



**CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016  
AELBRA EDUCAÇÃO SUPERIOR - GRADUAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO S.A.

**CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

**CURSO DE AGRONOMIA**

**THIAGO RIOS ALVES**

**EFEITOS DAS DOSES DE INOCULANTE NA SIMBIOSE DA SOJA COM  
BACTÉRIAS EM LATOSSOLOS E PLINTOSSOLOS CONCRECIONÁRIOS**

**PALMAS/TOCANTINS  
2022**

THIAGO RIOS ALVES

**EFEITOS DAS DOSES DE INOCULANTE NA SIMBIOSE DA SOJA COM  
BACTÉRIAS EM LATOSSOLOS E PLINTOSSOLOS CONCRECIONÁRIOS**

Trabalho apresentado como requisito  
parcial para aprovação na disciplina de  
Trabalho de Conclusão de Curso em  
Agronomia (TCC) do Centro Universitário  
Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA)

Orientadora: Dra. Michele Ribeiro  
Ramos

PALMAS/TOCANTINS

2022

## RESUMO

A evolução das técnicas de cultivo das culturas, especialmente da soja, exige o desenvolvimento de novas técnicas e práticas de manejo que objetivem maiores rendimentos com menor custo de produção. Dessa maneira, as bactérias fixadoras de nitrogênio desempenham um papel fundamental para a viabilidade da produção de soja no Brasil. Não obstante ainda, o processo de nodulação da soja se torna algo fulcral, em decorrência da sua importância em diversos âmbitos para desenvolvimento da cultura, que carregam desafios desde âmbito econômico até o social. Também é possível ver que apesar dos ainda diversos desafios que a cultura enfrenta, existe uma projeção futura bastante promissora. Além disso, de maneira geral o consumo mundial de soja vai continuar aumentando nos próximos anos, mantendo os bons preços de mercado e impulsionando as exportações, o que favorece a balança comercial, e para isso tal processo de nodulação é fundamental. O experimento foi realizado na casa de vegetação do CEULP/ULBRA, localizado no Campus do Centro Universitário Luterano de Palmas-TO, com início no dia 12 de março de 2022. O presente trabalho buscou identificar o gasto de nitrogenados na cultura da soja, enquanto os plintossolos afetam na nodulação da soja e na ação do inoculante. Os dados foram submetidos à análise laboratorial. Os resultados mostram destaque para a dosagem mínima, onde ela é a melhor indicada tanto para os plintossolos, quantos os latossolos. Tendo em vista, que a alta dosagem proporcionou uma maior quantidade de nódulos, porém, inativos.

**Palavras-chaves:** Plintossolos. Nodulação. Latossolos. Soja.

## ABSTRACT

The evolution of crop cultivation techniques, especially soybean, requires the development of new techniques and management practices that aim for higher yields at lower production costs. Thus, nitrogen-fixing bacteria play a fundamental role for the viability of soy production in Brazil. Nevertheless, the process of nodulation of soy becomes something crucial, due to its importance in various areas for the development of the crop, which brings challenges from economic to social levels. It is also possible to see that despite the various challenges that the crop still faces, there is a very promising future projection. Moreover, in general, the world consumption of soy will continue to increase in the coming years, keeping the good market prices and boosting exports, which favors the trade balance, and for this the process of nodulation is essential. The experiment was conducted in the greenhouse of CEULP/ULBRA, located on the campus of the Centro Universitário Luterano de Palmas-TO, starting on March 12, 2022. The present work sought to identify the expenditure of nitrogen in soybean culture, as the plintosols affect in soybean nodulation and inoculant action. The data were submitted to labatorial analysis. The results show that the minimum dosage is the best for both the plintossols and the latossols. Considering that the high dosage provided a greater amount of nodules, however, inactive.

**Keywords:** Plintosol. Nodulation. Latosol. Soybean.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Análise Química solo.....	22
Tabela 2: Análise Química do solo resultados complementares.....	22
Tabela 3: Análise química do solo teores de micronutrientes e análise textural..	22
Tabela 4: Valores médios dos caracteres agronômicos das plantas soja, cultivados em vaso com diferentes doses de inoculante em Latossolo e Plintossolos concrecionário. Palmas- TO, 2022.....	26
Tabela 5: Valores médios da caracterização dos nódulos no sistema radicular das plantas soja, cultivados em vaso com diferentes doses de inoculante em Latossolo e Plintossolos concrecionários, Palmas – TO, 2022....	
Tabela 6: Desdobramento da Interação entre os fatores doses de inoculante e tipo de solo para porcentagem de nódulos ativos em plantas de soja, Palmas – TO, 2022.....	27
Tabela 7: Valores médios da massa seca das plantas soja, cultivados em vaso com diferentes doses de inoculante em Latossolos e Plintossolos concrecionários. Palmas – TO, 2022.....	29

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1: Dosagens utilizadas nos Latossolos.....	17
Quadro 2: Dosagens utilizadas nos Plintossolos.....	23

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Coleta de solo.....	17
Figura 2: Calcário incubado .....	18
Figura 3: Inoculante utilizado.....	19
Figura 4: Semeadura em Plintossolos.....	19
Figura 5: Avaliação de experimento.....	21
Figura 6: Nódulo ativo.....	22

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	5
2 PROBLEMA .....	6
3 JUSTIFICATIVA .....	6
4 HIPOTHESES.....	8
5 OBJETIVOS .....	9
5.1 OBJETIVO GERAL .....	9
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
6 REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
6.1 CULTURA DA SOJA .....	10
6.1.2 ATUALIDADES DA CULTURA DA SOJA.....	10
6.2 NODULAÇÃO DA SOJA.....	12
6.2.1 A IMPORTÂNCIA DO PROCESSO DE NODULAÇÃO DA SOJA .....	13
6.3 A PROBLEMÁTICA DOS PLINTOSSOLOS PÉTRICOS CONCRECIONÁRIOS .....	14
7 MATERIAIS E MÉTODOS .....	17
7.1 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES.....	18
7.2 AVALIAÇÃO DOS EXPERIMENTOS .....	20
8 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	24
9 CONCLUSÃO .....	29
REFERÊNCIAS.....	30



## 1. INTRODUÇÃO

As bactérias desempenham um papel fundamental no solo. Elas, além de desempenharem a função de fixar o nitrogênio do ar nas raízes, algumas bactérias selecionadas têm a capacidade de tornar solúvel o nutriente presente no solo e disponibilizá-lo para o vegetal.

Dessa maneira, as bactérias já existem no solo. Com a inoculação segundo Pereira, (2019): “nós garantimos uma maior densidade destas bactérias de interesse com uma população capaz de trazer benefícios para soja, inoculação permite a formação mais precoce da nodulação, conseqüentemente, maior disponibilidade de nitrogênio para o desenvolvimento da planta”. O jeito mais usual, e fácil, utilizado para aumentar a população dessas bactérias, é conseqüentemente obter uma simbiose eficiente é através da inoculação da soja.

Esse processo pode ser realizado de duas formas, nas sementes com inoculantes líquidos e turfosos ou no sulco durante semeadura. Segundo a Embrapa Soja (2019) o processo de inoculação da soja promove um aumento na faixa de 8% quando em condições adequadas para que ocorram os processos simbióticos e associativos, assim trazendo melhor resultados para as lavouras. Com as novas tecnologias e estudos na área tem-se a esperança de que esses microrganismos possam substituir completamente a adubação nitrogenada em culturas leguminosas.

