



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

GABRIELL ARAUJO AMORIM

INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NA NODULAÇÃO DA SOJA EM
LATOSSOLOS E PLINTOSSOLOS CONCRECIONÁRIO

PALMAS-TO

2022



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.

GABRIELL ARAUJO AMORIM

INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NA NODULAÇÃO DA SOJA 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)

Orientador(a): Danilo Marcelo Aires dos Santos

PALMAS-TO

2022



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.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por sempre ter sido e ser meu estelho em todos os momentos e nunca ter me deixado fraquejar. A minha esposa Gabrielly Barbosa pelo amor, carinho, paciência e por me ajudar e sempre me incentivar, me motivar todos os dias que passei exaurido. Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional. Agradeço em especial a minha mãe Sara, heroína que sempre me incentivou e me mostrou que o ensino e estudo nunca poderiam ser tirados de mim. A toda minha família e amigos que me motivam e me acompanham durante minha jornada. A toda a equipe da coordenação do curso de Agronomia CEULP/ULBRA e professores, em especial ao meu Professor e orientador Danilo M. A. dos Santos por ter me ajudado e me orientado durante a reta final do curso. A todos que direta ou indiretamente fizeram parte de minha formação, o meu muito obrigado.

AMORIM, Gabriel Araújo. **INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO NITROGÊNICA NA NODULAÇÃO DA SOJA EM LACTOSSOS E PLINTOSSOLOS CONCRETÓRIOS – TO,** 2022. 42 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Centro Universitário Luterano de Palmas.

RESUMO

Devido sua versatilidade, a soja (*Glycine max*), teve sua demanda elevada nos últimos anos, ocasionado a intensificação da produção do grão no país para suprir as necessidades globais. Segundo Aprosoja (2020) para 2029, a projeção é de aumento de 32% da produção, 22% do consumo e 41% das exportações. Com isso é essencial que a planta esteja bem nutrida, não havendo carencia de nenhum nutriente, em principal o nitrogenio. Para uma cultura atingir bons resultados e alta produtividade é necessário controle da fertilidade do solo. A nodulação na soja descarta a necessidade de cobertura de nitrogenio, pois a mesma faz o processo de fixação através da simbiose com bacteria *Bradyrhizobium japonicum* em suas raízes, que fornecem nitrogênio para a planta através da fixação biologica de nitrogênio. O presente trabalho tem por objetivo avaliar a influência do nitrogênio na capacidade de nodulação da soja cultivada em Latossolos e Plintossolos concrecionários. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação com a condução em vasos de 5L preenchidos com diferentes tipos de solo (Latossolo e Plintossolo) e com diferentes doses de N 0, 50 e 100 kg ha⁻¹, em um delineamento inteiramente casulizado 3x2 com 4 repetições totalizando 24 vasos. Avaliando desenvolvimento das plantas como parâmetros de crescimento das plantas: altura, diâmetro de caule, número de nós, peso de massa seca, quantidade de nódulos ativos, quantidade de nódulos inativos e desenvolvimento da raiz pivotante ou raiz principal. Pode – se concluir que o cultivo em Latossolo com dose de 50 kg ha⁻¹ de N, propocionou maior crescimento de plantas e melhor nodução das plantas de soja.

Palavras chave: Doses de Nitrogênio; Soja; Fixação Biológica; Tipos de solo.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO;

TABELA 2 - VALORES MÉDIOS DOS CARACTERES AGRONÔMICOS DAS PLANTAS SOJA INOCULADA, CULTIVADOS EM VASO COM DIFERENTES DOSES DE N EM LATOSSOLO E PLINTOSSOLO CONCRECIONÁRIO;

TABELA 3 - DESDOBRAMENTO DA INTERAÇÃO ENTRE OS FATORES DOSES DE N E TIPO SOLO PARA ALTURA DE PLANTAS DAS PLANTAS SOJA;

TABELA 4 - DESDOBRAMENTO DA INTERAÇÃO ENTRE OS FATORES DOSES DE N E TIPO SOLO PARA DIÂMETRO DO CAULE DE PLANTAS DAS PLANTAS SOJA;

TABELA 5 - DESDOBRAMENTO DA INTERAÇÃO ENTRE OS FATORES DOSES DE N E TIPO SOLO PARA NÚMERO DE NÓS DA HASTE PRINCIPAL DAS PLANTAS SOJA;

TABELA 6 - VALORES MÉDIOS DA CARACTERIZAÇÃO DOS NÓDULOS NO SISTEMA RADICULAR DAS PLANTAS SOJA INOCULADA, CULTIVADOS EM VASO COM DIFERENTES DOSES DE N EM LATOSSOLO E PLINTOSSOLO CONCRECIONÁRIOS;

TABELA 7 - VALORES MÉDIOS DA MASSA SECA DAS PLANTAS SOJA INOCULADA, CULTIVADOS EM VASO COM DIFERENTES DOSES DE N EM LATOSSOLO E PLINTOSSOLO CONCRECIONÁRIOS;

TABELA 8 - DESDOBRAMENTO DA INTERAÇÃO ENTRE OS FATORES DOSES DE N E TIPO SOLO PARA MASSA SECA DA PARTE ÁREA DE PLANTAS DE SOJA;

TABELA 9 - DESDOBRAMENTO DA INTERAÇÃO ENTRE OS FATORES DOSES DE N E TIPO SOLO PARA MASSA SECA DA RAÍZ DE PLANTAS DAS PLANTAS SOJA;

TABELA 10 - DESDOBRAMENTO DA INTERAÇÃO ENTRE OS FATORES DOSES DE N E TIPO SOLO PARA MASSA TOTAL DAS PLANTAS DE SOJA.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. OBJETIVOS	6
3. HIPOTESE DA PESQUISA	6
4. REFERÊNCIAL TEÓRICO	7
4.1 CULTIVO DA SOJA	7
4.2 ADUBAÇÃO NITROGENADA	10
4.3 UTILIZAÇÃO DE FERTILIZANTES	13
4.4 LATOSSOLO	16
4.5 PLINTOSSOLO	19
5. MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
5.1 LOCAL.....	20
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
7. CONCLUSÃO	30

1. INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva da soja apresenta grande importância econômica, nutricional e social para o Brasil. Considerando que a soja trata-se de um grão, que demanda alta quantidade de mão de obra, empregando milhares de pessoas ligadas direta ou indiretamente ao cultivo da soja, que contribuem para a economia, auxiliando no desenvolvimento do país.

Segundo Aprosoja Brasil (2020), estima-se que a cadeia produtiva da soja reúna no país mais de 243 mil produtores, e um mercado de 1,4 milhões de empregos sendo o principal produto da pauta de exportação brasileira. A cadeia produtiva da soja também é importante em termos de receita, movimentando cerca de US\$ 100 bilhões/ano no Brasil, sendo 11% antes da porteira (com aquisição de insumos), 26 % dentro da porteira (na produção) e 63 % com beneficiamento (logística, comércio e exportações).

De acordo com MIFLIN & LEA (1976) a soja tem altas exigências nutricionais tendo o nitrogênio (N) como um dos nutrientes mais requeridos, ele é considerado elemento essencial para as plantas, pois está presente na composição das mais importantes biomoléculas, tais como ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas e inúmeras enzimas (MIFLIN & LEA, 1976; HARPER, 1994).

A nodulação na soja descarta a necessidade de cobertura de nitrogênio, pois a mesma faz o processo de fixação através da simbiose com bactéria em suas raízes, que fornecem nitrogênio para a planta através da fixação biológica de nitrogênio (FBN), adoção de práticas agrícolas sustentáveis como essa são de extrema importância para o desenvolvimento do agronegócio brasileiro. De acordo com ZUFFO (2016), o uso de inoculantes contendo estirpes de *Bradyrhizobium* resultou na economia de US\$ 8,7 bilhões, na safra 2015/16, em fertilizantes nitrogenados. A adubação de N requer muito cuidado, por ser um dos elementos mais abundantes na atmosfera, por volta de 70% ele pode prejudicar a fixação biológica das bactérias. Muitos produtores utilizam o nitrogênio na base de semeadura junto à adubação de P e K (THOMAS e COSTA, 2010).

