36	5,37	10,54	7,28

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-knott.

* 5% de probabilidade, ** 1% de probabilidade.

Verifica-se que aos 60 DAE o diâmetro e altura das plantas não se mostraram significativos para os diferentes tratamentos. Contudo, aos 100 DAE, o diâmetro demonstrou maiores resultados aos 60, 30 e 15 DAS, porém, o na altura das plantas verificou-se maiores valores aos 60, 45, 30 e 15 DAS.

Também corrobora com os resultados encontrados por Schweig, Lourenço e Menegasso (2017), avaliando inoculante de longa vida na cultura da soja sob plantio direto, constataram sob a variável altura de plantas que, a altura final, ou seja, no momento anterior à colheita, os tratamentos não diferiram da testemunha (sem inoculante) e assim como a inoculação padrão.

Estes resultados concordam com (VIEIRA NETO et al., 2008) que ao realizar diferentes períodos de aplicação do inoculante, não obtiveram resultados significativos em relação à altura de plantas, aos 30, 45, 60 e 75 DAE.

Schweig. Lourenço e Menegasso (2017), com a aplicação previamente à semente aos 11, 18, 25, 32 e 39 dias, não constaram diferença estatística entre si, mas sim para à inoculação padrão, que é realizada no momento da semente.

Estudo de Fipke (2015), ao mensurar altura final de plantas de soja submetidas a diferentes formas de inoculação, bem como a pré inoculação em até 10 dias, obteve diferenças, com valores superiores.

Guimarães (2006) relata ainda que variações na altura de plantas podem ser influenciadas por época de semente, densidade de plantas entre e dentro das fileiras, umidade, temperatura do ar, além de aspectos da fertilidade do solo e outras condições do meio ambiente que estão inseridas.

4.2 Número médio de nódulos por planta

Os dados com a média do número de nódulos por planta aos 40 e 60 dias após a emergência, encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4. Número médio de nódulos aos 40 e 60 dias após a emergência (DAE).

Nº de nódulos		
Tratamentos	40 DAE	60 DAE
SI	40,37 ^{ns}	37,88 b ^{**}
0 DAS	33,75 ^{ns}	26,25 b ^{**}
15 DAS	33,50 ^{ns}	63,75 a ^{**}
30 DAS	22,25 ^{ns}	25,25 b ^{**}
45 DAS	30,63 ^{ns}	58,00 a ^{**}
60 DAS	33,38 ^{ns}	25,63 b ^{**}
————— Probabilidade de F —————		
ANOVA	Ns	0,0014
CV (%)	30,49	25,76

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-knott.

* 5% de probabilidade, ** 1% de probabilidade.

O número de nódulos aos 40 DAE não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, contudo, aos 60 DAE os tratamentos 15 e 45 DAS, demonstram maiores números de nódulos 63,75 e 58,00, respectivamente, que representaram resultados superiores, 68 e 53%, em relação ao SI, a diferença estatística que ocorreu aos 60 DAE e não na avaliação anterior pode ser explicada devido ao fato de que ao decorrer do ciclo da cultura existe picos fotossintéticos que coincidem também com picos de nodulção. A menor quantidade de nódulos foi constatada nos tratamentos aos SI, 0, 30 e 60 DAS.

Os resultados concordam com Santos (2020), que avaliando as influências do tratamento de sementes com uso de inoculante longa vida (*Bradyrhizobium japonicum*) na cultura da soja, constata que o tratamento em até 60 dias antes a semeadura, quanto o número de nódulos viáveis e totais, não diferiram significativamente comparado a 0 dias.

Entretanto, Bonfante et al. (2019), comparando a duração do pré-tratamento do inoculante nas sementes com formulação contendo *Bradyrhizobium elkanii* e agentes protetores (longa vida) a produção de grãos das culturas de soja, cultivadas sob uma ampla gama de condições ambientais brasileiras, descreve aumento no número de nódulos observados tanto na raiz principal quanto nas raízes laterais das plantas de soja, independentemente do tempo de pré tratamento, sendo que, em média, a produtividade das culturas pré-tratadas com inoculante foi 14 % superior, independentemente do tempo de aplicação do inoculante. Ainda descreve incrementos em número de nódulos da raiz principal (41% a mais no número de

nódulos) quando comparados a faixa com o uso do inoculante comercial da propriedade (testemunha).

