

**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**
GOIANO
Campus Rio Verde - GO

AGRONOMIA

**AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DA SOJA SOB
APLICAÇÃO SUPLEMENTAR DE NITROGÊNIO**

RAFAEL VIEIRA SELAYSIM

Rio Verde, GO

2020

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE**

AGRONOMIA

**AVALIAÇÃO DE PRODUTIVIDADE DE SOJA SOB
APLICAÇÃO SUPLEMENTAR DE NITROGÊNIO**

RAFAEL VIEIRA SELAYSIM

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr David Vieira Lima

Rio Verde – GO

Fevereiro, 2020

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

S464a Selayssim, Rafael
avaliação da produtividade da soja sob aplicação
suplementar de nitrogênio / Rafael
Selayssim; orientador David Vieira Lima. -- Rio
Verde, 2020.
27 p.

Monografia (em agronomia) -- Instituto Federal
Goiano, Campus Rio Verde, 2020.

1. soja. 2. nitrogênio. I. Vieira Lima, David ,
orient. II. Título.



Repositório Institucional do IF Goiano - RIIF Goiano
Sistema Integrado de Bibliotecas

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Rafael Vieira Selaysim

Matrícula: 2016102200240167

Título do Trabalho: Avaliação da Produtividade da Soja sob Aplicação Suplementar de Nitrogênio

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 10/02/2020

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde - GO, 10/02/2020.

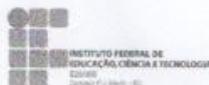
Rafael Vieira Selaysim

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

David...

Assinatura do(a) orientador(a)



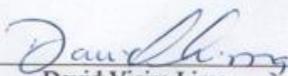
INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE ENSINO
GERÊNCIA DE ENSINO E GRADUAÇÃO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO (TC)

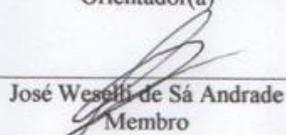
ANO	SEMESTRE
2020	1º

No dia 10 do mês de fevereiro de 2020, às 14 horas e 10 minutos, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes DAVID VIEIRA LIMA, JOSÉ WESELLI DE SÁ ANDRADE e EDUARDO STUANE VIEIRA, para examinar o Trabalho de Curso (TC) intitulado “AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DA SOJA SOB APLICAÇÃO SUPLEMENTAR DE NITROGÊNIO”, do(a) acadêmico(a) RAFAEL VIEIRA SELAYSIM, Matrícula nº 2016102200240167 do curso de Agronomia do IF Goiano – Campus Rio Verde. Após a apresentação oral do TC, houve arguição do candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela APROVAÇÃO do(a) acadêmico(a). Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata, que segue datada e assinada pelos examinadores.

Rio Verde, 10 de fevereiro de 2020.



David Vieira Lima
Orientador(a)


José Weselli de Sá Andrade
Membro



Eduardo Stuaner Vieira
Membro

Observação:

() O acadêmico não compareceu à defesa do TC.

AGRADECIMENTOS

Gostaria primeiramente agradecer a Deus por me proporcionar a oportunidade da vida e por me guiar em todos os meus passos que até hoje caminhei. São muitas pessoas que me ajudaram de forma direta ou indiretamente na conclusão deste trabalho e também que me ajudaram na conclusão do curso de agronomia.

Agradeço ao professor Dr. David Vieira Lima por me auxiliar na condução deste trabalho e também me auxiliar durante o curso, onde me ajudo bastante, seja com uma troca de ideias ou em sala de aula, agradeço muito.

Agradeço a meus pais que sempre me mostram o caminho certo a ser seguido, onde a educação que vem de dentro de casa me ajudou e ajuda bastante no meu dia a dia. Agradeço a eles por me apoiarem durante minha graduação.

Gostaria de agradecer meus amigos Matheus Galvão Perillo e Ritiane Alcantara por me auxiliar durante o curso, seja esse auxílio durante algum estudo em grupo ou até mesmo em uma troca de ideias de nossas vidas pessoais.

Gostaria de agradecer também a todos os professores que tive convivência durante o curso, onde me auxiliaram a percorrer esta caminhada do início ao fim do curso. Sem eles não seria possível chegar aonde estou hoje, a poucos passos de finalizar o curso.

RESUMO

SELAYSIM, Rafael Vieira. **Avaliação de produtividade de soja sob aplicação suplementar de nitrogênio.** 2020. 27 p. Monografia (Curso de Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde. Rio Verde, GO, 2020.