Os Plintossolos são encontrados em 33% do território estadual, tem como característica o ciclo de redução e oxigenação do ferro, que leva a criação da plintita, que sendo exposto a chuva pode formar concreção ferruginosa chamada petroplintita, devido a alta quantidade de ferro, alumínio, quartzo, alta acidez e baixa reserva de nutrientes, os Plintossolos precisam de cuidados específicos para que seja viável produção. Segundo a EMBRAPA (2013), os Latossolos são solos profundos, com boa estrutura e homogeneização, o que significa possuírem resistência a erosões e pouca diferenciação entre seu horizontes, estes solos possuem elevada permeabilidade e por estarem localizados em áreas pouco acidentadas e com relevo suave, são muito utilizados para a agricultura. No entanto, faz-se necessário um manejo correto e o uso de corretivos agrícolas, devido a outra característica que é uma capacidade de troca catiônica baixa, o que dificulta o desenvolvimento dos diferentes meios.

Com base nisso este trabalho tem por objetivo avaliar, por meio de experimentos realizados em casa de vegetação, a influência da adubação nitrogenada na nodulação da soja em Latossolos e Plintossolos Pétrico Concrecionários.

2. OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL: Verificar se a adubação nitrogenada influencia na nodulação das plantas de soja em Latossolos e Plintossolos concrecionários.

ESPECÍFICOS:

- A.** Avaliar o crescimento e desenvolvimento das plantas em diferentes tipos de solo com diferentes doses de Nitrogênio;
- B.** Avaliar desenvolvimento de massa seca das plantas de soja;
- C.** Avaliar e quantificar nódulos produzidos;
- D.** Avaliar os componentes produtivos das plantas de soja.

3. HIPOTESE DA PESQUISA

No presente trabalho acredita-se que elevadas doses de nitrogênio podem afetar o

desenvolvimento dos nódulos em diferentes tipos de solo Latossolo e Plintossolo Pétrico Concrecionário. A soja por ser uma leguminosa com alta capacidade de fixação de N, conseguindo atender em torno de 85% da sua necessidade quando comparada a outras leguminosas, dependendo das condições que se encontram. A Cultura da soja tem como característica sistema radicular pivotante muito agressivo se desenvolvendo bem em diferentes tipos de solo deve apresentar resultados consideráveis, devido aos Plintossolos pétricos concrecionários serem solos pobres quanto à fertilidade natural e, devido ao impedimento, à mecanização e à penetração de raízes devido as concreções, podem apresentar abaixo desenvolvimento. Da mesma forma Latossolos são muito intemperizados, com pequena reserva de nutrientes para as plantas, representados normalmente por sua baixa a média capacidade de troca de cátions são profundos, porosos, bem drenados, bem permeáveis mesmo quando muito argilosos, friáveis e de fácil preparo podendo apresentar melhor resultado. Considerando esses dados, este estudo tem como hipótese que altas doses de adubação nitrogenada podem afetar o processo de fixação biológica de nitrogênio, em diferentes tipos de solo.

4. REFERÊNCIAL TEÓRICO

4.1. Cultivo da soja

A soja a (*Glycine max (L.) Merrill*) é um dos grãos mais utilizados no mundo tanto para alimentação humana quanto alimentação animal, possuindo grande valor econômico e chega a movimentar bilhões de dólares em todo o mundo. Graças à modernização da lavoura com a utilização de maquinários e a evolução das técnicas de manejo que foi possível o aumento da capacidade competitiva da soja, se tornado um dos principais produtos do mercado brasileiro para exportações (EMBRAPA-SEDE 2005). A cultura citada em questão tem uma

cadeia produtiva bastante abrangente, pois animais criados com rações produzidas a partir do farelo de soja oferecem outros subprodutos que vão afiançar outras áreas da economia, como o setor de couro, o de fertilizantes orgânicos (SANCHES, MICHELLON, ROESSING, 2005). Ademais, a soja é responsável pelo desenvolvimento da fronteira agrícola, pela interiorização do progresso, pela dinamização da economia interiorana e por consequência a fixação de mais família nas pequenas e médias cidades do interior do País para investirem na agricultura. Atualmente são utilizados em torno de 38,502 milhões de hectares para as atividades agrícolas e em torno de 60 milhões de hectares para atividades da pecuária. Em curto prazo, mais 80 milhões de hectares de cerrados também poderão tornar parte na produção nacional, inclusive com o uso de áreas alteradas.

Segundo a EMBRAPA SOJA (2009) “essa cultura foi introduzida no Brasil no ano de 1882, via Estados Unidos e os seus primeiros registros de produção ocorreram no ano de 1892 no município de Santa Rosa–RS, mas somente em 1940 começou a adquirir importância econômica significativa no País”. O cultivo dessa oleaginosa ocorreu a partir da década de 70, e concentrou-se na região sul do país. Posteriormente com o desenvolvimento da cultura e com adaptação aos solos e a diferentes climas a produção se estendeu ao Centro e ao norte do país (BRASIL, 2004).

Com o desenvolvimento da cultura da soja cada vez maior em territórios do bioma do cerrado, foi estabelecido uma nova fronteira agrícola chamada de Matopiba - Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia, no Norte e Nordeste do país. Apesar das condições ideais que a soja necessita para poder se desenvolver, o crescimento contínuo da abertura de áreas a região enfrenta grande dificuldade e tem grandes desafios em relação a logística de escoamento do produto e o impasse sobre os órgãos fiscalizadores qual o código florestal tenta reduzir o desmatamento na região evitando a expansão de áreas cultiváveis (FREITAS, 2011).

Sobre o desenvolvimento das áreas e aumento de produtividade FREITAS (2011) disse que:

O crescimento da cultura da soja no país esteve sempre associado aos avanços científicos e a disponibilização de tecnologias ao setor produtivo. 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. (FREITAS, 2011, p.02).

Outro grande pilar que possibilitou o avanço da soja no Brasil foi a implantação dos programas de melhoramento levando a cultura para as regiões de baixas latitudes, através do desenvolvimento de cultivares mais adaptadas por meio da incorporação de genes que possibilitaram que o florescimento fosse atrasado mesmo em condições de foto período indutor, estimulando maior a planta a ter maior fase de desenvolvimento vegetativo. (KIIHL & GARCIA, 1989).

Para FREITAS (2011) a cultura da soja tem diversos insetos que acometem as plantas, e podem aparecer durante todo o ciclo. Uma das estratégias para trabalhar com o controle desses insetos é o “Manejo integrado de pragas-MIP”, que consiste em tomar decisões com base no nível de ataque, de acordo com a quantidade e tamanho dos insetos. Dentre os insetos temos o ataque do complexo de lagartas pode provocar grandes perdas devido a brusca redução de área foliar, reduzindo assim a atividade fotossintética das plantas.

Para (PICININI & FERNANDES, 1998; YORINORI, 1997) a expansão da leguminosa no território brasileiro obteve sucesso também pelo desenvolvimento de variedades resistentes a algumas doenças que afetam a cultura. Há cerca de 40 doenças que afetam a cultura, da mais diversificada etiologia. A Mancha olho-de-rã (*Cercospora sojina*) surgiu em 1980 e foi a primeira doença a causar perdas severas na soja. Nos anos 90, o Cancro-da-haste (*Diaporthe phaseolorum f. sp. meridionalis*); Nematóide do Cisto da Soja (*Heterodera glycines*) e o Oídio (*Erysiphe diffusa*), provocaram perdas significativas na produção.

Como aponta FREITAS (2011) é válido destacar, que novos desafios técnicos estão

surgindo todos os anos e mexendo com pesquisadores, melhoristas, técnicos e agricultores que trabalham com a cultura da soja. Nas duas últimas safras alguns produtores têm relatado uma nova anomalia conhecida como soja louca II, de causa ainda desconhecida, o que tem provocado debates e estudos específicos para desvendar o quebra-cabeça e esclarecer as causas e/ou agentes causais da anomalia que provoca o abortamento dos botões florais das plantas, deformação de folhas, a formação de vagens deformadas e que não amadurecem, atrapalhando sobremaneira o processo de colheita das lavouras atacadas. É importante mencionar, que esses ataques vem sendo observados tanto em áreas cultivadas com soja convencional, quanto em áreas cultivadas com soja RR, necessitando cada vez mais de melhorias constantes nas cultivares e nas tecnologias. Ainda segundo FREITAS (2011) uma nova fronteira agrícola está se tornando cada vez mais promissora no norte e nordeste brasileiro para produção de soja. O chamado “Mapitoba”, região de Cerrado que engloba o sul do Maranhão, o sul do Piauí, norte do Tocantins e oeste Baiano. A alta produtividade nessas regiões se dá graças às boas condições edafoclimáticas e a adoção de tecnologias no cultivo da cultura.