4.3 Média da massa seca e fresca (MFPA, MFR, MSPA e MSR)

Às médias da massa seca da parte aérea, massa fresca das raízes, aos 40 e 100 (DAE), são apresentadas na tabela 5.

Tabela 5. Média da massa seca da parte aérea (MSPA), massa fresca das raízes (MFR), massa seca da parte aérea (MFPA), massa seca das raízes (MSR) de acordo com os diferentes tratamentos, em gramas.

Tratamentos	40 DAE				60 DAE			
	MFPA	MFR	MSPA	MSR	MFPA	MFR	MSPA	MSR
SI	45,02 ^{ns}	4,99 c ^{**}	11,87 ^{ns}	1,53 ^{ns}	80,20 a [*]	5,05 b [*]	33,81 a ^{**}	1,78 b ^{**}
0 DAS	34,66 ^{ns}	5,06 c ^{**}	8,46 ^{ns}	1,32 ^{ns}	68,88 b [*]	4,74 b [*]	24,11 b ^{**}	1,57 b ^{**}
15 DAS	42,49 ^{ns}	5,94 c ^{**}	11,0 ^{ns}	1,66 ^{ns}	91,93 a [*]	7,91 a [*]	37,51 a ^{**}	2,78 a ^{**}
30 DAS	32,67 ^{ns}	4,48 c ^{**}	8,49 ^{ns}	1,24 ^{ns}	72,11 b [*]	5,42 b [*]	26,92 b ^{**}	2,01 b ^{**}
45 DAS	46,25 ^{ns}	6,69 b ^{**}	12,93 ^{ns}	1,95 ^{ns}	56,25 b [*]	4,36 b [*]	21,26 b ^{**}	1,54 b ^{**}
60 DAS	55,96 ^{ns}	9,52 a ^{**}	12,57 ^{ns}	2,23 ^{ns}	102,76 a [*]	6,27 a [*]	45,96 a ^{**}	2,76 a ^{**}
Probabilidade de F								
ANOVA	ns	<0,001	ns	ns	0,0121	0,0412	0,0046	0,0071
CV (%)	41,62	15,30	40,47	34,70	15,92	15,63	17,99	12,30

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-knott.

* 5% de probabilidade, ** 1% de probabilidade.

Aos 40 DAE a variável massa fresca da parte aérea não foi significativa para os tratamentos, contudo observou-se na massa fresca das raízes (MFR) valores crescentes conforme o maior tempo de inoculação, atingindo maior valor aos 60 dias após a emergência.

Corroborando com os resultados de Benintende et al. (2010) que constataram que a coinoculação gera efeitos positivos as plantas por conta da sua capacidade de aumentar a produção de fotoassimilados, resultando assim um aumento considerado no desenvolvimento das plantas.

A massa seca da parte aérea (MSPA) e a massa seca das raízes não foram diferentes estatisticamente.

Já aos 60 DAE a massa fresca da parte aérea (MFPA) demonstrou maiores valores nos tratamentos aos 60, 15 D.A.S e sem inoculação (SI), a massa seca das raízes (MSR), apresentou maiores valores nos tratamentos aos 15 e 60 DAS, os valores foram superiores 56 e 24% em relação à testemunha, respectivamente.

A massa seca da parte aérea (MSPA) demonstrou maiores valores aos 60 e 15 DAS e sem inoculação (SI), já massa seca das raízes (MSR) mostrou maiores valores nos tratamentos aos 15 e 60 dias.