Nesse contexto a pesquisa com inoculantes torna-se essencial para ser uma ferramenta de auxílio de planejamento para interessados do meio agrônômico. Com a expansão agrícola no Brasil, o MATOPIBA tornou-se a última fronteira agrícola do país, área que agricultura tem adentrado cada vez mais forte e com mais investimentos a cada dia, porém essa fronteira conta com muitas particularidades que diferenciam de outras regiões do país, dentre as particularidades, algumas específicas são: o clima, a geologia, o relevo, a vegetação, e principalmente o perfil de solo (EMBRAPA, 2006).

Dentre os estados que compõem o MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí, Bahia), o Tocantins tem se sido observado cada vez mais por investidores e produtores que buscam uma boa sustentabilidade financeira e uma produção com riscos calculados, sendo assim torna-se cada vez mais necessário pesquisas

desenvolvidas dentro do estado nas suas condições e dificuldades específicas, que possam servir de material de estudo para futuros interessados, e para quem já produz dentro do Tocantins. Dentro das características do estado, o solo tem um destaque, necessitando sempre de uma atenção especial e pesquisas voltadas para o mesmo, sendo grande parte do estado com perfil de solo pedregoso definido como Plintossolos Pétricos, solo esse que tem restrições agrícolas que demandam um manejo diferente do que outros tipos de horizontes como os latossolos (EMBRAPA, 2006).

Dentre as razões que diferenciam este solo algumas afetam diretamente a pesquisa, devido ao perfil pedregoso do solo há um aquecimento maior, juntamente com uma maior dificuldade de enraizamento, diferentemente dos latossolos que não possuem esses entraves, sendo assim, será que uma dose maior de inoculante nesse perfil de solo, traria um maior índice de nodulação ativa?

A falta de pesquisas voltada aos plintossolos é bem evidente, quando se alia pesquisas desse tipo de solo, com a eficácia de ação dos inoculantes, é praticamente inexistente. Desse modo, a necessidade de pesquisas com esses dois temas torna-se extremamente relevantes, para o avanço da agricultura pelo cerrado, e também para as demais regiões que possuem características de solo semelhantes.

## **2. PROBLEMA**

Hoje em dia o uso de inoculante está sendo primordial para obtenção de uma produtividade aceitável na lavoura de soja, a promessa dos inoculantes que se tem no mercado e de uma grande eficácia no aumento populacional bactérias, obtendo uma simbiose eficaz. Até onde a inoculação pode afetar a nodulação da soja? O quanto ela pode poupar o uso, ou até mesmo substituir o uso de fertilizantes nitrogenados? Será que a porcentagem de pedras pode afetar a eficiência do inoculante? Esses são alguns questionamentos que produtores principalmente do cerrado devido a condições de solo vem tendo. O estudo se torna vital para obtenção de respostas para estas questões via metodologia científica, aliada a prática simulando as características do cerrado brasileiro.

## **3. JUSTIFICATIVA**

Na contemporaneidade o Brasil já é um país de agricultura pujante, porém nem sempre foi assim algumas décadas atrás o país ainda vivia sob a condição de

insegurança, situação essa que devido a avanços em áreas estratégicas mudou a situação vivida pelo país. Se por volta 1950 a seca no nordeste juntamente com terras consideradas improdutivas do cerrado brasileiro limitava a produção agrícola brasileira, com progresso agrônômico se desenvolvendo cada vez mais firme e forte, pode se ver que essas áreas hoje trazem uma produção expressiva dentro do cenário nacional, o que impulsionou a agricultura brasileira tornando o país o segundo maior exportador de alimentos do mundo ficando atrás apenas dos Estados Unidos da América, e com projeções de assumir a liderança mundial no futuro.

Esse status expressivo que o país chegou nos últimos anos muito se deve a investimentos em novas tecnologias, que se tornou um fator preponderante para a transformação de tecnologias arcaicas que não eram mais condizentes com a expansão agrícola moderna. Sendo assim, graças a ciência aliada com a produção científica que se teve nos últimos anos, foi possível que tal realidade antes pautada por barreiras impostas por meios físicos e naturais, propiciassem a agricultura brasileira meios para que ela se expandisse e sobrepujasse aos desafios.

Nesse contexto a necessidade de pesquisas estarem sempre atualizadas, é de suma importância, assim como novas pesquisas desenvolvidas sobre o que ainda é desconhecido. Dessa forma, a pesquisa visa desenvolver na prática avaliações que poderão ser levadas em consideração pelo produtor na hora de planejamento da sua safra. Ademais, aliando essas avaliações dos produtores supracitados com a grande faixa de solo do cerrado com a ação do inoculante na semente da soja, a pesquisa busca saber também o quanto o mesmo interfere na ação de nodulação.

A pesquisa tentará trazer à baila resposta científica a questionamentos, sobre o uso do inoculante, e até onde ele trará uma economia ao agricultor, e o quanto a porcentagem de cascalhos interfere no desenvolvimento e na nodulação da planta de soja. Não obstante ainda, visando a rentabilidade das propriedades produtoras, essa pesquisa tenta trazer à tona, que se utilizando o inoculante, isso poupará um grande gasto no que se aos adubos nitrogenados que representa um grande valor inicial principalmente para médios e grandes produtores. Ademais, trará uma economia também especialmente ao solo do cerrado tendo em vista que grande parte de sua área é composta por solos com elevada acidez, necessitando muito da ação de associação simbiótica para a produção em larga escala. Contribuindo assim, para os

estudos com solos de perfil pedregoso e com taxa de acidez elevada no contexto brasileiro.

#### **4. HIPÓTESES**

Hipótese. 1: É bem provável que o Plintossolos concrecionários sem aplicação de inoculante não tenha nodulação, ou caso possua, seja em pouca quantidade e ainda esteja inativa.

Hipótese. 2: Espera-se uma boa resposta da superdosagem de inoculante nos vasos de Latossolos e Plintossolos, provável que devido a melhores condições físicas e de desenvolvimento, os Latossolos tenham uma maior nodulação ativa do que dos Plintossolos.

Hipótese. 3: Apesar de afetar positivamente, é provável que o custo da alta dosagem, possa não compensar quando comparado com os vasos que possuem dosagem mínima de inoculante.

#### **5. OBJETIVOS**

##### **5.1 OBJETIVO GERAL**

- Avaliar a capacidade de nodulação da soja cultivada em Plintossolos concrecionários e Latossolos.

##### **5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar o crescimento das plantas (Altura, Diâmetro, Número de nós)
- Avaliar massa seca das plantas
- Avaliar e quantificar nódulos
- Avaliar componentes produtivos das plantas

#### **6. REFERENCIAL TEÓRICO**

##### **6.1. CULTURA DA SOJA**

Soja (*Glycine max*), pertencente à família das *Fabaceae* é umas das leguminosas mais importantes cultivadas e consumidas em todo o mundo e isso se dá devido ao seu potencial produtivo, composição química e valor nutritivo. É uma

leguminosa que possui um vasto mercado de aplicação, podendo ser consumido na alimentação humana, alimentação animal, além de possuir um importante papel socioeconômico e de ser uma indispensável matéria-prima que impulsiona diversificados complexos agroindustriais (EIRAS, et.al., 2011).

Nesse contexto, especialmente na virada para o século XXI a cultura da soja sofreu um grande processo de expansão em área de cultivo no Brasil. Alicerçada em altas produtividades e favorecida por elevados preços pagos ao produtor.

A produção do Brasil na safra 2020/2021, foi de 135,409 milhões de toneladas, numa área de aproximadamente 32,9 milhões de ha (EMBRAPA, 2021). Dentre os principais fatores que estão promovendo este crescimento em área plantada, produção e produtividade estão a mecanização, reduzindo perdas no processo de colheita, a criação de cultivares altamente produtivas e que se adaptam as diferentes regiões do Brasil, o desenvolvimento de pacotes tecnológicos relacionados ao manejo de solos, ao manejo de adubação e calagem, manejo e controle de pragas, doenças e plantas daninhas, (FREITAS, 2011).