A soja, como toda planta, necessita de nutrientes para que se desenvolva em meio aos solos que esta é cultivada. Em busca de altas produtividades, sempre novos trabalhos vêm sendo feitos com o foco na nutrição de plantas. Com isso são vários os nutrientes que são essenciais para que uma planta se desenvolva, sabendo disso este trabalho buscou estudar a questão do nitrogênio suplementar das plantas de soja. O trabalho foi realizado no município de Rio Verde-Goiás, em uma propriedade particular na zona rural da cidade, onde o experimento foi realizado em DIC (Delineamento Inteiramente Casualizado), com o total de 12 parcelas. Foi testado uma dose fixa de Ureia (fonte de nitrogênio) de 30 kg/ha nos tratamentos, mas cada um deles em um estágio diferente do desenvolvimento da cultura. A cultivar instalada foi a NS7901RR, onde o início do trabalho começou com o plantio no dia 23/10/2018. Foi avaliado neste trabalho o PMG (Peso de Mil Grãos), MS (Matéria Seca) e produtividade. Após a colheita e feita a análise dos dados concluiu-se que a adubação suplementar de ureia na soja não foi significativa em nenhum dos critérios avaliados.

Palavras chave: produtividade, nitrogênio, soja

SUMÁRIO

	Pág
RESUMO	3
1 INTRODUÇÃO.....	8
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	9
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 Localização, Clima e Espécie Vegetal	14
3.2 Delineamento Experimental e Tratamentos	14
3.3 Condução do Experimento	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1 Produção de Matéria Seca	20
4.2 Produtividade (sc/ha).....	22
4.3 Peso de Mil Sementes (PMS)	23
5 CONCLUSÕES	25
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
7 ANEXOS	29

1 INTRODUÇÃO

Embora a taxa de crescimento populacional mundial esteja atualmente em declínio, o último relatório publicado pela Organização das Nações Unidas (ONU, 2017) indica que a população do mundo, atualmente cerca de 7,6 bilhões de pessoas, teve um acréscimo de 200 milhões de pessoas entre 2015 e 2017, devendo atingir cerca de 9,8 bilhões de pessoas já no ano de 2050. Este fato, somado a outros como o acréscimo da expectativa de vida e da capacidade de compra das pessoas, elevam significativamente a demanda mundial por alimentos, requerendo inevitavelmente um incremento paralelo na produção e na produtividade das culturas alimentícias, notadamente da soja, uma das principais fontes de proteína em todo o mundo.

O aumento dos níveis de produtividade da soja requer inevitavelmente o correto manejo da fertilidade do solo, principalmente nos cerrados, devido às características químicas dos solos da região (LIMA et al, 2000). O uso de fertilizantes foliares na cultura da soja é uma opção que vem se intensificando a cada dia, buscando-se aumentar a produtividade. Contudo, muitos produtores rurais ainda questionam a eficácia desses produtos. Dentre os nutrientes, o nitrogênio (N) é um macronutriente fundamental no desenvolvimento das plantas, sendo absorvido e exportado durante o ciclo das culturas. O N tem papel essencial no processo de fotossíntese das plantas, sendo constituinte da clorofila. O uso incorreto desse nutriente pode ser maléfico e causar prejuízos nos campos de produção (LOBATO, E; SOUSA, D. M. G., 2004).

Para a cultura da soja, o N tem uma peculiaridade muito especial por ser fornecido a partir da fixação biológica, promovida por bactérias do gênero *bradrhizobium*, que, conforme explica Hungria (2007), fixam-se nas raízes das plantas, formando nódulos e, simbioticamente, conseguem transformar nitrogênio molecular (N₂) em N amoniacal, disponibilizando assim todo ou a maioria do N necessário para o desempenho máximo da cultura, num processo conhecido como Fixação Biológica do Nitrogênio (FBN).

Há muito que a aplicação suplementar de N na soja é debatida. Por vezes considerada assunto superado, porém, com os novos patamares de produtividade propiciados pela biotecnologia moderna, este questionamento faz-se novamente pertinente, visto que o N é o nutriente mais requerido pela cultura.

Diante disso, conduziu-se um experimento de campo em áreas de alta produtividade do município de Rio Verde-GO objetivando investigar se a aplicação suplementar de N numa

cultura de soja conduzida sob condições de alta tecnologia teria ou não resultados práticos vantajosos em termos de aumento de produtividade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A soja (*Glycine max*) é uma das plantas mais cultivadas no mundo e a cultura mais importante do agronegócio brasileiro. Dados compilados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 2019), relativos à safra 2018/19 indicam que a produção anual de soja no mundo é da ordem de 362,075 milhões de toneladas, numa área plantada de 125,691 milhões de hectares, sendo os Estados Unidos da América o maior produtor mundial (produção de 123,664 milhões de toneladas, numa área plantada de 35,657 milhões de hectares), seguido pelo Brasil, que colheu 114,8 milhões de toneladas, numa área de 35,8 milhões de hectares. Deste total, o Brasil exportou cerca de 83 milhões de toneladas de produtos do complexo soja, obtendo cerca de U\$ 40,9 bilhões em divisas.