Pavanelli e Araújo (2007), avaliando a fixação biológica de nitrogênio em soja em solos cultivados com pastagens e culturas anuais do Oeste Paulista com relação ao desenvolvimento das plantas, observaram que as respostas à inoculação não proporcionaram aumento de massa seca aos 50 dias após a emergência das plantas. Lira Júnior et al. (1993) também observaram ausência de resposta à inoculação na produção de massa seca em soja cultivada em vasos com solo não esterilizado.

4.4 Número de Vagens, Massa de Mil Grãos e Produtividade

As médias do número de vagens com três, dois e um grão, número total de vagens, massa de mil grãos e produtividade, são apresentados na tabela 6.

Tabela 6. Número de vagens com três grãos (NV3), número de vagens com dois grãos (NV2), número de vagens com um grão (NV1), número de vagens total (NVT), massa de mil grãos (MMG), em gramas e Produtividade kg ha⁻¹

Tratamentos	NV3	NV2	NV1	NVT	MMG	Produtividade kg ha ⁻¹
SI	16,42 ^{ns}	14,99 b*	3,50 c**	34,91 b*	149,61 a**	2967,39 ^{ns}
0 DAS	17,49 ^{ns}	13,82 b*	3,72 c**	35,03 b*	152,24 a**	3064,91 ^{ns}
15 DAS	11,30 ^{ns}	15,83 b*	5,23 c**	32,36 b*	130,66 b**	2221,62 ^{ns}
30 DAS	15,95 ^{ns}	22,90 a*	7,26 b**	46,12 a*	130,71 b**	3172,58 ^{ns}
45 DAS	12,15 ^{ns}	20,05 a*	9,60 a**	41,81 a*	128,08 b**	2653,55 ^{ns}
60 DAS	14,68 ^{ns}	27,13 a*	6,29 b**	48,10 a*	127,08 b**	3190,26 ^{ns}
————— Probabilidade de F —————						
ANOVA	ns	0,0462	<0,001	0,0217	<0,001	Ns
CV (%)	20,85	31,55	20,52	17,11	3,15	17,40

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-knott.

* 5% de probabilidade, ** 1% de probabilidade.

Nota-se que NV3 não diferiu estatisticamente entre os tratamentos, mas para NV2, NV1 e NVT os tratamentos 30, 45 e 60 DAS diferiram dos demais, com médias superiores.

Em relação a massa de mil grãos, foi observado maiores valores nos tratamentos sem aplicação (SI) e aos 0 DAS, devido ao fato de que seus números de vagens serem menores comparado aos demais tratamentos, por sua vez a produtividade não mostrou diferença significativa em relação aos diferentes tratamentos.

Para Schweig, Lourenço e Menegasso (2017), as variáveis massa de mil sementes e número de sementes por vagem não apresentaram diferença significativa aos tratamentos.

Segundo Mundstock e Thomas (2005), dentre os componentes de produtividade, o número de vagens por planta é o que apresenta menor variabilidade mesmo em diferentes situações de manejo, o que pode ser atribuído ao melhoramento genético que avançou na busca por plantas com produção média de dois grãos por vagem.

Para Bulegon et al. (2015), o número de grãos por vagem também não apresentou diferença significativa quando avaliou inoculação em duas cultivares.

Fipke (2015), constatou valores sem diferença estatística quanto a média do número de grãos por vagem.

Pardinho e Primieri (2015), constataram que a inoculação com *Bradyrhizobium*, proporcionou aumento na massa de mil grãos, superior estatisticamente a testemunha que obteve 162,00 g contra 184,60 g, ocasionando aumento de 12% para esta variável.

Bulegon et al. (2016), justifica que plantas que apresentam condições fisiológicas e nutricionais adequadas, mantêm suas vagens, porém não ocorre em plantas que não acumulam nutrientes suficientes, abortando vagens das partes mais deficiências de nitrogênio.

Em estudo realizado por Zilli, Hungria e Campo (2010), a inoculação com antecedência em 5 DAS apresentou produtividade média superior a inoculação padrão, porém, o autor ressalta que as sementes utilizadas no referido estudo não passaram por nenhum tipo de tratamento químico. Para Fipke (2015), a antecipação da inoculação em 7 DAS se mostrou satisfatória, produtividade semelhante a inoculação padrão e constatou redução significativa da mesma ao avaliar o tratamento inoculado com antecedência em 10 DAS.