Nesse prisma, com o desenvolvimento de inoculantes isso permitiu uma formação mais precoce da nodulação da soja. Consequentemente, uma maior disponibilidade de nitrogênio para o desenvolvimento das plantas. O argumento na prática é que a com redução da adubação nitrogenada, teria uma redução significativa dos custos agrícola, permitindo assim, uma maior promoção no desenvolvimento da cultura da soja.

### **6.1.2. ATUALIDADES DA CULTURA DA SOJA**

Com o advento da revolução verde em 1950, ocorreram diversas iniciativas tecnológicas na área do melhoramento genético, maquinário agrícola e fertilização que aumentaram drasticamente a produção de alimentos no mundo (INOUE, 2019).

Nesse ínterim, na década de 60 o Brasil adotou os princípios da revolução verde devido ao período denominado “Milagre econômico”. A partir deste período o país se tornou um produtor de larga escala e passou a exportar produtos agrícolas, principalmente a soja (INOUE, 2019).

O melhoramento genético é uma das maiores prioridades das empresas focadas na cultura da soja. Segundo Inoue (2019, p.1) “em locais como o nordeste da China, por exemplo, houve mais de 600 cultivares lançadas ao longo do último século, já no Brasil, nos últimos 50 anos, a produtividade da soja brasileira aumentou 1.200%”. Ainda segundo ela, isso é resultado do aumento da área plantada em 488% e do aumento da produtividade média em 192% nesse período.

Insta salientar ainda, que o Brasil uma fronteira agrícola com potencial em expansão, por ter para onde e como crescer sua produção (CARVALHO et al., 2012). Nesse sentido, essa importância da cultura da soja no país está associada aos avanços científicos e a disponibilização de tecnologias ao setor produtivo.

Sobre essa importância da cultura da soja, podemos afirmar que:

A mecanização e a criação de cultivares altamente produtivas adaptadas às diversas regiões, o desenvolvimento de pacotes tecnológicos relacionados ao manejo de solos, ao manejo de adubação e calagem, manejo de pragas e doenças, além da identificação e solução para os principais fatores responsáveis por perdas no processo de colheita, são fatores promotores desse avanço (CARVALHO et al., 2012 apud PAIXÃO, 2020, p. 10).

O crescimento contínuo da importância da soja, se dá por diversos motivos, dentre os quais: desenvolvimento e estruturação de um sólido mercado internacional relacionado com o comércio de produtos do complexo agroindustrial da soja; consolidação da oleaginosa como importante fonte de proteína vegetal, especialmente para atender demandas crescentes dos setores ligados à produção de produtos de origem animal; a sua prontidão de ser cultivada em todo o território brasileiro; é hoje a base da maior parte das formulações de ração animal; ela foi responsável pela diminuição da fome endêmica ;geração e oferta de tecnologias, que viabilizaram a expansão da exploração sojícola para diversas regiões do mundo (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014).

Em conclusão, é possível ver que na contemporaneidade a cultura da soja possui uma grande importância em diversos âmbitos, desde o econômico até o social. Também é possível ver que apesar dos ainda diversos desafios que a cultura enfrenta, existe uma projeção futura bastante promissora. Além disso, de maneira geral o consumo mundial de soja vai continuar aumentando nos próximos

anos, mantendo os bons preços de mercado e impulsionando as exportações, o que favorece a balança comercial.

## **6.2. NODULAÇÃO DA SOJA**

As raízes das plantas são fulcrais para o desempenho de diversas funções relacionadas ao sistema solo e ao desenvolvimento da cultura da soja. Desse modo, quando se fala em soja, uma compleição deve ser considerada ao desenvolvimento do radicular: a nodulação e consequentemente a fixação biológica de nitrogênio (FBN).

Sobre o sistema radicular podemos afirmar que:

O sistema radicular bem desenvolvido demonstra o efeito na descompactação do solo, processo que é de extrema importância para a soja, pois promove o crescimento das raízes em volume e em profundidade, e aumenta a absorção de água e nutrientes. Quanto mais raízes, maior é o acesso da planta ao componente nutricional, devido ao aumento do ambiente de exploração, e mais liberação de exsudados radiculares para a conexão com a microbiologia do solo (FERREIRA, 2021, p. 1).

Bactérias do gênero são inoculadas e se colonizam de forma simbiótica com as raízes das plantas de soja, formando os nódulos. É uma interação mediada por compostos liberados no início do processo germinativo da soja, e posteriormente feito pelas raízes, que são colonizadas pelas bactérias e por meio de um complexo enzimático são capazes de trasmutar o nitrogênio atmosférico em uma forma que se possa ser assimilada pelas plantas.

Essa associação proporciona à agricultura brasileira uma economia em fertilizantes nitrogenados, os quais também podem ter efeitos negativos ao ambiente. Destarte, a associação com bactérias fixadoras de nitrogênio e raízes é uma tecnologia fulcral para a produção de soja no país (FERREIRA, 2021).

A gênese formativa de nódulos para a FBN é beneficiada quando o ambiente se encontra equilibrado biologicamente devido a ativação da biodiversidade do solo, em ausência de compactação, resultando em boa aeração e proporcionando infiltração de água; e esteja com cobertura vegetal que dentre as várias funções mantém uma temperatura adequada a superfície do solo. Além destes fatores, o sistema radicular bem desenvolvido com certeza é primordial para a multiplicação e a manutenção das bactérias inoculadas, e consequentemente da nodulação e fixação biológica de nitrogênio (FERREIRA, 2021).

Não obstante ainda, segundo Mercante (2006), a importância da fixação biológica transformou a inoculação com bactérias nas sementes em uma necessidade tecnológica para atingir ganhos econômicos pela supressão da aplicação de fertilizantes nitrogenados, os quais, se fossem aplicados no plantio, poderiam gerar gastos de aproximadamente US\$ 3 bilhões ao país.

É importante pontuar, que quando se fala no processo de nodulação, essa relação simbiótica ela é bem peculiar, devidos ambos, bactérias e plantas, fazerem uma troca de sinais moleculares que regulam a expressão de genes para a infecção e desenvolvimento dos nódulos (MÜLLER, 1981; HUNGRIA; VARGAS; ARAÚJO, 1997; LINCOLN; ZEIGER, 2004).

Por fim, conforme leciona Hennecke et al. (2021) “ A aplicação de N mineral na cultura da soja eleva o custo de produção, em alguns casos recomenda-se o uso de pequenas doses de N ( $20$  a  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  de N) aplicadas na semeadura, também chamadas de doses de “arranque”, cuja finalidade é de disponibilizar N às plantas até o início da nodulação”.

### **6.2.1. A IMPORTÂNCIA DO PROCESSO DE NODULAÇÃO DA SOJA**

A formação de um simples módulo é resultante de um processo complexo, envolvendo diversos estádios. Sendo assim, segundo lecionam Hungria; Campos; Mendes (2001, p. 14) “inicialmente, as sementes em germinação e as raízes exsudam moléculas que atraem quimicamente os rizóbios, outras que estimulam o crescimento das bactérias na rizosfera da planta hospedeira e outras que desencadeiam a expressão de diversos genes, tanto da bactéria como da planta hospedeira”.

Não obstante ainda, as bactérias penetram na raiz da soja e provocam o crescimento de células específicas da planta hospedeira, formando os nódulos, onde ficarão alojadas. Quando os nódulos estão em plena atividade apresentam, em sua parte interna, coloração rósea intensa, devido à atividade da leghemoglobina, cuja função é a mesma da hemoglobina do sangue humano, ou seja, o transporte do oxigênio, essencial às funções vitais desses microrganismos aeróbios (HUNGRIA et al., 2001).