O plantio da nova safra, após um início lento em decorrência do atraso das chuvas nos principais estados produtores, ganhou força a partir da segunda quinzena de outubro, com os produtores aproveitando o aumento da intensidade das chuvas que propiciaram condições adequadas de umidade no solo e, para ganhar tempo, em muitas fazendas, esse trabalho adentra à noite e na madrugada, atestando o preparo e a eficiência tecnológica dos produtores brasileiros (Agência IBGE, 2018).

Com avanços tecnológicos é evidente que o Brasil tem grande capacidade de assumir o topo como um dos maiores produtores da commodity citada em questão se não o maior produtor, graças a intensas pesquisas e profissionais da área levando cada vez mais essa tecnologia e informação ao produtor.

EMBRAPA (2011) afirma que o intuito de aumentar o rendimento da cultura e a qualidade

dos grãos e sementes produzidas, faz-se necessário a continuidade no processo de geração de informações, provenientes da pesquisa dirigida, que analise práticas relacionadas ao manejo correto desta cultura.

4.2. Adubação nitrogenada

O interesse mundial na soja é devido ao teor elevado de proteína de seus grãos, cerca de 40%, constituindo uma fonte importante para a alimentação humana e dos animais com grande foco em confinamentos. Um componente essencial das proteínas é o nitrogênio (N), que é demandado em grandes quantidades pela cultura. Os grãos de soja apresentam um teor médio de 6,5% N, desse modo, para produzir 1.000 kg de grãos de soja são necessários 65 kg de N. Adicionem-se, a isso, pelo menos mais 15 kg de N para as folhas, caule e raízes, indicando a necessidade total de, aproximadamente, 80 kg de N. Conseqüentemente, para a obtenção de rendimentos de 3.000 kg de grãos/ha são necessários 240 kg de N, dos quais 195 kg são retirados do solo através da exportação pelos grãos. (CRISPINO, et al. 2001)

Segundo HUNGRIA (1997) para atender as exigências nutricionais de nitrogênio na cultura da soja as principais fontes são: N do solo, proveniente da decomposição da matéria orgânica e das rochas; N fornecido por fertilizantes; N fornecido pelo processo da fixação biológica do nitrogênio atmosférico (N²). Ainda segundo HUNGRIA (1997) em um panorama geral, os solos do Brasil se caracterizam por baixos teores de N. Na região dos Cerrados, por exemplo, mesmo em condições extremamente favoráveis à mineralização (transformação do N da matéria orgânica em N mineral, que é a forma utilizada pelas plantas), o solo consegue fornecer, em um mês após o início da estação chuvosa, cerca de 40 kg de N/ha. Embora essa contribuição seja importante, ela está muito aquém do necessário à cultura.

Como aponta MORENO (2015) dentre os fertilizantes nitrogenados, a ureia é o mais usado no Brasil (66%), seguido de nitrato de amônio (18%) e sulfato de amônio (16%). Quando a ureia é aplicada ao solo, pode sofrer hidrólise por ação da enzima urease, convertendo o

radical-NH₂ em NH₄⁺. Esta ação por consumir H⁺ presente no meio pode ocasionar a elevação do pH do solo próximo aos grânulos do fertilizantes, favorecendo a transformação do NH₄⁺ em NH₃, esta forma é gasosa passível de perda por volatilização, por isso a ureia quando aplicada somente em superfície, sem realizar a incorporação ao solo, pode proporcionar perdas de 31% a 78% do total de N aplicado.

De acordo com VILALBA et al., (2014) a soja caracteriza-se por ser uma planta nodulífera, pois as raízes, além de exercerem as funções normais (ancoragem física, absorção de água e elementos minerais em solução), podem estabelecer relação simbiótica com espécies de bactérias *Bradyrhizobium* capazes de fixar o nitrogênio molecular (N₂) presente no ar do solo e disponibilizar para as plantas.

Como aponta CAMARA (2000) a fixação de nitrogênio pelas leguminosas é um processo que apresenta várias interações entre bactéria e hospedeiro (planta), sendo assim regulado por sinais químicos e hormonais, além de fatores externos como disponibilidade hídrica, teor de oxigênio e adubação nitrogenada. Entretanto, é importante ressaltar que é um processo com grande gasto energético para a planta.

O N é absorvido pelas plantas nas formas nítrica (NO₃⁻), amoniacal (NH₄⁺) e gasosa (N₂). A maioria das plantas absorvem predominantemente as duas primeiras formas, sendo a última exclusiva das leguminosas pelo processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN). A fixação biológica de nitrogênio (FBN) é o processo pelo qual o nitrogênio é captado da atmosfera (N₂) e é convertido em compostos nitrogenados (como amônio ou nitrato), por meio da associação de bactérias diazotróficas, principalmente do gênero *Rhizobium*, com raízes de plantas da família das leguminosas (Fabaceae) formando uma simbiose, relação benéfica entre os parceiros, neste caso a planta e a bactéria (MALAVOLTA e MORAES, 2007, p. 189).

Atualmente há inúmeros trabalhos utilizando adubação nitrogenada na cultura da soja, e em sua maioria não existe resposta a aumentos de produção, em função da eficiente fixação simbiótica bacteriana, porém, os efeitos de diferentes épocas de aplicação não são

amplamente estudados. Nesse sentido, visando gerar informações importantes quanto a melhor e mais viável maneira de utilização do nitrogênio.

Como aponta VARGAS (1982) não há evidências de benefícios da adubação nitrogenada para a cultura da soja cultivada em solos de cerrados, com exceção nos casos em que não ocorra nodulação. SHIBLES (1998) declara que a capacidade de fixação simbiótica de N_2 começa a cair rapidamente após o estágio de crescimento R5, que corresponde ao estágio de maior demanda de síntese de proteínas.

Segundo EMBRAPA (2001), a aplicação de fertilizante nitrogenado no plantio ou em cobertura em qualquer estágio de desenvolvimento da planta de soja, em sistema plantio direto ou convencional, reduz a nodulação e a eficiência da fixação biológica do nitrogênio, no entanto, se as fórmulas de adubo que contém nitrogênio, forem mais econômicas do que as fórmulas sem nitrogênio, essas poderão ser utilizadas, desde que não seja aplicado mais de 20 kg de N ha⁻¹.

Porém, fatores como o avanço do plantio direto, lançamento de cultivares com teto elevado de produtividade, e também resultados de pesquisas, com resposta da soja à aplicação tardia de N, no pré-florescimento e no início do enchimento de grãos, voltaram a gerar dúvidas sobre a necessidade de se adubar a soja brasileira com fertilizantes nitrogenados. (LAMOND e WESLEY, 2001)

Nas palavras de ARATANI (2008) a região do cerrado ocupa uma área equivalente a um quarto do território nacional. Estima-se que a maior parte desta área seja potencialmente agricultável. Um dos desafios da agricultura na região do cerrado é o manejo da adubação das culturas de importância econômica em plantio direto, e especialmente do nitrogênio, que é amplamente requerido por estas culturas, além da escolha das espécies para a introdução nos sistemas de rotação.

4.3. Utilização de fertilizantes

Como sabemos a cultura da soja é conhecida por ter plantas nodulíferas, capazes de

realizar a fixação biológica de nitrogênio, que ocorre pela associação simbiótica com estirpes de bactérias pertencentes ao gênero *Bradyrhizobium japonicum* e *B. Elkanii*. (KUYKENDALL;SAXENA;DEVINE;UDELL 1992) “A fixação biológica é a mais relevantes para a cultura da soja, tanto do ponto de vista econômico como ecológico” (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2001). De acordo com MERCANTE, (2011) bactérias são capazes de formar uma estrutura especializada (nódulos) nas raízes, onde captam o N atmosférico, que também ocupa os espaços porosos do solo e que, após a sua redução em formas assimiláveis, poderá então ser utilizado pela planta. Em troca, a planta fornece à bactéria energia obtida através da fotossíntese. Assim, forma-se uma perfeita associação, sendo planta e bactéria mutuamente favorecidas. Como afirma ALVES (2003) eficiência desses microrganismos tem possibilitado a obtenção de altos rendimentos de grãos da cultura, sem a necessidade de aplicação de nitrogênio mineral. Como aponta CARVALHO (2009) no Brasil o histórico do uso de inoculantes microbianos, produto que contém microrganismos com ação estimulante para o crescimento da planta coincide com a história da expansão da cultura da soja no país. Como a soja não é nativa do Brasil, os solos brasileiros não possuem, naturalmente, bactérias fixadoras de nitrogênio capazes de formar nódulos efetivos.