Segundo Fipke (2015), a antecedência da inoculação só é satisfatória de acordo a característica do inoculante.

5 CONCLUSÃO

Nas variáveis avaliadas, a utilização de inoculante longa vida é uma tecnologia viável sendo recomendada a sua utilização na semeadura da soja.

6 REFERÊNCIAS

- APROSOJA BRASIL – Associação Brasileira dos Produtores de Soja. **Economia**. Brasília – DF. Disponível em: <<https://aprosojabrasil.com.br/a-soja/economia/>>. Acesso em: 29 mar. 2021.
- ARATANI, R. G.; LAZARINI, E.; MARQUES, R. R.; BACKES, C. Adubação nitrogenada em soja na implantação do sistema plantio direto. **Bioscience Journal**, v. 24, n. 3, p. 31-38, 2008.
- BARROS, F. C. ***Azospirillum brasilense* via fertilizante organomineral coinoculado com *Bradyrhizobium japonicum* na cultura da soja**. 2019. 132 f. Tese (Doutorado - Curso de Pós-graduação em Agronomia) Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.
- BENINTENDE, S. et al. Comparação entre co-inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* e inoculação simples com *Bradyrhizobium japonicum* na nodulação, crescimento e acumulação de N no cultivo de soja. **Agriscientia**, vol. 23, n. 2. p. 71-77, 2010.
- BERLATO, M.; MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H. Evapotranspiração máxima da soja e relações com a evapotranspiração calculada pela equação de Penman, evaporação do tanque "classe A" e radiação solar global. **Agronomia Sulriograndense**. n. 22. p. 243-259, 1986.
- BEZERRA, A.R.G; SEDIYAMA, T; BOREM, A.; SOARES, M.M. Importância Econômica. In: SEDIYAMA, T.; SILV, F.; BORÉM, A. Ed. **Soja do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, p. 9-26. 2015.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária**. Brasília: MAPA/ACS, 399 p. 2009.
- BONFANTE, F.; BUSO, P.; ZORITA, M. D. Inoculação de longa vida contribui para a produção brasileira de soja. In: CONGRESSO ONLINE PARA AUMENTO DE PRODUTIVIDADE DO MILHO E SOJA, 2, 2019, Santa Maria. **Anais[...]** COMSOJA. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/comsoja/173008>> Acesso em: 29 mar. 2021.
- BULEGON, L. G. L.; RAMPIM, J. K.; KESTRING, D.; GUIMARÃES, V. F.; BATTISTUS, A. G.; INAGAKI, A. M. Componentes de produção e produtividade da cultura da soja submetida à inoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*. **Terra Latinoamericana**, v.34, p. 169-176, 2016.
- CÂMARA, G. M. de S. Preparo do solo e plantio. In: SEDIYAMA, SILVA BORÉM. (Org.). **Soja do Plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, p. 66-109, 2015.
- CÂMARA, G. M. S. **Introdução ao agronegócio da soja**. Piracicaba, USP/ESALQ – Departamento de Produção Vegetal, 2014.
- CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M. Efeito do tratamento de sementes com fungicidas na nodulação e fixação simbiótica N₂. Londrina, Embrapa Soja, 21, p. 7. 1999.

CIIAGRO. **Quadro de chuva mensal.** Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/Quadros/QChuvaPeriodo.asp>>. Acesso em: 7 abr. 2021.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos - safra 2020/2021.** Brasília: CONAB, v.8, n.6, 2021. 105p.

EMBRAPA, **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.** Soja. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja>> Acesso em: 01. maio. 2019.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 5. ed. rev. ampl: Brasília: Embrapa, 2018. 356 p.

EMBRAPA. **Tecnologia de produção de soja.** Londrina: Embrapa Soja, 347 p (Sistemas de produção, 17) 2020.