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2019), empresa responsável por realizar o levantamento da safra brasileira e organizar os dados de produção e produtividade, o Brasil deverá colher nesta safra 2019/20 um total de 120,9 milhões de toneladas de soja, numa área plantada de 36,714 milhões de hectares, com expectativa de produtividade de 3,292 toneladas por hectare e exportação em torno de 72 milhões de toneladas do grão. O último levantamento da Companhia mostra que Goiás é um dos principais estados produtores de soja no Brasil, tendo produzido na safra 2018/19 um total de 11,437 milhões de toneladas do grão, numa área de 3,476 milhões de hectares. Para a safra 2019/20, a previsão para o estado é de um aumento de 2,3%, elevando a produção para 11,702 milhões de toneladas.

Neste cenário, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019) destaca a produção do município de Rio Verde-GO, que na última safra totalizou 1,17 milhão de toneladas, numa área plantada de 325.000 hectares, o que representa um valor de produção da ordem de 1,21 bilhão de reais. Há que se destacar que a produtividade média do município foi de 3,6 toneladas/ha, bem superior à média brasileira.

Estes dados comprovam que a soja é a principal cultura do agronegócio brasileiro, goiano e rioverdense, tanto sob a ótica produtiva quanto no aspecto econômico.

As principais razões para o acelerado aumento do consumo de soja no mundo estão relacionadas ao seu caráter multifinalitário, já que pode ser consumida *in natura* ou transformada em centenas de produtos industrializados. Belchior *et al.* (2010) destacam que a

soja é uma leguminosa utilizada para vários fins, como alimentação, ração, biodiesel entre outros; o farelo de soja, além de servir para a alimentação humana, é utilizado na ração animal, principalmente na avicultura; o óleo de soja é um produto de grande relevância, por ser um dos principais constituintes da cesta básica da família brasileira.

Dall'Agnol (2016) acrescenta que outra importante causa do aumento da demanda por soja está vinculada ao aumento do consumo de carnes, que cresce continuamente desde meados do século passado, promovido pelo crescimento da economia mundial e o consequente aumento da renda *per capita* das pessoas mais pobres.

O crescimento da produção e o aumento da capacidade produtiva da soja brasileira estão aliados aos avanços científicos e a disponibilização de tecnologias no setor produtivo, como a utilização de fertilizantes minerais foliares, entre outras tecnologias (SUZANA; FUNDO, 2015).

Dall'Agnol (2016) também corrobora que o extraordinário avanço da sojicultura no Brasil só foi possível graças ao desenvolvimento tecnológico propiciado por empresas de pesquisa, sobretudo públicas, com grande ênfase à Embrapa. O autor detalha diversos avanços, com destaque para os biotecnológicos, os sistemas de manejo cultural e principalmente a nutrição da cultura e a construção da fertilidade do solo.

Sem dúvida, a fertilidade do solo está inteiramente ligada à produtividade final do cultivar (SILVA, 2018). Lima et al. (2000), em extenso trabalho para detalhar as limitações nutricionais dos solos de cerrado para a cultura da soja, comprovaram através da diagnose por subtração, que a deficiência de qualquer nutriente é um fator altamente limitante para a cultura e que manejar adequadamente a fertilidade do solo é essencial para a obtenção de altas produtividades, sem o que, é inútil o uso de sementes e insumos de alta qualidade. Estes autores demonstraram que o fornecimento de todos os macro e micronutrientes em quantidades adequadas é primordial para a obtenção do patamar máximo de produtividade, que fica limitada pelo nutriente menos disponível, mesmo que pouco requerido e que os demais estejam em níveis adequados. Porquanto, o manejo da adubação é imprescindível.

Segundo Cereta et al. (2007), manejar a adubação quanto à época de aplicação e parcelamento das doses significa compatibilizar a dinâmica dos nutrientes no solo com a fisiologia das plantas, levando em consideração os aspectos operacionais de cultivo e o comportamento humano, o que dificulta a tomada das decisões plenamente racionais.

Neste contexto, o Nitrogênio (N) tem características peculiares, sobretudo porque é o nutriente mais requerido pela soja e porque seu fornecimento se dá prioritariamente via fixação biológica (FBN).

Faquin et al. (2000) comprovaram que o N é o nutriente presente em maior proporção na planta de soja, representando em torno de 4,3% de toda a matéria seca da parte aérea, nos tratamentos com adequada nutrição e maior produtividade. No tecido foliar da soja, a Embrapa considera adequado um teor de N entre 4,5 e 5,5% (SOUSA E LOBATO, 2004).