Diversas formulações de inoculantes são comercializadas atualmente no país, mas a qualidade do produto está relacionada diretamente ao ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. De acordo com DIEHL e JUNQUETTI (2006), a adubação nitrogenada, além de desnecessária, em muitas ocasiões é prejudicial à FBN.

Diversas pesquisas tiveram resultados obtidos onde a soja é cultivada evidenciam que a aplicação de fertilizante nitrogenado, na semeadura ou em cobertura, em qualquer estágio de desenvolvimento da planta, em sistemas de semeadura direta ou convencional, além de reduzir a nodulação e a eficiência da FBN, resulta em pequeno ou nenhum incremento de rendimento para a soja (EMBRAPA, 2006).

Segundo POTAFÓS (1997), o número total de nódulos radiculares que se formam tem

redução proporcional de acordo com as quantidades crescentes de N aplicado, reduzindo assim a nodulação. Além disso, o adubo nitrogenado fornecido a uma planta de soja com nódulos ativos os tornará inativos ou ineficientes, proporcionalmente à quantidade de N aplicada.

Diante das informações apresentadas, a inoculação de *Bradyrhizobium* para a cultura da soja é uma prática indispensável, em área de primeiro ano de cultivo dessa leguminosa (REUNIÃO, 2002). Todavia, nem sempre a aplicação via semente é eficiente, principalmente pela aplicação conjunta de fungicidas, inseticidas e micronutrientes, além do rizóbio, os quais contribuem para causar toxidez às bactérias e danos às vezes irreversíveis às sementes (VARGAS; SUHET, 1980).

Segundo WILLIAMS (1984) uma das alternativas para reduzir esses efeitos negativos e viabilizar a inoculação, uma prática que tem sido difundida é a aplicação de rizóbio no sulco de semeadura, na mesma operação de distribuição das sementes, no momento de instalação da lavoura de soja. Essa prática baseia-se no fato de que o rizóbio de soja apresenta facilidade de se estabelecer no solo e sobreviver com os substratos orgânicos disponíveis, sendo indicada para condições adversas, tais como solos secos e quentes ou sementes tratadas com produtos deletérios para o rizóbio. Como aponta DART (1977) quando a inoculação é feita apenas na semente de soja, a nodulação inicial ocorre nos primeiros pelos radiculares e degeneram-se antes do enchimento completo dos grãos – processo esse que ocorre no período crítico de demanda de nitrogênio pela planta de soja (VARGAS; PERES; SUHET 1982). Os desenvolvimentos dos nódulos nas raízes, em solo com população estabelecida de rizóbio, prolongam o período de FBN na soja (CIAFARDINI; BARBIERI, 1987).

Além disso, como a soja é uma leguminosa introduzida e uma das poucas espécies que se associa com *Bradyrhizobium japonicum*, é pouco provável a ocorrência natural dessa bactéria em solos ainda não cultivados com soja. Entretanto, existem possibilidades de que algumas das estirpes introduzidas no solo, juntamente com as sementes ou através de

inoculação artificial, sobrevivam e se naturalizem (EMBRAPA, 2006). A dificuldade de introdução de novas estirpes responsáveis pela nodulação na cultura da soja em áreas com populações estabelecidas é um assunto extremamente debatido (DUNINGAN et al., 1984; SINGLETON; TAVARES, 1986). No Brasil, há relatos de resposta à reinoculação, resultando em incrementos no rendimento da soja, mesmo em solos com número elevado de células de *Bradyrhizobium*, em experimentos nos cerrados (VARGAS; PERES; SUET, 1992; VARGAS; HUNGRIA, 1997).

Pelo exposto, a aplicação de inoculante no sulco, junto à semeadura da soja em SPD, poderia resultar no incremento da nodulação, pois posicionaria o rizóbio de forma mais concentrada e ao alcance das raízes, logo após a emergência da plântula (VOSS, 2002). A eficiência desses microrganismos tem possibilitado a obtenção de altos rendimentos de grãos da cultura, sem a necessidade de aplicação de nitrogênio mineral (ALVES, 2003).

O estudo ressalta que representam solos de baixa fertilidade natural. Segundo Embrapa, Inoculante é um produto que contém microrganismos com ação benéfica para o desenvolvimento das plantas; contém bactérias que formam nódulos nas raízes das plantas. A adição dessas bactérias fixadoras de nitrogênio nas sementes de soja, resultam em economia com fertilizantes nitrogenados e leva a ganhos de rendimento na lavoura. CAMPO e HUNGRIA (2007), apontam que avaliações realizadas em diversos experimentos, indicaram ser possível a inoculação antecipada nas sementes de soja possibilitaria ao produtor realizar a inoculação antecipando à semeadura e executá-la no momento mais oportuno.

No entanto, a aplicação dessa estratégia de inoculação depende de vários fatores, especialmente da habilidade da bactéria sobreviver na semente e das condições de armazenamento das sementes, esse fato tem restringido o uso dessa prática (DATE, 2001).

Os constantes avanços de melhoramento da cultura da soja, associados a seleção de estirpes de *Bradyrhizobium* adaptadas às condições brasileiras, capazes de substituir totalmente o uso de fertilizantes nitrogenados, foram, os principais fatores que contribuíram

para a expansão da cadeia produtiva da soja no Brasil (HUNGRIA, 2006; ZUFFO, 2015).

Devido a estes fatores o estudo pretende avaliar a capacidade de nodulação da soja cultivada em Latossolos e Plintossolos concrecionário, através da influencia da adubação nitrogenada, avaliando o desenvolvimento das plantas (altura, diametro, numero de nós), a massa seca das plantas, os componentes produtivos das plantas de soja e quantificando o nódulos, a fim de comprovar as hipoteses dessa pesquisa.

4.4. Latossolos

Souza e Alves (2003) afirmam que a vegetação natural vem sendo substituída por culturas agrícolas, pastagens e espécies florestais de rápido crescimento, notadamente nas áreas sob vegetação de cerrado. Essa mudança na utilização do solo provoca um desequilíbrio no ecossistema e nas propriedades intrínsecas da nova vegetação, uma vez que o manejo adotado influenciará os processos físico-químicos e biológicos do solo, modificando suas características e, muitas vezes, propiciando sua degradação.

Segundo SANTANA e LACERDA (2008), os solos de principais ocorrência no Tocantins são Latossolos Vermelhos Distrófico típico, Plintossolos Pétricos Concrecionário, Cambissolos Háplicos Tb Distrófico típico e Neossolo Quartzarênicos Órtico típico. O termo "Latosol" deriva de um termo e origem latina, significando, respetivamente, tijolo ou conotando material altamente intemperizado, e solo, foi proposto pelo pedólogo americano Charles E. Kellog, em uma conferência americana sobre classificação de solos realizada em Washington em 1949 (Lemos, 1966; Cline, 1975; Ségalen, 1994).

A introdução deste termo como classe de solo objetivou agrupar solos mais intemperizados das regiões tropicais, até então denominados "laterite" e "lateritic soils", de definição pouco precisa, genérica e confusa, onde solos distintos eram agrupados em uma mesma classe (Kellog, 1949, 1950; Lemos, 1966; Cline, 1975; Segalen, 1994).

De acordo com KELLOG (1949) o conceito inicial de Latossolo abrange solos cujas características encontravam-se fortemente relacionadas à intemperização e lixiviação

intensas e responsáveis pelas baixas atividade das argilas. Seguindo o sistema americano de classificação de solos, os latossólicos foram agrupados na ordem dos “Oxisols” não sendo mais empregado o termo “Latosol” naquele sistema de classificação. Para tanto, estabeleceu-se a definição do horizonte subsuperficial óxico (“oxic horizon” - EUA, 1960, 1975, 1994), que inspirou com adequações, a criação do horizonte B latossólico (Bw) diagnóstico da classe dos Latossolos, no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (BENNEGA & CAMARGO, 1964; CAMARGO, 1987; EMBRAPA- SNLCS, 1988).

Ainda segundo EMBRAPA-SNLCS (1988) a maior e mais ampla distribuição geográfica no Brasil dentre os Latossolos, aqueles de coloração amarelada, refletindo o amplo predomínio de goethita em relação à hematita, apresentando teores de Fe_2O_3 entre 7 e 11%, quando de textura argilosa ou muito argilosa, ou com relação $Al^2 O^3 / Fe^2 O^3 > 3,14$ quando de textura média (BENNEGA & CAMARGO, 1964) são denominados Latossolos Vermelho-Amarelos.