FAGAN, E. B.; MEDEIROS, S. L. P.; MANFRON, P. A.; CASAROLI, D.; SIMON, J.; DOURADO NET, D.; LIER, Q. de J. van; SANTOS, O. S.; MULLER, L. Fisiologia da fixação biológica do nitrogênio em soja – revisão. **Revista da FZVA.** Uruguaiana, v. 14, n. 1, p. 89-106. 2007.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas.** Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” a Distância: Solos e Meio Ambiente, Universidade Federal de Lavras, 2005.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciênc. agrotec.** v. 35, n.6, p.1039-1042. 2011.

FIPKE, G. M. **Coinoculação e pré inoculação de sementes em soja.** 2015. Dissertação (Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS). Santa Maria, 2015.

GERAHTY, N.; ANOLLÉS, G. C.; JOSHI, P. A.; GRESSHOFF, P. M. Anatomical analysis of nodule development in soybean reveals an additional autoregulatory control point. **Plant Science**, v.58, p.1-7. 1992.

GITTI, D. C.; ROSCOE, R. Manejo e Fertilidade do Solo para a Cultura da Soja. In: LOURENÇÃO, A. L. F.; BEZERRA, A. R. G.; GRIGOLLI, J. F. J.; GITTI, D. de C.; MELOTTO, A. M. (ed.). **Tecnologia e Produção Soja 2016/2017.** Maracaju: Fundação MS, p. 16-45, 2017.

GUIMARÃES, F. S. **Cultivares de soja [*glycine max* (L.) Merrill] para cultivo de verão na região de lavras-MG.** 2006. Dissertação (Pós Graduação em Agronomia/ Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

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, Brasil, Embrapa Soja, Documentos, 283, 80 p. 2007.

HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J.; CAMPO, R. J.; CRISPINO, C. C. Nitrogen nutrition of soybean in Brazil: contributions of biological N₂ fixation and N fertilizer to grain yield. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 86, n. 4, p. 927-939, 2006.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A. **Tecnologia de coinoculação: *rizobium* e *Azospirillum* em soja e feijoeiro**. EMPRAPA SOJA, 2014.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Alternative methods and time for soybean inoculation to overcome adverse conditions at sowing. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 23, p. 2329-2338, 2015.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Tecnologia de Coinoculação da Soja com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*: incrementos no rendimento com sustentabilidade e baixo custo. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 32, **Resumos [...]**. Londrina, 2013.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; CAMPOS I. J. M.; MENNA, P.; BRANDI, F.; RAMOS, Y. G. Seed Pre-inoculation with *Bradyrhizobium* as Time-optimizing Option for Large-scale Soybean Cropping Systems. **Agronomy Journal**, vol. 112, nº 6, p. 52. 2020.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. de C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2001.

INKLMAN, V. B. **Déficit hídrico na cultura da soja. MAIS SOJA. Disponível em: <<https://maissoja.com.br/deficit-hidrico-na-cultura-da-soja/#:~:text=As%20consequ%C3%AAscias%20prejudiciais%20iniciam%20>>**. Acesso em: 7 abr. 2021.

LIRA JUNIOR, M. A.; KOLLING, J.; PEREIRA, J. S.; BURITY, H. A.; FIGUEIREDO, M. B. V. Competitividade de estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* em fase de recomendação para a cultura da soja. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 17, p. 185-191, 1993.

MATSUO, E.; FERREIRA, S.C.; SEDIYAMA, T. Botânica e Fenologia. In: SEDIYAMA, SILA E BORÉM. (Org.). **Soja do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, p. 9 - 26. 2015.

MORO, D. Inoculante em soja: produtividade e economia. Equipe Mais Soja. 2018. Disponível em: <<https://maissoja.com.br/inoculante-em-soja-produtividade-e-economia/>> Acesso em: 2 de maio de 2021.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Porto Alegre: Departamento de plantas de lavouras da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Evangraf, 2005.

NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. Coinoculação da soja; a inoculação ainda melhor. **Revista A Granja**, v. 838, 2018.

PARDINHO, J. P. PRIMIERI, C. Produtividade da soja em relação à inoculação e coinoculação com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*. **Edição Especial**, p. 109 – 114. 2015.

PASTORE, A. **Manejo de inoculação com bradyrhizobium em soja associado ao tratamento fitossanitário das sementes**. 2016. 42 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias de Bioprodutos Agroindustriais) - Universidade Federal do Paraná. 2016.

PAVANELLI, L. E.; ARAÚJO, F. F. Fixação biológica de nitrogênio em soja em solos cultivados com pastagens e culturas anuais do oeste paulista. **Biosci. J.** Uberlândia, v. 25, n. 1, p. 21-29, 2009.

PIAS, T. H. **Diferentes tipos de tratamentos de sementes para a cultura da soja (*Glycine max* L.)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia/ Departamento de Estudos Agrários) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ. Ijuí, 2014.

RENGEL, D. da S.; MEERT, L.; HANEL, A.; ESPINDOLA, J. de S.; BORGUI, W. A. Diferentes inoculantes e formas de inoculação e sua influencia sobre os componentes de produção e teor de nitrogênio da cultura da soja. **Rev. Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**. v. 13, n. 1, p.46-51. 2018.

RIZOBACTER. **RizoLiq LLI**. Disponível em: <<http://www.produtosrizobacter.com.br>>. Acesso em: 29 de março de 2021.

SANTOS, A. S. dos. **Influência do tratamento de sementes com uso de inoculante longa vida (*Bradyrhizobium japonicum*) na cultura da soja**. 2020. Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos, Bacharelado em Agronomia, 2020.

SANTOS, D. A. T.; CASTRO, D. A.; SANTOS, A. S. R. M.; SENIGALIA, R. L. C.; CHAGAS, M. A. Nodulação e tratamento de sementes no desenvolvimento de plântulas de soja. **Biodiversidade**, v. 18, n. 1, 2019.

SCHWEIG, L. A.; LOURENÇO, E. S. O.; MENEGASSO, G. D. Inoculante de longa vida na cultura da soja sob plantio direto. **Revista Faz Ciência**, v. 19, n. 30, p. 99, 2017.

STECCA, J. D. L.; MARTIN, T. N.; LÚCIO, A. D.; DEAK, E. A.; FIPKE, G. M.; BRUNING, L. A. Inoculation of soybean seeds coated with osmoprotector in diferents soil pH's. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 41, n. 39482. 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Trad. MASTROBERTI, A. A. et al. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

TIMMERS, A.C.; AURIAC, M. C.; TRUCHET, G. Refined analysis of early symbiotic steps of the Rhizobium Medicago interaction in relationship with microtubular cytoskeleton rearrangements. **Development**, v.126, p.3617-3628, 1999.

VARGAS, M. A. T.; MENDES, I. C.; SUHET, A. R.; PERES, J. R. R. **Inoculação de sementes de soja com *Bradyrhizobium japonicum***. Embrapa Cerrados-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 1993.

VIEIRA NETO, S. A. PIRES, F. R. MENEZES, C. C. E. SILVA, A. G. ASSIS, R. L. SILVA, G. P. Formas de aplicação de inoculante e seus efeitos na cultura da soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 2, p. 56-68, 2008.

ZILLI, J. E.; HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J. Antecipação eficiente. **Revista Cultivar**. v. 12, n. 137, p. 32-34, 2010.

ZILLI, J. E.; MARSON, L. C.; MARSON, B. F.; GIANLUPPI, V.; CAMPO, R. J.; HUNGRIA, M. Inoculação da soja com *Bradyrhizobium* através de pulverização em cobertura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, n. 4, p. 541-544, 2008.

ZUFFO, A. M. STEINER, F.; BUSCH, A.; SANTOS, D. M. S. Adubação nitrogenada na soja inibe a nodulação e não melhora o crescimento inicial das plantas. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n. 2, p. 333-349, 2019.