É importante salientar que o N do fertilizante é mais facilmente absorvido pela soja porque já está em uma forma prontamente disponível, ao passo que, no



caso do processo biológico, a planta precisa "investir um pequeno capital energético inicial" na formação dos nódulos. Esse gasto inicial, porém, é recuperado logo no início do ciclo vegetativo, trazendo grande retorno à nutrição das plantas.

Em condições de campo, entre 5 e 8 dias após a emergência já é possível observar a formação dos primeiros nódulos com bom tamanho, e em número de quatro a oito, ao redor, de 10 a 12 dias após a emergência. Nessa etapa, muitas vezes se observa que as plantas noduladas estão um pouco amareladas, em relação àquelas que receberam uma dose inicial de fertilizante nitrogenado. Isso ocorre porque como já mencionado, o fertilizante nitrogenado está pronto, para ser utilizado, enquanto a máquina biológica de nitrogênio, algumas vezes, ainda está em seus últimos ajustes (HUNGRIA et al., 2001).

### **6.3. A PROBLEMÁTICA DOS PLINTOSSOLOS PÉTRICOS CONCRECIONÁRIOS**

Em primeiro lugar, mesmo que maneira breve, cabe pontuar o que são esses tipos de solos. Sendo assim, os plintossolos são considerados de acordo com o sistema de aptidão agrícola e capacidade de uso, como solos frágeis, imperfeitamente drenados, ou seja, apresentando-se com baixa ou mesmo sem aptidão agrícola (FRANCESCHETTE, et al., 2013 apud OLIVEIRA 2021).

Insta salientar ainda, que de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS, 2018) estabelece que a classe de Plintossolos são compostos por materiais minerais, com a presença de horizonte plíntico, litoplíntico ou concrecionários oriundos da segregação localizada de ferro que opera como agente cimentante (EMBRAPA, 2006).

Essa espécie de solo se tornou algo característico do cerrado, estando presente principalmente nas regiões norte e centro-oeste do Brasil, o que proporciona uma grande inconformidade com as práticas agrícolas modernas nessas regiões, já que sua aptidão e uso são classificados de maneira diferente dos demais e suas características e atributos físicos não são favoráveis para a produção de grãos conforme preconizado pelos agricultores que atuam no quadrante agrícola das regiões supracitadas (OLIVEIRA, 2021).

Com o desenvolvimento da fronteira agrícola e a consequente inópia de ocupação e incorporação das terras aos processos produtivos, essas áreas com solos férteis ocupadas por manchas de florestas são segundo Carvalho (2021, p.12): “rapidamente envolvidas pela ação humana e, normalmente, transformadas em pastagens devido ao impedimento à mecanização representado pelas concreções.”

Noutro giro, essas espécies de solo se apresentam comumente pelo uso limitado das atividades agrícolas e dessa maneira são criados critérios que balizam a recomendação do uso desses solos, obtendo assim, um banco de dados com informações pertinentes para elaboração de estratégias de manejo, que garantam uma maior sustentabilidade, permitindo assim, aumento da produtividade e menor impacto ambiental nesses solos (OLIVEIRA, 2021).

Não obstante ainda, no Estado do Tocantins, os Plintossolos Pétricos ocupam 11,1% do território e é o terceiro tipo de solo no estado. São solos formados em condições de restrições a drenagem (ciclos de umedecimento e secagem) mas que atualmente são bem drenados e apresentam o horizonte pedregoso. Eles são solos fortemente ácidos, e com baixa atividade de argila, e claro bem drenados. Mesmo com características de plantio restritivo, muitas áreas no Estado são produtoras de grãos nesta classe de solo (SANTOS et al. 2011).

Nessa perspectiva ainda, cabe pontuar que 34% do território do Estado do Tocantins é composto por plintossolos, esses solos apresentam proporções variáveis de petroplintita imersa em uma matriz igualmente variável de terra fina (areia, silte e argila). Com a expansão e abertura de novas áreas, esses solos pedregosos estão tendo uso agrícola, contrariando o que o sistema de aptidão agrícola indica (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995).

Estima-se que no Estado do Tocantins 35% da cobertura pedológica é composta por solos de textura pedregosa. Sendo assim, os chamados Plintossolos que podem se apresentar de várias maneiras; podem ser formados por cascalhos e calhaus soltos; podem ser formados ainda por uma camada contínua de pedras, ou seja, não fragmentada. (RAMOS, 2019).

Insta salientar que de acordo com Ramos (2019, p. 3): “Agricultores de diferentes regiões cultivam nessas áreas uma das culturas mais importante para o Estado, a soja (glicine max)”. A autora supracitada pontua ainda:

Esses solos, de acordo com o sistema de aptidão agrícola, não são indicados para cultivos agrícolas, e sim apenas para pastagem, devido a presença de todas essas “fragilidades”. Contudo, o que vem se notando é a entrada da agricultura nessas áreas, e por mais incrível que pareça, contrariando todas as expectativas, esses solos teoricamente inviáveis para agricultura estão apresentando produtividades bem próximas ao Latossolo, esse sim, com potencial produtivo e reconhecidamente apto para desenvolvimento de cultivos agrícolas. (RAMOS, 2019, p. 3).

As pesquisas acerca desse solo tão peculiar são segundo Ramos (2019, p.1): “Bem recentes, sabe-se que a presença de cascalho e calhaus diminui o volume de terra fina (parte do solo, composta por areia, silte e argila), ou seja, a fração que é analisada nos laboratórios de análise de solo de rotina”. A autora nos convida a refletir, indagando a seguinte pergunta acerca da peculiaridade desse solo: Mas afinal, o que isso quer nos dizer? E ela logo em seguida responde ao questionamento levantado, respondendo simplesmente:

Que quando o produtor coleta a amostra de solo para fazer análise para recomendação de adubação e calagem, todo o material não passante na peneira de 2mm é descartado, ou seja, a análise é feita apenas na fração areia, silte e argila. Como esses solos apresentam predominantemente cascalho e calhaus, significa que toda a recomendação de adubação e calagem é superestimada para um volume de solo que não representa a amostra que o produtor coletou, já que parte dela é descartada por não passar na peneira de 2mm (RAMOS, 2019, p. 3).

Tem-se notado que a presença da cobertura viva ou morta nessas áreas são essenciais para melhorar a estrutura do solo (agregação principalmente), promover incremento no teor de matéria orgânica, melhorar o armazenamento de água, e diminuir a temperatura de superfície. O aumento da temperatura tem causado perdas nas lavouras nessa região, desde falhas na germinação (estande final menor), e escaldadura (morte da planta pelo aquecimento do colo da planta próxima a superfície) (RAMOS, 2019).

Esses solos apresentam de acordo com Ramos (2019, p.1) “Fortes limitações ao uso de maquinários principalmente pela excessiva quantidade cascalho e calhaus (petroplintita) e por isso, apresentam melhor aptidão para usos que não necessitam o emprego de implementos, como pastagem”. Nesse contexto ainda, eles apresentam,

comumente, uso limitado para as atividades agrícolas e desse modo possam ser criados critérios que balizem a recomendação de uso desses solos, para elaboração de estratégias de manejo, que garantam aumento da produtividade e menor impacto ambiental nesses solos (FRANCESCHETTE et al., 2013; SPERA, 2002 apud RAMOS 2019).