São necessarias técnicas de manejo muito bem definidas par se trabalhar com solos do cerrado, o sistema de plantio direto na palha possibilita a preservação de maior quantidade de resíduos, elevando o teor de matéria orgânica, importante na estruturação e na manutenção da umidade do solo, além da participação expressiva na CTC de solos do cerrado, que são naturalmente bastante intemperados (KER, 1992).

Diversos trabalhos têm enfâse em manejos de solos sob sistemas de plantio direto com rotação de culturas destacando regiões sulistas, a abertura de áreas com as expansões da fronteira agrícola nos anos 70 em solos do cerrado hoje também adotam sistemas de plantio direto e mostra necessidade de revisão em estratégias de manejo. Para CRAVO & SMYTH (1997) com a redução da resposta às adubações nos cultivos sucessivos de monocultura de soja e milho, principalmente, vêm mostrando necessidade de manejo mais adequado de fertilizantes e corretivos em que os sistemas de rotação de cultura podem determinar mudanças nas propriedades químicas do solo, cujos efeitos se refletem diretamente na

fertilidade e eficiência de aproveitamento dos nutrientes pelas plantas.

A região do Estado do Tocantins é composta de Latossolos Vermelho-Amarelos e por serem solos de baixa fertilidade e ainda ser uma região de expansão de fronteira agrícola, tem se a necessidade de investimentos em estudos de técnicas de inovação de manejo, pesquisas para se ter mais conhecimento sobre a dinâmica dos nutrientes na camada cultivável/arável desse tipo de solo podendo assim influenciar de forma significativa a produtividade por hectare do Estado.

4.5. Plintossolo

Os Plintossolos são caracterizados pela presença de horizonte plíntico, petroplíntico ou concrecionário (iniciando-se dentro de 2 m a partir da superfície), que restringem a capacidade de retenção de água deste solo e a mecanização (Lumbreras et al., 2015; Santos et al. 2018). São comumente encontrados no Tocantins (cerca de 35% de incidência de Plintossolo), apresentando baixa fertilidade natural (Lumbreras et al., 2015). Portanto, estes solos apresentam restrição ao cultivo intensivo de grãos, fibras e oleaginosas (GFO), devido à formação de barreiras físicas e elevada granulometria do seu material mineral, que pode levar a uma menor retenção de água e limitar o crescimento radicular. Sabemos que o uso intensivo de áreas no Cerrado para a produção agropecuária, aliado a técnicas impróprias de manejo do solo, tem causado degradação da estrutura do solo, influenciando negativamente o desenvolvimento vegetal e predispondo o solo à degradação.

Como aponta EMBRAPA (2013), os Plintossolos incluem solos com horizontes plínticos, concrecionários ou litoplínticos estes horizontes são definidos de acordo com a quantidade de plintita ou petroplintitas, sua camada cultivável.

Com a expansão do cultivo da cultura de soja cada vez mais evidente no Estado, faz-se necessária a utilização de solos de baixas fertilidades e de difícil manejo devido ao impedimento, à mecanização e à penetração de raízes, representada pelas concreções, como

os Plintossolos Pétricos Concrecionários que fazem parte da região Central e Norte.

5. MATERIAIS E METÓDOS

5.1. LOCAL

O experimento foi implantado na casa de vegetação no CEULP/ULBRA no município de Palmas- TO com coordenadas 10°16'33.2"S 48°20'07.6"W, que apresenta clima úmido/semiúmido com moderada deficiência hídrica, com média anual de precipitação de 1500-1600 mm/ano, e temperatura média anual variando de 26 a 28°C tropical, com predominância de chuvas no verão, e inverno seco. A classificação climática é o tipo Aw segundo Köppen e Geiger. Pertence ao bioma cerrado, com predomínio de vegetação semidecidual. O solo da área qual retirado a amostra para montar o experimento foi classificado como Plintossolo Pétrico Concrecionário típico textura argilosa. Para interpretação dos dados da amostra coletada foram utilizados os dados que constam na (Tabela 1).

TABELA 1- ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO

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

O delineamento experimental em DIC (Delineamento Inteiramente Casualizado) com sistema fatorial 3x2 com 4 repetições totalizando 24 vasos, os tratamentos foram compostos por 3 doses de nitrogênio 0, 50 e 100 kg ha⁻¹ e 2 tipos de solos (Latosolos e Plintossolos). Foram utilizado vasos com volume de 5 litros, o solo foi peneirado separando o cascalho da terra fina, para e em seguida ser pesado para obter a proporção de 30% de terra fina e 70% de cascalho, caracterizando os Plintossolos concrecionário, os vasos com Latossolos foram

composto somente pela terra fina de acordo com o croqui.

DETALHAMENTO			
VASO	TRATAMENTO	TIPO DE SOLO	DOSE DE N KG/HA
1	1	LATOSSOLO	0
2	1	LATOSSOLO	0
3	1	LATOSSOLO	0
4	1	LATOSSOLO	0
5	1	LATOSSOLO	50
6	1	LATOSSOLO	50
7	1	LATOSSOLO	50
8	1	LATOSSOLO	50
9	1	LATOSSOLO	100
10	1	LATOSSOLO	100
11	1	LATOSSOLO	100
12	1	LATOSSOLO	100

DETALHAMENTO			
VASO	TRATAMENTO	TIPO DE SOLO	DOSE DE N KG/HA
1	2	PLINTOSSOLO	0
2	2	PLINTOSSOLO	0
3	2	PLINTOSSOLO	0
4	2	PLINTOSSOLO	0
5	2	PLINTOSSOLO	50
6	2	PLINTOSSOLO	50
7	2	PLINTOSSOLO	50
8	2	PLINTOSSOLO	50
9	2	PLINTOSSOLO	100
10	2	PLINTOSSOLO	100
11	2	PLINTOSSOLO	100
12	2	PLINTOSSOLO	100

A necessidade de calagem obtida em ton. ha⁻¹ foi convertida para 5 litros de solo. A calagem foi realizada 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%. 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.

Após a aplicação do calcário o solo foi encubado, 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. O solo recebeu a adubação fosfatada (200 Kg ha⁻¹ de P₂O₅) conforme análise de solo (Tabela 1) esse valor também foi convertido para volume de 5 L de solo.

A cultivar utilizada foi a Brasmax Ultra IPRO, com grupo de maturação 7.5 e hábito de crescimento indeterminado, foram semeados cinco sementes por vaso, com intuito de garantir a emergência das plantas de soja. As sementes foram inoculadas com inoculante líquido Goplan, formulado com Semia 5080 (*Bradyrhizobium diazoefficiens*) na dose de 3 ml por kg de sementes, e para as doses de N foi aplicado conforme descrito nos tratamentos e a fonte utilizada foi o fertilizante uréia no qual também realizou a conversão das doses por hectare para volume de 5 litros de solo.

O K foi aplicado em cobertura, conforme recomendação da análise de solo, 100 Kg ha⁻¹ de K₂O. A primeira adubação ocorreu quando as plantas estavam no estágio fenológico V3/V4 no qual aplicou-se 30% da dose recomendada e a segunda cobertura em V6 com 70% da dose recomendada, a fonte utilizada foi o KCl (Cloroeto de potássio).

Para adubação de 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 a dose dos fertilizantes deve ser o triplo da recomendação devido a restrição do crescimento do sistema radicular. Para Latossolos foram utilizados 12 vasos, de 6,5kg de solo peneirado, para os Plintossolos foram utilizados 12 vasos, de 6,5kg de 70% petroplintita e 30% de solo peneirado.

Dia 19 de Março de 2022 foi iniciado o plantio com a cultivar a Brasmax Ultra IPRO, para a instalação do experimento foi utilizadas cinco sementes por vaso, totalizando 720 sementes, com os fatores Solos: Plintossolos e Latossolos, Doses de N (0, 50, 100 kg de

N/ha). De acordo com a análise do solo que foi compartilhada da área foi realizado a adubação química (Quadro 1), para correção dos elementos minerais do solo trabalhado, para isso foi utilizado Superfosfato simples 0,5g por vaso à 200kg/ha, Cloreto de potássio 0,27g por vaso à 100kg/ha, a aplicação desse produto foi dividida em 2 partes, primeira aplicação 30% da dose recomendada 0,10g no estágio de desenvolvimento V3 à V4, a segunda aplicação com restante 70% da dose recomendada 0,17g foi realizada em V6 início de florescimento.

No estágio V1, 12 dias após a emergência, houve ataque de lagarta do gênero *Spodoptera eridania* 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 foi realizado uma nova aplicação com fertilizante foliar com 10% de manganês na dose de 6 mL por litro de água.

Os parâmetros avaliativos das plantas de soja foram realizados em R2 60 dias após emergência (florescimento pleno). Foram determinados altura de planta, com auxílio de uma trena do nível do solo até o ápice da planta; diâmetro do caule, através do paquímetro a 5 cm do nível do solo; número de nós; comprimento da raiz principal, com auxílio da trena; números de nódulos; porcentagem de nódulos ativos, cada nódulo após a contagem foi cortado transversalmente com auxílio de estilete e contabilizando os que apresentavam coloração rósea. Em seguida houve a separação do sistema radicular e da parte aérea 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 à 65° C, após esse período foi realizada a pesagem e assim obtido os valores de massa seca.

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

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da pesquisa apontam que as diferentes doses de N aplicada sobre a cultura da soja em diferentes tipos de solo influenciaram no desenvolvimento das plantas, apresentando interação entre os fatores. Os dados de caracteres agronômicos (Tabela 2) observa-se que houve efeitos significativos para interação nas variáveis altura de plantas, diâmetro do caule e número de nós. Para variável comprimento de raiz principal, houve efeito significativo para tipo de solo onde observa-se maior valor do comprimento de raiz no Latossolo, esse fato pode ser justificado pela ausência de cascalho o qual pode dificultar o crescimento de plantas. NIKKEL (2021) relata que plantas cultivadas em solo com concreções de petroplintita nas camadas superiores, podem estar sendo impedidas de crescer livremente, requerendo assim maior quantidade de fotoassimilados.

TABELA 2 - Valores médios dos caracteres agronômicos das plantas soja inoculada, cultivados em vaso com diferentes doses de N em Latossolo e Plintossolo concrecionários, Palmas – TO, 2022.

Tratamentos	Altura de planta (m)	Diâmetro do caule (cm)	Número de Nós	Comprimento da Raiz (cm)
Doses de N (N)	0,0001*	0,011*	0,09 ns	0,091 ns
p>F Solo (S)	0,020*	0,0005*	0,02*	0,045*
N*S	0,026*	0,020*	0,01*	0,361 ns
CV(%)	12,19	12,44	15,73	40,03
DOSES DE N				
0	28,90 b	0,36 b	8,62 a	25,13 a
50	43,25 a	00,45 a	10,37 a	33,50 a

100	40,88 a	0,40 ab	9,62 a	21,13 a
SOLO				
Latossolo	40,10 a	0,45 a	10,33 a	31,31 a
Plintossolo	35,25 b	0,35 b	8,75 b	21,85 b

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.

Na Tabela 3 observa-se os dados de caracteres agrônômicos significativo para variável analisada altura de plantas. Onde no Latossolo com dose de 50 kg/ha apresenta maior altura de plantas, de acordo com Hungria e Mendes (2015) estudos mostram que a fertilização com N mineral na implantação da cultura pode aumentar o crescimento das plantas no período.

TABELA 3– Desdobramento da Interação entre os fatores doses de N e tipo solo para altura de plantas das plantas soja, Palmas – TO, 2022.

Tipo de Solo	Doses		
	0	50	100
Latossolo	31,10 cA	49,27 aA	39,92 bA
Plintossolo	26,70 bA	37,25 aB	41,85 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.

Observa-se que houve efeitos significativos para interação na variável altura de planta, de acordo com os dados apresentados na Tabela 4 a dose de 50kg/ha de N apresentaram resultados significativos em Latossolos, proporcionando maior altura de plantas destacando a interação entre a dose e o tipo de solo trabalhado. Como afirma OLIVEIRA JR et al., (2016) no estágio V4 o teor de N acumulado na planta é menor que 20. Absorção de N na cultura da soja é maior a partir do estágio R2, o que sugere que no estágio reprodutivo, diferentes doses de N podem afetar o diâmetro do caule e altura das plantas.

TABELA 4 – Desdobramento da Interação entre os fatores doses de N e tipo solo para diâmetro do caule de plantas das plantas soja, Palmas – TO, 2022.

Tipo de Solo	Doses		
	0	50	100
Latossolo	0,42 bA	0,52 Aa	0,40 bA
Plintossolo	0,30 bB	0,37 abB	0,40 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

Os dados de caracteres agronômicos Tabela 5 observa-se que houve efeitos significativos para interação na variável número de nós em Latossolos com dose de 50 kg/ha. O número de nós esta ligado diretamente com a altura de plantas, quanto maior for a altura da planta mais nós ela irá produzir e esse fator está ligado também ao Nitrogênio que é constituinte de muitos componentes celulares vegetais, podendo influenciar no crescimento vegetal. (TAÍZ, L.; ZIEGER, E., 2013)

TABELA 5 – Desdobramento da Interação entre os fatores doses de N e tipo solo para número de nós da haste principal das plantas soja, Palmas – TO, 2022.

Tipo de Solo	Doses		
	0	50	100
Latossolo	10,00 abA	12,00 aA	9,00 bA
Plintossolo	7,25 bB	8,75 abB	10,25 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.

Os resultados mostraram que cascalhos de petroplintita do Plintossolo interferiram no desenvolvimento do sistema radicular das plantas e na nodulação. De acordo com STEFENS & NEYRA (1983) mostraram que a adição de nitrogênio a plantas de soja na forma de KNO_3 decresce a atividade da nitrogenase em mais de 50%. Já que as plantas no Plintossolo podem apresentar menor desenvolvimento de modo geral, inclusive no desenvolvimento radicular, número de nódulos e porcentagem de nódulos ativos como apresenta a (Tabela 6).

TABELA 6 - Valores médios da caracterização dos nódulos no sistema radicular das plantas soja inoculada, cultivados em vaso com diferentes doses de N em Latossolo e Plintossolo concrecionários, Palmas – TO, 2022.

Tratamentos		Número de Nódulos	Porcentagem de Nódulos Ativos
	Doses de N (N)	0,0001*	0,005*
p>F	Solo (S)	0,667 ns	0,206 ns
	N*S	0,1591 ns	0,227 ns
CV(%)		47,16	93,15
TUKEY			
DOSES DE N			
	0	14,62 a	21,34 ab
	50	9,87 a	53,90 a
	100	2,12 b	6,25 b
SOLO			
	Latossolo	8,50 a	33,89 a
	Plintossolo	9,25 a	20,34 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.

Nos dados expostos (Tabela 7) observa-se que houve efeitos significativos para interações nas variáveis massa seca parte aérea, massa seca da raiz, massa seca total e índice massa seca raiz/massa seca total, onde apresenta influência do N nas massas secas

de parte aérea, radicular e total. De acordo com KESSEL & HARTLEY (2000) o balanço de N, realizado somente com a parte aérea da cultura, apesar da menor exatidão, permite caracterizar mais facilmente culturas e manejos com grande importância para o enriquecimento do sistema com nitrogênio.

TABELA 7- Valores médios da massa seca das plantas soja inoculada, cultivados em vaso com diferentes doses de N em Latossolo e Plintossolo 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
Doses de N (N)	0,001*	0,0001*	0,0001*	0,259 ns
p>F	Solo (S) 0,005*	0,055 ns	0,064 ns	0,0001*
	N*S 0,008*	0,0001*	0,0008*	0,201 ns
CV(%)	32,68	21,74	26,91	13,47
TUKEY				
DOSES DE N				
0	1,26 b	0,57 b	1,82 b	0,32 a
50	4,12 a	2,07 a	6,19 a	0,35 a
100	3,84 a	2,30 a	6,14 a	0,36 a
SOLO				
Latossolo	3,72 a	1,49 a	5,23 a	0,28 b
Plintossolo	2,39 a	1,80 a	4,20 a	0,41 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.

Os dados expostos na (Tabela 8) apresentam os resultado da interação entre diferentes doses de N e diferentes tipos de solos, onde apresentou-se maior quantidade de massa seca no tratamento com Latossolos com dose de N 50kg ha⁻¹, o solo sem petroplintita pode ter disposto de uma menor infiltração de água quando comparado ao solo com petroplintita, ou seja uma taxa de infiltração mais rápida, ao passo que o solo sem petroplintita, maior absorção de água, o que pode ter sido o causador da menor abertura estomática constatada nas plantas cultivadas em solo sem petroplintita. Ressalto que há escassez de estudos quanto às limitações físicas e fisiológicas desta cultura, quando cultivada em solos da ordem dos Plintossolos. SÁ (2008) estudou a variabilidade espacial da produtividade de matéria seca da parte aérea da soja no florescimento e sua relação com atributos de solo e concluíram que a maior produtividade de massa seca está relacionada com teor de argila, matéria orgânica, CTC e capacidade de armazenamento de água no solo e baixa correlação com a água disponível.