## 7. MATERIAL E METODOS

### 7.1 DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento em vaso foi implantado e conduzido na casa de vegetação do Ceulp Ulbra de Palmas no Estado do Tocantins, a uma altitude de 213 metros. Dados do INMET (2019), o clima da região é classificado como C2wA“a” (clima úmido, com moderada deficiência hídrica no inverno), apresentando duas estações bem definidas: um período chuvoso, que compreende entre os meses de outubro a abril; e outro período de seca, que compreende os meses de maio a setembro.

O experimento teve como base de estudo, a ação do inoculante em Latossolos e Plintossolos Pétricos concrecionários, foram utilizados vasos com volume de 5 litros, o solo foi peneirado separando o cascalho da terra fina, para em seguida ser pesado para obter a proporção de 30% de terra fina e 70% de cascalho, caracterizando Plintossolos Pétricos concrecionários, os vasos com latossolos foram compostos somente pela terra fina.

O delineamento adotado foi o DIC (Delineamento Inteiramente Casualizado) em esquema fatorial de 3x2 com 4 repetições totalizando 24 vasos, sendo três doses de inoculante (0, 1 e 3 ml por kg de sementes) e dois tipos de solos (Latosolos e Plintossolos).

#### Tratamento Latossolos

Sem inoculante	Latosolos
1ml/kg de semente inoculante	Latosolos
3ml/kg de semente inoculante	Latosolos

#### Tratamento Plintossolos

Sem inoculante	Plintossolos
1ml/kg de semente inoculante	Plintossolos
3ml/kg de semente inoculante	Plintossolos

Antes da semeadura no dia 12/03/2022 foi realizado a preparação do solo, peneiração e aplicação de calcário para correção conforme análise de solo (Apêndice). Realizou a calagem para elevar a saturação de base a 60%, adotando o cálculo do método da saturação de bases, conforme a fórmula  $NC = (V2-V1) * T/PRNT$ , e o PRNT do calcário utilizado foi de 97,21.

A necessidade de calagem obtida em  $\text{ton. ha}^{-1}$  foi convertida para 5 litros de solo. Adotando que no hectare há 2.000.000 de L se solo na camada de 0,20 m, fez a conversão para volume do solo no vaso, o que resultou na dosagem de de 13,67g de calcário por vaso.

**Figura 1- Coleta de Solo**



**FONTE: O autor**

Após a aplicação do calcário o solo foi encubado (Figura 2), utilizou-se sacos plásticos de 10 kg e após misturar bem o calcário foi adicionado 1 litro de água para acelerar a reação do insumo, os solos ficaram durante sete dias nesse processo.

**Figura 2 –Incubação do solo pós aplicação do calcário.**



**Fonte: O autor**

Após o período de incubação, que durou sete dias, em 19 de março de 2022, foi realizada a adubação fosfatada de acordo com análise de solo. Foi aplicado  $200\text{Kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , e esse valor também foi convertido para volume de 5 L de solo. Os solos foram transferidos novamente para os vasos e realizou a semeadura da soja e aplicação dos tratamentos, a inoculação foi realizada com inoculante líquido Goplan formulado com Semia 5080 (*Bradyrhizobium diazoefficiens*) (Figura 3).

**Figura 3 – Inoculante utilizado**



**Fonte: O autor**

A cultivar utilizada foi a Brasmax Ultra IPRO, com grupo de maturação 7.5 e hábito de crescimento indeterminado, foram semeadas cinco sementes por vaso, com intuito de garantir a emergência das plantas de soja.

**Figura 4 – Semeadura em plintossolos**



**Fonte: O autor**

Após a semeadura realizou o monitoramento do experimento, observando a emergência e umidade do solo. No início do experimento com a planta de soja em estágio V1 foi constatado presença de lagartas (*Spodopetera eridania*), no qual 50% das plantas atacadas, e para o controle foi aplicado Imidacloprido Beta-ciflutrina na dose de 1L por hectare. A aplicação do produto químico causou fitotoxidez nas plantas e para auxiliar na recuperação foi utilizado fertilizante foliar com 6% de manganês na dose de 4 mL por litro de água e após 7 dias realizou uma nova aplicação com fertilizante foliar com 10% de manganês na dose de 6 mL por litro de água.

A primeira adubação de cobertura na soja, com as plantas em estágio V3/V4 e a segunda em V6, foi aplicado 100 Kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, 30% da dose recomendada na primeira cobertura e os 70% restante na segunda cobertura a fonte utilizada foi o KCl (cloreto de potássio).

Para adubação todos os nutrientes, tiveram as doses convertidas de volume do solo por hectare para volume de 5 litros de solo, e os respectivos valores foram multiplicado por três conforme relata Malavolta, (1980), que experimentos em vasos as doses dos fertilizantes devem ser o triplo da recomendação devido a restrição do crescimento do sistema radicular.

## 7.2 AVALIAÇÃO DO EXPERIMENTO

As avaliações das plantas ocorreu em R2 (florescimento pleno). Os parâmetros avaliados foram diâmetro do caule, o que feito com uso do parquímetro à 5 cm do no nível do solo. Em seguida foi medida a altura das plantas com uso de trena, desde o nível do solo té o ápice da planta. Logo em seguida foi contabilizado o número de nós. Após avaliações de crescimento da parte área da planta, foi realizado as avaliações do sistema radicular (comprimento da raiz principal e número de nódulos). Após contabilizar o número de nódulos, com auxílio do estilete foi feito um corte transversal em cada nódulo para que fosse determinado o número de nódulos ativos. Em seguida houve a separação do sistema radicular e da parte área para determinar a massa seca, cada estrutura foi acondicionada em sacos de papel devidamente identificados e levado para secar em estufa de circulação de ar por 72 h á 65° C, após esse período foi realizada a pesagem e assim obtido os valores de massa seca.

Os dados adquiridos foram submetidos ao teste de média Tukey a 5% de probabilidade, o programa estatístico utilizado foi o Sisvar 5.1

**Figura 5- Avaliação de experimento**



**Fonte: O autor**

## 8. RESULTADOS

Os resultados obtidos mostraram algumas diferenças que foram significativas, revelando por dados estatísticos se a dosagem do inoculante ou o tipo de solo tiveram interferência direta nos aspectos fisiológicos da planta de soja.

**TABELA 4 - Valores médios dos caracteres agrônômicos das plantas soja cultivados em vaso com diferentes doses de Inoculante em Latossolos e Plintossolos concrecionários, Palmas – TO, 2022.**

Tratamentos		Altura de planta (m)	Diâmetro do caule (cm)	Número de Nós	Comprimento da Raíz (cm)
p>F	Doses de Inoculante (I)	0,039*	0,711 ns	0,761 ns	0,456 ns
	Solo (S)	0,171 ns	0,0001*	0,0018*	0,092 ns
	I*S	0,0855 ns	0,120 ns	0,178 ns	0,487 ns
CV(%)		14,75	9,76	11,67	42,73
TUKEY					
<b>DOSES DE INOCULANTE</b>					
0		35,57 a	0,35 a	9,00 a	19,67 a
1		33,67 a	0,35 a	8,75 a	25,35 a
3		28,90 b	0,36 a	8,62 a	25,13 a
<b>SOLO</b>					
Latossolos		34,13 a	0,40 a	9,58 a	27,05 a



Plintossolos	31,30 a	0,30 b	8,00 b	19,71 a
--------------	---------	--------	--------	---------

ns – não significativo; \* - significativo a 5% pelo Teste F da análise de variância.  
Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A primeira tabela, demonstra que a dosagem de inoculante teve interferência direta na altura da planta (m), ocorrendo algo que era inicialmente inesperado. Nesse sentido, foi possível verificar que nos tratamentos em que não foi aplicado o inoculante desenvolveu-se uma maior altura da planta em comparação com os tratamentos que não receberam a dosagem mínima de 1 ml/Kg de inoculante por semente, e uma alta dosagem 3 ml/Kg de semente. Nesse contexto, o efeito da nodulação na parte aérea e do sistema radicular da soja foram avaliados por Sheng e Harper (1997), os quais constataram que as folhas são órgãos que dominam a regulação da produção de sinal para nodulação em soja. Todavia, o comprimento da raiz não teve muita divergência entre os tratamentos, reagindo conforme o esperado e tendo maior média nos latossolos que não possuíam petroplintitas que pudessem dificultar o desenvolvimento.