TABELA 8 – Desdobramento da Interação entre os fatores doses de N e tipo solo para massa seca da parte área de plantas de soja, Palmas – TO, 2022.

Tipo de Solo	Doses		
	0	50	100
Latossolo	1,61 cA	5,81 aA	2,78 bA
Plintossolo	0,87 bA	2,42 aB	3,89 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.

Os valores dos dados apresentaram significativos tanto para o efeito de diferentes doses de N quanto para diferentes tipos de solo, apresentando diferença entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, onde o resultado da interação entre massa seca das raízes tiveram interação com o Plintossolo a dose de 100kg/ha como afirma FRANCHINI (2017) o sistema radicular de plantas que se desenvolvem em um ambiente adverso, como seca, por exemplo, apresentam maior direcionamento de fotoassimilados às

raízes a fim de estimular o crescimento para camadas mais profundas plantas cultivadas em solo concrecionário, com concreções de petroplintita nas camadas superiores do solo, podem estar sendo impedidas de crescer livremente, requerendo assim maior quantidade de fotoassimilados. (Tabela 9)

TABELA 9 – Desdobramento da Interação entre os fatores doses de N e tipo solo para massa seca da raíz de plantas das plantas soja, Palmas – TO, 2022.

Tipo de Solo	Doses		
	0	50	100
Latossolo	0,64 cA	2,47 aA	1,37 aB
Plintossolo	0,51 cA	1,66 bB	3,22 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.

Os dados apresentados na (Tabela 10) apresentam dados de caracteres agrônômicos significativos para o efeito de diferentes doses de N quanto para diferentes tipos de solo, onde novamente no tratamento com Latossolo com dose de N 50kg ha⁻¹ apresentou melhor resultado entre os tratamentos obtidos no teste de Tukey a 5%.

TABELA 10 – Desdobramento da Interação entre os fatores doses de N e tipo solo para massa total das plantas de soja, Palmas – TO, 2022.

Tipo de Solo	Doses		
	0	50	100
Latossolo	2,25 Ca	8,29 aA	5,16 bB
Plintossolo	1,39 cA	4,09 bB	7,12 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.

7. Conclusão

Com esse trabalho pode concluir que:

A aplicação de N até a dose de 50 kg ha⁻¹, não afetou a nodulação, nem a porcentagem de nódulos ativos, apenas com um pequeno decréscimo em relação a dose 0 kg ha⁻¹ de N.

Altura das plantas de soja e massa seca das plantas apresentaram maior índice ocorreu no cultivo em Latossolo com aplicação de dose de 50 kg ha⁻¹.

O tratamento com Plintossolos apresentaram maior interação valor relação massa seca raiz/massa seca total na dose de 100 Kg ha⁻¹ de N em relação ao Latossolo.

Com os resultados obtidos podemos verificar que a adubação na dose de até 50 kg ha⁻¹ de N, não afeta a nodulação e a porcentagem de nódulos ativos na cultura da soja em Latossolo e Plintossolo Pétrico Concrenionario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGEITEC. **Agencia Embrapa de Informação Tecnológica**. Disponível em: < https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao-caupi/arvore/CONTAG01_2_2882007171552.html >, acesso em: 16/04/2022.

AGÊNCIA IBGE. **IBGE prevê safra de grãos 8,9% menor em 2018**. Disponível em: agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/17901-ibge-preve-safrade-graos-8-9-menor-em-2018. Acesso em 20 de Junho de 22

ALVES, B.J.R.; BODDEY, R.M.; URQUIAGA, S. The success of BNF in soybean in Brazil. **Plant and Soil**, v.252, p.1-9, 2003

ARATANI, Ricardo Garcia et al. Adubação nitrogenada em soja na implantação do sistema plantio direto. **Bioscience Journal**, p. 31-38, 2008.

APROSOJA BRASIL. A SOJA. **Associação Brasileira dos Produtores de Soja**. Disponível em: < <https://aprosojabrasil.com.br/a-soja/> >, acesso em: 12/04/2022.

APROSOJA BRASIL. SOJA BRASILEIRA: HISTÓRIA E PERSPECTIVAS. **Associação**

Brasileira dos Produtores de Soja, 2020. Disponível em: < <https://aprosojabrasil.com.br/comunicacao/blog/2020/08/27/brazilian-soybean-exports/> >, acesso em: 12/04/2022.

APROSOJA BRASIL. A SOJA. **Associação Brasileira dos Produtores de Soja.** Disponível em: < <https://aprosojabrasil.com.br/a-soja/economia/>>, acesso em: 12/04/2022.

BENNEMA , J. & CAMARGO, M.N. **Segundo esboço parcial de classificação de solos brasileiros.** Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, Divisão de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1964. 17p.

BERGAMIN, A. C. et al. **Resposta de cultivares de soja à inoculação de sementes e adubação nitrogenada em Rolim de Moura –RO.** 2007. XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo.

BERNIS, D.J.; VIANA, O.H. **Influência da aplicação de nitrogênio via foliar em diferentes**

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos. 3 ed. Porto Alegre:**

Bookman. 2013 **estágios fenológicos da soja**, Revista Cultivando o Saber, Volume 8, 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Soja.** 2013. Disponível em: (www.agricultura.gov.br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/camaras-setoriais-1/soja). Acesso em: acesso em: 18/06/2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agronegócio Brasileiro: Uma Oportunidade de Investimentos.** 2004. Disponível em: (<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/658189/1/DOC442009.pdf>) acesso em: 20/06/2022.

CAMPO, R.J.; HUNGRIA, M. Protocolo para análise da qualidade e da eficiência agronômica de inoculantes, estirpes e outras tecnologias relacionadas ao processo de fixação biológica do nitrogênio em leguminosas. In: **REUNIÃO DA REDE DE**

LABORATÓRIOS PARA RECOMENDAÇÃO, PADRONIZAÇÃO E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS DE INOCULANTES DE INTERESSE AGRÍCOLA, 13., Londrina, 2006.

Anais. Londrina: Embrapa Soja, 2007. p.89-123.

CÂMARA, G. M. S. Nitrogênio e produtividade da soja. In: CÂMARA, G. M. S. (Ed.). **Soja: Tecnologia de produção II**. Piracicaba, Piracicaba: ESALQ/LPV, 2000. p. 295- 339.

CAMARGO, M.N.; KLAMT, E.; KAUFFMAN, J.H. **Classificação de solos usada em levantamento pedológico no Brasil. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência de Solo**, 12(1): 11-33, 1987.

CARVALHO, G. A. B.; HUNGRIA, M.; MIURA, L. M. Análise e controle da qualidade de inoculantes microbianos de interesse agrícola: bactérias fixadoras de nitrogênio. In: Jornada Acadêmica da Embrapa Soja, 4., 2009, Londrina. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2009. p. 86-90.

CONAB, **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, quarto levantamento, janeiro 2012 / Companhia Nacional de Abastecimento**, Brasília-DF, Conab, 2012.

CIAFARDINI, G.; BARBIERI, C. Effects of cover inoculation of soybean on nodulation, nitrogen fixation, and yield. **Agronomy Journal**, Madison, v. 79, n. 4, p. 645-648, 1987.

Cravo MS & Smyth TJ (1997) **Manejo sustentado da fertilidade de latossolo da Amazônia Central sob cultivos sucessivos**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 21:607-616.

CRISPINO, C. C., FRANCHINI, J. C., MORAES, J. Z., Sibaldelle, R. N. R., LOUREIRO, M. D. F., dos SANTOS, E. N., ... & Hungria, M. (2001). Adubação nitrogenada na cultura da soja.

DART, J. Infection and development of leguminous nodules. In: HARDY, R. W. F.; SILVER, W. S. **A treatise on dinitrogen fixation**. Section III-BIOLOGY. New York: J. Wiley Sons, 1977. p. 307-472.

DATE, R.A. Advances in inoculant technology: a brief review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.41, p.321-325, 2001.

DIEHL, S. R. L.; JUNQUETTI, M.T.G. **Soja**. Disponível em:. Acesso em 17 de março de 2006.

DUCLÓS, NEI **A marcha do grão de ouro : soja, a cultura que mudou o Brasil** / Nei Duclós. – Florianópolis : Expressão, 2014. 144 p.

DUNINGAN, E. P.; BOLLIICH, P. K.; HUNCHINSON, R. L.; HICKS, P. M.; ZAUNBRECHER, F. C.; SCOTT, S. G.; MOWERS, R. P. Introduction and survival of an inoculant strain of *Rhizobium japonicum* inoculum in soil. **Agronomy Journal**, Madison, v. 76, n. 3, p. 463-466, 1484.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, **Tecnologias de Produção de soja na Região Central do Brasil**, 2003: inoculação das sementes com *Bradyrhizobium*. Disponível em: . Acesso em 20 de Junho de 2022.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa 2013.

EMBRAPA SOJA, **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos> >, acesso em: 12/04/2022

EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja: Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, safra 2001/2002. Dourados: **EMBRAPA/CPAO**, 2001. p.28. (Sistemas de Produção).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidade de mapeamento, normas em uso pelo SNLCS**. Rio de Janeiro, EMBRAPA-SNLCS, 1988. 67p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2006. 306p

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica.

Brasília, DF: Embrapa Solos, 2013.

FREITAS, Márcio. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 12, 2011.

HUNGRIA, M.; Vargas, M. A. T., Campo, R. J., & Galerani, P. R. (1997). **Adubacao nitrogenada na soja?**. *Embrapa Soja-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)*.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 48p.

Hungria, M. & Mendes, I.C. (2015) – **Nitrogen fixation with soybean: the perfect symbiosis?** In: De Bruijn, F. (Ed.) – *Biological Nitrogen Fixation*. Hoboken, Wiley-Blackwell, p. 1009-1024.

HARPER, J.E. Nitrogen metabolism. In: BOOTE, K.J., BENNETT, J.M., SINCLAIR, T.R., et al. *Physiology and determination of crop yield*. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1994. Chapt.11A. p.285-302.

KELLOG, C.E. **Preliminary suggestions for the classification and nomenclature of great soil groups in tropical and equatorial regions**. *Common. Bur. Soil Sci. Tech. Comm.*, 46: 76-85, 1949.

KELLOG, C.E. Tropical Soils. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 4, Amsterdam, 1950. **Proceedings...**, Amsterdam, Int. Soil Sci. Soc., 1950. p.266-276

Ker CS, Pereira NR, Carvalho Junior W & Carvalho Filho A (1992) **Cerrados: Solos, aptidão e potencialidade agrícola**. In: Costa VC & Borges VCL, *Simpósio Sobre Manejo e Conservação do Solo no Cerrado*, Goiânia, 1990. *Anais. Fundação Cargill*. p. 1-31.

KUYKENDALL, L.D.; SAXENA, B.; DEVINE, T. E.; UDELL, S. E. Genetic diversity in *Bradyrhizobium japonicum* Jordan 1982 and a proposal for *Bradyrhizobium elkanii* sp. nov. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v. 38, n. 6, p. 501-505, 1992

LAMOND, R.E.; WESLEY, T.L. Adubação nitrogenada no momento certo para soja de alta produtividade. **Informações Agronômicas**, v.95, p.6-7, 2001.

LEMOS, R.C. Latolização. In: **Processos de formação dos grandes grupos de solos**. ETA. Projeto Purdue 55. URMG - Universidade de Purdue. Escola Superior de Agricultura. Viçosa - MG, 1966. 21p. (mimeogr.)

LUMBRERAS, J. F.; CARVALHO FILHO, A. de; MOTTA, P. E. F. da; BARROS, A. H. C.; AGLIO, M. L. D.; DART, R. de O.; SILVEIRA, H. L. F. da; QUARTAROLI, C. F.; ALMEIDA, R. E. M. de; FREITAS, P. L. de. **Aptidão agrícola das terras do MATOPIBA**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2015. 48 p. (Embrapa Solos. Documentos, 179).

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

MALAVOLTA E.; MORAES, M. Fundamentos do nitrogênio e do enxofre na nutrição mineral das plantas cultivadas. in: YAMADA, T.; ABDALLA, s. r. s.; VITTI, G. C. (Ed.). **Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira**. Piracicaba: IPNI , 2007. p. 189-249.

MERCANTE, F. M., HUNGRIA, M., MENDES, I. D. C., & dos REIS JUNIOR, F. B. (2011). **Estratégias para aumentar a eficiência de inoculantes microbianos na cultura da soja**.

MIRANDA, E. E.; BOGNOLA, I. A. **Zoneamento Agroecológico do estado do Tocantins**, 1999.

MORENO, Giovane. Eficiência da adubação nitrogenada na cultura da soja, 2015.

NIKKEL, M.; LIMA, S. de O.; DOTTO, M. C.; ERASMO, E. A. L. Crescimento de feijão-caupi cultivado em Plintossolo Pétrico Concrecionário. **Acta Iguazu**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 30–39, 2021. DOI: 10.48075/actaiguaz.v10i2.26937. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/26937>. Acesso em: 25 jun. 2022.

PEOPLES, M.B.; HERRIDGE, D.F. Quantification of biological nitrogen fixation in agricultural systems. In: PEDROSA, F.O.; HUNGRIA, M.; YATES, M.G.; NEWTON, W.E. (Ed.). **Nitrogen fixation: from molecules to crop productivity**. Dordrecht: Kluwer Academic Pub., 2000. p.519-524.

REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL. **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina.** 2002/2003. Cruz Alta: FUNDACEP/FECOTRIGO, 2002. 139 p.

SANCHES, A. C.; MICHELLON, E; ROESSING, A. C. **As Perspectivas de Expansão da Soja.** In: **XLIII Congresso da Sober.** 2005. Ribeirão Preto. Anais...Ribeirão Preto: Sober, 2005

SÁ, M. A. C.; SANTOS JÚNIOR, J. D. G.; RESENDE, A. V.; VILELA, M. F.; SHIRATSUH, L. S. Variabilidade espacial da massa seca da parte aérea de soja relacionada com atributos do solo no cerrado. Brasília – DF. IX Simpósio Nacional Cerrado. II Simpósio Internacional Savanas Tropicais. **Anais...** Disponível em: IX Simpósio Nacional Cerrado. II Simpósio Internacional Savanas Tropicais. Acesso em: 29 jun. 21022

SANTANA, H.M.P.; LACERDA, M.P.C. **Solos Representativos do Estado do Tocantins Sob Vegetação Natural do Cerrado,** II Simpósio Internacional Savanas Tropicais, Brasília-DF,2008.

SÉGALEN, P. Les sols ferrallitiques et leur répartition géographique. Tome 1. Introduction générale. Les sols ferrallitiques: **leu identification et environnement** immédiat. Paris, editions de l'ORSTOM. Collection Études et Thésés. 1994. 197p.

SOUZA, ZM de; ALVES, M. C. Propriedades químicas de um latossolo vermelho distrófico de cerrado sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 133-139, 2003.

SHIBLES, R. M. Soybean nitrogen acquisition and utilization. In: **Proceedings of the North Central Extension-Industry Soil Fertility Conference**, 28. St. Louis, 11-12 Nov. Potash & Phosphate Inst., Brookings, SD. p. 5-11. 1998.

TAÍZ, L.; ZIEGER, E. **Fisiologia vegetal.** Trad. SANTARÉM, E.R. et al., 5° ed., Porto Alegre: Artemed, 2013, p.918

THOMAS, André L.; COSTA, José A.; Soja –**Manejo para alta produtividade de grãos.**

Porto Alegre, Editora Evangraf, 2010, 243 pág.

VARGAS, M. A. T.; PERES, J. R. R.; SUHET, A. R.. Fixação de nitrogênio atmosférico pela soja em solos de cerrado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 8, n. 94, 1982, p. 20-23.

VARGAS, M. A. T.; SUHET, A. R. **Efeitos da inoculação e deficiência hídrica no desenvolvimento da soja**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 4, n. 1, p. 17-21, 1980.

VOSS, M. **Inoculação de rizóbio no sulco de semeadura para soja, em um campo nativo, no norte do Rio Grande do Sul**. Passo Fundo, Embrapa Trigo, 2002. 5p. html (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 108). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co108.htm

VILALBA, H. A. G. et al – Fertilizantes Nitrogenados: Novas Tecnologias- IPNI International Plant Nutrition Institute - **Jornal Informações Agrônomicas 148** – São Paulo, 2014 pg 1-4.

WILLIAMS, P. M. Current use of legume inoculant technology. In: ALEXANDER, M. **Biological Nitrogen Fixation: ecology, technology, and physiology**. Nova Iorque: Plenum Press, 1984. p. 173-200.

ZUFFO, A. M. **Aplicações de Azospirillum brasilense na cultura da soja**. 2016. 101f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.
SEDIYAMA, T. **Produtividade da soja**. Londrina: Mecenias, 2016. 310p.