O tipo de solo teve interferência direta em dois parâmetros avaliados nas plantas de soja, no diâmetro de caule o qual se desenvolveu melhor nos vasos com latossolo, tendo maior diâmetro do que nas plantas dos vasos com solos pedregosos. O tipo de solo também interferiu diretamente no número de nós, com os vasos com latossolo também estando um maior número em comparação com os Plintossolos. A presença da petroplintita interferiu diretamente no número de nós das plantas, sendo maior no solo sem cascalho e menor no solo pedregoso. Todavia, o comprimento da raiz não teve muita divergência entre os tratamentos, reagindo conforme o esperado e tendo maior média nos latossolos que não possuíam petroplintitas que pudessem dificultar o desenvolvimento.

Um fator determinante para esses caracteres agronômicos, são as vantagens físicas, que os Latossolos, possuem diante dos Plintossolos. Sendo assim, de acordo com Santos et. al. (2016, p.3): “essas vantagens físicas possuem boas condições físicas para o uso agrícola largamente utilizado na produção de grãos: soja, milho, arroz, sendo aptos de utilização com outras culturas anuais, perenes, pastagens e reflorestamento”. Isso ocorre porque sua principal limitação é de ordem química, ou seja, apresentam baixa fertilidade e acidez naturais.

Dessa maneira, problemas como baixa fertilidade natural, acidez elevada, e, sobretudo pela presença de pedras, que normalmente apresentam mais 50% do seu

volume podendo acarretar problemas hídricos como o impedimento à livre drenagem pode ser resultante da existência de um lençol freático mais superficial em algum período do ano, o que ocorre em áreas de cotas inferiores com relevo plano, como depressões, baixadas, terços inferiores de encostas, ou devido à existência de camadas concrecionárias ou materiais de texturas argilosas, como nas áreas de surgente em condições de clima tropical úmido (ANJOS et al. 2007, p. 1036). Essa última característica tem sido considerada a mais limitante, pois se desconhece estudos físico-hídricos, biológicos e químicos de horizontes que quase não apresenta a fração terra fina (LUMBERAS, 2015).

**TABELA 5** - Valores médios da caracterização dos nódulos no sistema radicular das plantas soja cultivados em vaso com diferentes doses de Inoculante em Latossolo e Plintossolos concrecionários, Palmas – TO, 2022.

Tratamentos		Número de Nódulos	Porcentagem de Nódulos Ativos
Um p>F	Doses de Inoculante (I)	0,041*	0,062 ns
	Solo (S)	0,048*	0,322 ns
	I*S	0,214 ns	0,015*
CV(%)		54,67	73,09
TUKEY			
<b>DOSES DE INOCULANTE</b>			
	0	6,37 b	31,94 a
	1	11,25 ab	54,14 a
	3	14,62 a	21,34 a
<b>SOLO</b>			
	Latossolos	8,16 b	41,28 a
	Plintossolos	13,33 a	30,33 a

ns – não significativo; \* - significativo a 5% pelo Teste F da análise de variância.

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Segundo Brandelero et al., (2009, p.2) em um experimento que foi conduzido no Campo Experimental da Universidade Federal da Bahia no município de Cruz das Almas (BA), situado no Recôncavo Baiano (12°40'19" S e 39° 06'22" O, 220 m) sobre Latossolo amarelo na cultura da soja afirma que: " mais de 40% do rendimento de grão se correlacionou com os componentes da nodulação dos cultivares de soja".

**TABELA 6** – Desdobramento da Interação entre os fatores doses de Inoculante e tipo solo para porcentagem de nódulos ativos em plantas de plantas soja, Palmas – TO, 2022.

Tipo de Solo	Doses de Inoculante		
	0	1	3

Latossolo	12,50 bA	75,00 aA	36,34 abA
Plintossolo	51,39 aA	33,28 aB	6,34 aA

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na linha e maiúscula na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Nesse mesmo sentido, a tabela 6 de desdobramento traz avaliação dos fatores fundamentais para a simbiose do solo que é o objetivo de estudo, nela a estatística nos mostra que houve diferença entre os tratamentos e em seguida uma tabela de desdobramento para melhor entendimento dados estatísticos. Esses dados mostram que, a dosagem do tratamento interferiu nos números de nódulos do sistema radicular da planta, no qual a maior dosagem de 3 ml/kg de inoculante por semente, resultou em melhor resposta, em ambos os solos, porém não houve diferença significativa na porcentagem de nódulos ativos, resultado que não era esperado.

Uma possível causa é devido principalmente a temperatura elevada do solo, principalmente nos Plintossolos pétricos que devido a sua alta taxa de pedregosidade possui uma temperatura mais elevada que os Latossolos, explicando a maior taxa de nódulos ativos em Latossolos. Sendo assim, segundo Reis Junior et al. (2008), essa problemática da temperatura pode afetar todos os estágios da simbiose, com ênfase na fase inicial da formação de nódulos, de acordo com o mesmo autor altas temperaturas também pode limitar o crescimento e a sobrevivência dos rizóbios no solo.

Dentro dessa narrativa, foi possível verificar que o tratamento com dosagem mínima 1 ml/kg de semente possuiu uma maior porcentagem de nodulação ativa que os demais. Dessa forma, o solo interferiu significativamente no número de nódulos, no qual as plantas dos vasos com solos cascalhentos apresentaram um maior número de nodulação que as plantas cultivadas em Latossolos, porém, a porcentagem de nódulos ativos foi maior nos solos sem cascalhos.

Nessa perspectiva, de acordo com Conte et al. (2018, p.39):

Em locais, como a microrregião de Redenção, é frequente a ocorrência de Plintossolos pétricos em áreas cultivadas com soja. Os Plintossolos pétricos frequentemente encontrados nessa região caracterizam-se por apresentar pedregosidade na superfície semelhantes a seixos rolados. De acordo com os painelistas, esta característica não inviabiliza a mecanização, mas aumenta muito os riscos e a sustentabilidade dos sistemas de produção, pois pode ocasionar, entre outras coisas, o maior aquecimento do solo, queimando o caulículo das plântulas recém-emergidas, sobretudo na ausência de palha, o que é comum na região. A reduzida cobertura, somada

a pedregosidade superficial do solo, provoca maior perda de água e pode prejudicar a nodulação da soja, entre outros problemas.

Desse modo, então a temperatura do solo é um fator determinante para a diminuição de nódulos ativo nos Plintossolos, que devido a sua alta porcentagem de petroplintita apresenta temperatura na superfície do solo mais elevada em comparação com os Latossolos que por não apresentarem uma alta taxa de pedregosidade, apresentam temperatura do solo mais baixa.

Avaliando as dosagens de inoculante para porcentagem de nódulos ativos, nos dois tipos de solos, podemos destacar que, sem o inoculante o Plintossolos apresentou maior nodulação ativa consideravelmente em comparação com o Latossolo, porém na dose de 1ml as plantas cultivadas no Latossolo foram superiores em comparação aos Plintossolos, trazendo uma melhor resposta, já com a alta dosagem, de 3 ml/Kg de inoculante por semente o Latossolo continuou com melhor resposta que o Plintossolos. Todavia em comparação entre vasos de Latossolos, diferenciando apenas as dosagens de inoculantes adicionadas a porcentagem de nódulos ativos com a alta dosagem de 3 ml/Kg de inoculante por semente, ficou consideravelmente abaixo da dosagem mínima de 1 ml/ Kg por semente.

**TABELA 7** - Valores médios da massa seca das plantas soja cultivados em vaso com diferentes doses de Inoculante em Latossolo e Plintossolos concrecionários, Palmas – TO, 2022.

Tratamentos		Massa Seca parte área (g)	Massa seca da raiz (g)	Massa seca Total (g)	Índice: Massa seca Raiz/Massa seca total
p>F	Doses de Inoculante (I)	0,184 ns	0,423 ns	0,178 ns	0,911 ns
	Solo (S)	0,0016*	0,067 ns	0,002*	0,131 ns
	I*S	0,836 ns	0,899 ns	0,910 ns	0,43 ns
	CV(%)	29,90	40,51	28,99	21,13
TUKEY					
<b>DOSES DE INOCULANTE</b>					
0		1,66 a	0,76 a	2,42 a	0,31 a
1		1,55 a	0,70 a	2,25 a	0,32 a
3		1,24 a	0,57 a	1,82 a	0,32 a
<b>SOLO</b>					
Latossolos		1,83 a	0,79 a	2,62 a	0,29 a
Plintossolos		1,13 b	0,57 a	1,71 b	0,34 a

ns – não significativo; \* - significativo a 5% pelo Teste F da análise de variância.  
Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Em relação a massa seca da parte aérea da planta segundo a tabela 7, o tipo de solo influenciou, novamente os tratamentos com Latossolos foi superior, com um maior volume de matéria seca em comparação com os tratamentos de Plintossolos. Sendo assim, os tratamentos com Latossolos que não foi utilizado o inoculante, resultou em maiores valores de biomassa seca da parte aérea, seguido pelo que foi adicionado a dosagem mínima de 1 ml/ Kg de inoculante por semente. E por último, com diferenças significativas foi possível verificar que a maior dose de inoculante (3ml/kg) foi melhor no solo sem cascalho, foi verificada grande desvantagem em comparação com o tratamento sem inoculante, e com a dosagem mínima de 1 ml/ Kg de inoculante por semente, com o mesmo solo.

Nessa perspectiva ainda, existe grande variabilidade entre as estirpes que nodulam a soja (CARVALHO, 2003) quanto à eficiência do processo simbiótico (ARAÚJO; HUNGRIA, 1999), o que gera diferentes interações entre bactérias e genótipos de plantas de soja (BOHRER; HUNGRIA, 1998). Bohrer e Hungria (1998) verificaram diferenças marcantes entre as cultivares quanto ao potencial de nodulação e fixação de nitrogênio, e constataram que a quantificação da massa seca da parte aérea é um bom parâmetro para a seleção das simbioses mais promissoras de soja.

## 9. CONCLUSÃO

A ação do inoculante interferiu diretamente na altura das plantas, quando maior a dosagem do inoculante, menor a altura da planta. Os Plintossolos tiveram resultado inferior em comparação com os latossolos, em praticamente todos os parâmetros avaliados. Porém os Plintossolos, tiveram uma maior nodulação que os Latossolos em vasos que não foram adicionados inoculantes, mas foram nódulos inativos. Mostrando que o alto teor de plintitas afetou sua nodulação, seja por aquecimento, má drenagem, ou dificuldade física do sistema radicular, para desenvolvimento do sistema radicular. A dosagem que obteve vantagem dos demais tratamentos foi a dosagem mínima de 1 ml/kg de inoculante por semente, trazendo melhor resposta a porcentagem de nódulos ativos, tanto em Plintossolos como em Latossolos, sendo a dosagem mais recomendada tanto para Plintossolos como para Latossolos.

## 10. REFERÊNCIAS

BÁRBARO, et al. **Produtividade da soja em resposta à inoculação padrão e co-inoculação.** *Vetindex*, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 1-15, jan/jun. 2007. Disponível em: [https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/colloquium-agrariae/5-\(2009\)-1/produtividade-da-soja-em-resposta-a-inoculacao-padrao-e-co-inoculacao/](https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/colloquium-agrariae/5-(2009)-1/produtividade-da-soja-em-resposta-a-inoculacao-padrao-e-co-inoculacao/). Acesso em: 19 de jun de 2022.

BOHRER, Temis Regina Jacques; HUNGRIA, Mariangela. **Avaliação de cultivares de soja quanto à fixação biológica do nitrogênio.** *Embrapa*, Paraná, v. 33, n. 6, p. 937-952, jun.1998. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/47122/1/AVALIACAO-DE-CULTIVARES-DE-SOJA-QUANTO-A-FIXACAO.pdf>. Acesso em: 19 de jun de 2022.

CARVALHO, Gustavo Mendes. **Manejo de forrageiras em plintossolos pétricos concrecionários no cultivo da soja.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) – Centro Universitário Luterano de Palmas, 2021.

CARVALHO, L. C.; FERREIRA, F. M.; BUENO, N. M. **Importância econômica e generalidades para o controle da lagarta falsa medideira na cultura da soja.** *Enciclopédia Biosfera*, v. 8, p. 1021-1034, 2012.

CONTE, et al. **A evolução da produção de soja na macrorregião sojícola.** *Embrapa*. São Paulo, v. 5, n. 2, p. 1-39, jan/jun. 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1102444/a-evolucao-da-producao-de-soja-na-macrorregiao-sojicola-5>. Acesso em: 19 de jun de 2022.

EIRAS, Priscila Pixoline; COELHO, Fabio Cunha. **Utilização de leguminosas na adubação verde para a cultura de milho.** *Revista Científica Internacional*. Ano 4 - Nº 17 Abril /Junho – 2011. Disponível em: <http://www.interscienceplace.org/isp/index.php/isp/article/view/166/164>. Acesso em: 18 maio de 2022.

EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.

EMPRAPA. **História da classificação de solos no Brasil.** Disponível em <https://www.embrapa.br/solos/sibcs/historia-da-classificacao-de-solos-no-brasil>: Acesso em: 20 mai. 2022.

FRANCESCHETTE, Eduardo; et al. **Propriedades físicas de solo concrecionário do Tocantins submetido a distintos manejos.** *Anais do XXXIV Congresso Brasileiro de Ciências do Solo*. Florianópolis 2012. Disponível em: <https://www.sbcs.org.br/cbcs2013/anais/arquivos/1551.pdf>. Acesso em 20 mai. 2022.

FERREIRA, Dorotéia Alves. **Sistema radicular da cultura da soja e a nodulação.** RevistaCultivar, 2021. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/sistema-radicular-da-cultura-da-soja-e-a-nodulacao>. Acesso em: 20 de maio. de 2022.

HENNECKA, Joel; et al. **Nodulação e crescimento de plantas de soja com uso de inoculante associado a aplicação de nitrogênio, inseticida e fungicida na semente. 2º Simpósio de agronomia e tecnologia de alimentos.** Pelotas 2021. Disponível em: <http://faifaculdades.edu.br/eventos/AGROTEC/1AGROTEC/arquivos/resumos/res25.pdf> . Acesso em: 20 mai. 2022.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro.** Documentos Embrapa, Londrina, n. 349, 2014.

HUNGRIA, M.; VARGAS, M. A. T.; SUHET, A. R.; PERES, J. R. R. **Fixação biológica do nitrogênio na soja.** In: ARAÚJO, R. S.; HUNGRIA, M. (Ed.). Microorganismos de importância agrícola. Brasília: Embrapa-SPI, 1994. p. 9-89.

INOUE, Letícia. **Cultura da soja: sua importância na atualidade.** Agromove, 2019. Disponível em: <https://blog.agromove.com.br/cultura-soja-importancia-na-atualidade/>. Acesso em: 07 de junho de 2022.

MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980.251p.

MERCANTE, F. M. **Uso de inoculante garante economia de 3 bilhões de dólares na cultura da soja no país.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/noticias/> . Acesso em: 21 maio. 2022.

NETO, E. A. S. et al. **Formas de aplicação de inoculante e seus efeitos sobre a nodulação da soja.** Revista Brasileira de Ciências do Solo. Viçosa. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/CyDQ8ybgrijyqzVHv4tWB9Jm/?lang=pt> . Acesso em: 21 mai. 2022.

OLIVEIRA, Thiago Ferreira. **MANEJO DOS PLINTOSSOLOS NO TOCANTINS: Uma revisão bibliográfica.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) – Centro Universitário Luterano de Palmas, 2021.

Pereira Peixoto, Clóvis, Ralisch, Ricardo, Brandelero, Evandro Martin. **Nodulação de cultivares de soja e seus efeitos no rendimento de grãos.** Semina: Ciências Agrárias [en linea]. 2009, 30(3), 581-587[fecha de Consulta 25 de Junio de 2022]. ISSN: 1676-546X. Disponível em:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744093008>. Acesso em 07 de junho de 2022.

PEREIRA, José da Silva Júnior. Inoculação reduz custos com fertilizantes na soja. **Embrapa**, 2016. Disponível em: Acesso em: 20 de jun. de 2022.

PEREIRA, José da Silva Júnior. **Inoculação reduz custos com fertilizantes na soja**. Embrapa, 2016. Disponível em: Acesso em: 10 de jun. de 2022

PAIXÃO, Luiz Mário Tedesco. **Principais doenças da cultura da soja (glycine max (L.) merril)**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) – Centro Universitário de Anapólis, 2020.

Ralisch, Ricardo. et al. **Nodulação de cultivares de soja e seus efeitos no rendimento de grãos**. Semina: Ciências Agrárias. 2009;30(3):581-587.[fecha de Consulta 20 de Mayo de 2022]. ISSN: 1676-546X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744093008>.

RAMOS, Michele Ribeiro." **A Review of Soybean Cultivation On Stony Soils in Tocantins, Brazil**. International Journal of Science and Research (IJSR), Volume 11 Issue 3, March 2022, pp. 367-371 disponível em: [https://www.ijssr.net/get\\_abstract.php?paper\\_id=SR22305001852](https://www.ijssr.net/get_abstract.php?paper_id=SR22305001852). Acessado em: 07 de julho de 2022.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3.ed. Rio de Janeiro, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1995. 65p.

SANTOS, H. G; et al. **Plintossolos Argilúvicos. Agência Embrapa de Informação Tecnológica**. Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONT000gn362ja202wx5ok0liq1mq1I77o4j.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn362ja202wx5ok0liq1mq1I77o4j.html) . Acesso em: 20 de maio 2022.

SANTOS, Dhyene et al. **Latossolos e Plintossolos**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) – Universidade Federal do Pará, 2016.

## APÊNDICE

### APÊNDICE A

#### MÉTODOS UTILIZADOS

#### CALAGEM DE SOLO

Resultado da análise de solo coletado para utilização no experimento.



Tabela 1: Análise Química solo

pH(H <sub>2</sub> O)	pH(CaCl <sub>2</sub> )	P(meh)	P(rem)	P(res)	S-SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H + Al	M.O	C.O
-		mg dm <sup>-3</sup>				cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					g dm <sup>-3</sup>	
5,41	4,71	0,54	Ns	Ns	12,50	0,04	1,22	0,13	0,18	9,80	37,98	22,03

Tabela 2: Análise Química do solo resultados complementares

SB	CTC	V	M	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		%		%			Relações		
1,39	11,19	12,42	11,46	10,90	1,16	0,36	9,38	30,50	3,25

Tabela 3: Análise química do solo teores de micronutrientes e análise textural

B	Cu	Fe	Mn	Zn	Areia	Argila	Silte
Mg dm <sup>-3</sup>					g Kg <sup>-1</sup>		
0,16	1,04	33,35	2,49	2,11	359	501	140

Com base na análise de solo, foi feito o cálculo de necessidade de calagem, sendo realizado no dia 12/03/2022, usando a fórmula:

$$1 \text{ NC} = \frac{V2 - V1 * T}{PRNT}$$

O valor de saturação por bases (V2) que se procura atingir pela calagem é de 60% para todas as repetições do experimento. o calcário utilizado apresentava PRNT de 97,21%, o valor obtido após a aplicação para 5L foi de 13,6 gramas de calcário por vaso.

$$\begin{array}{rcl} 2.000.000\text{L} & 5.477\text{Kg} & \longrightarrow \\ & \text{X} & \longrightarrow \\ 5\text{L} & \text{X} & \end{array}$$

$$X = 0,0136\text{kg} = 13,6 \text{ grama de calcário/vaso}$$

## APÊNDICE B

## CÁLCULO ADUBAÇÃO DE COBERTURA, FONTE UTILIZADA KCL

Foram realizadas duas aplicações de Potássio sendo a fonte utilizada o cloreto de potássio (KCl), a primeira adubação foi feita com as plantas em estágio V3/V4, é a segunda com as plantas em estágio V6

### 1 APLICAÇÃO

$$\begin{array}{ccc}
 100\text{Kcl} & 60\text{Kg} & \longrightarrow \\
 & X & \longrightarrow \\
 X & 30\text{Kg} & \\
 \hline
 X = 50\text{Kg kcl/ha recomendado}
 \end{array}$$

0,2 perfil arável de solo

$$100 \times 100 \times 0,2 = 2000 \text{ m}^3$$

$$\begin{array}{ccc}
 1 \text{ m}^3 & 100\text{L} & \longrightarrow \\
 & X & \longrightarrow \\
 2000 \text{ m}^3 & X & \\
 \hline
 X = 2000000
 \end{array}$$

2.000.000 de lote em 1ha de perfil arável 0,2

$$\begin{array}{ccc}
 2.000.000\text{L} & 50000\text{g kcl} & \longrightarrow \\
 & X & \longrightarrow \\
 5\text{L} & X & \\
 \hline
 X = 0,12\text{g kcl por vaso}
 \end{array}$$

### 2 APLICAÇÃO

$$\begin{array}{ccc}
 100\text{Kcl} & 60\text{Kg K}_2\text{O} & \longrightarrow \\
 & X & \longrightarrow
 \end{array}$$

$$X \quad 70\text{Kg K}_2\text{O}$$

$$X = 116000$$

$$\begin{array}{ccc} 2.000.000\text{L} & 116000\text{Kcl} & \longrightarrow \\ & X & \longrightarrow \end{array}$$

$$5\text{L} \quad X$$

$$X = 0,29\text{g Kcl por vaso}$$

## APÊNDICE C

### CÁLCULO ADUBAÇÃO DE FOSFORO

Depois de feito todas as conversões o dosagem de  $\text{P}_2\text{O}_5$  ficou representada por 200kg por ha, que após feita a última conversão por volume de vaso ficou representado por 0,5g por vaso.

$$\begin{array}{ccc} 2.000.000\text{L} & 200\text{Kg} & \longrightarrow \\ & X & \longrightarrow \end{array}$$

$$5\text{L} \quad X$$

$$X = 0,005 = 0,5\text{g por vaso}$$