Segundo Hungria et al. (2007) O nitrogênio é o elemento requerido em maior quantidade pela cultura da soja (80 kg N/t de grãos), porque os grãos são muito ricos em proteínas, apresentando um teor médio de 6,5% de N.

O suprimento adequado de N é de extrema importância para o crescimento e desenvolvimento das plantas, havendo uma relação estreita e positiva entre fitomassa e este nutriente (LARCHER, 2000).

Com relação ao fornecimento do N à soja, de acordo com Hungria et al. (2007), os fertilizantes nitrogenados representam a forma assimilada com maior rapidez pelas plantas, mas a um custo elevado, de modo que a principal forma de suprimento de N às plantas de soja são os processos microbiológicos no solo.

Neste sentido, Sousa e Lobato (2004) afirmam que a soja responde a aplicações de N, mas em quantidades muito elevadas, inviáveis economicamente e que produtividades até maiores de 4 t/ha podem ser obtidas sem aplicação de N mineral, apenas pela FBN. Dall'Agnol (2016) também relata que dados de pesquisa indicaram que com essa tecnologia é possível suprir toda a demanda de N pela cultura da soja e obter elevados patamares de produtividades.

A FBN é um conhecido processo microbiológico, considerado um dos principais fenômenos biológicos do planeta. Conforme resumem Hungria et al. (2001), trata-se da fixação do N₂ atmosférico realizado por diversas espécies de bactérias que habitam o solo, secretoras da enzima nitrogenase, capaz de romper a tripla ligação do N₂ atmosférico e provocar a sua redução até amônia (NH₃), a mesma forma obtida no processo industrial. No caso da soja, bactérias do gênero *Bradyrhizobium* se associam simbioticamente às plantas, formando estruturas especializadas nas raízes da soja, chamadas nódulos, nos quais ocorre o processo de fixação biológica. Ainda nos nódulos, a amônia é convertida em amônio (NH⁺), distribuído para a planta hospedeira e incorporados em diversas formas de N orgânico, como os ureídos, aminoácidos e amidas.

Do ponto de vista econômico, a FBN é um dos esteios da sojicultura nacional. Somente a título de exemplo, desconsiderando-se outros fatores como custo de aplicação de adubos, teor de matéria orgânica e sua mineralização no solo, etc, se considerarmos apenas a área plantada com soja no Brasil nesta safra 2019/20 (36,714 milhões de hectares), a expectativa de produtividade média de 3,3 t/ha (requerimento de 264 kg de N) e o preço de R\$ 1610,00/t da

Ureia (45% de N) em dezembro/2019 na Cooperativa COMIGO de Rio Verde-GO, pode-se estimar que seriam necessários R\$ 34.638.190.440,00 (US\$ 8.209.269.194,67 ao câmbio de 02/12/2019) somente para adquirir as 21.514.404 toneladas do adubo requeridos pela cultura nestas condições. Já o inoculante suficiente para 1 ha custa na mesma cooperativa R\$ 6,03, o que resultaria num total de R\$ 221.385.420,00 para aquisição do insumo suficiente para o cultivo da mesma área, uma diferença de R\$ 34.416.805.020,00 no custo dos insumos.

Face ao exposto, a FBN passou a ser a principal forma de suprimento de N às plantas e o restante por via do solo, por meio da mineralização da matéria orgânica (HUNGRIA et al., 2007; SFREDO, 2008; Amado et al., 2010), suprimindo a necessidade de adubação nitrogenada.

Estas considerações pressupõem a total eficiência do funcionamento do processo biológico da fixação e da mineralização do Nitrogênio para suprir a soja.

Há que se considerar que o processo biológico requer esforço energético da planta, representado pela formação de seus nódulos, o que pode levar a um gasto energético maior do que para a absorção de fertilizantes nitrogenados (HUNGRIA et al., 2007). Além disso, no período chuvoso, os processos de perdas de N no solo (imobilização, desnitrificação, lixiviação, etc) podem superar a mineralização e pode haver um período de deficiência de N para as plantas (SOUZA e LOBATO, 2004). Rodrigues Alves et al. (2006) abordaram ainda outros processos de perdas, no balanço de N em soja, milho e algodão, como por exemplo, a volatilização da amônia no Sistema de Plantio Direto.

Deve-se considerar que diversos fatores podem ser limitantes ao adequado funcionamento das bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, responsáveis pelo processo de fixação do nutriente (AMADO et al., 2010), como estresse hídrico, encharcamento do solo, compactação, baixa fertilidade e acidez (SINCLAIR et al., 2007), sendo o fornecimento de nitrogênio via fertilizantes uma alternativa possível, em condições impróprias à fixação biológica eficiente e para lavouras de alto rendimento.

Apesar da maioria dos estudos, sobretudo na região tropical, não apresentar resposta à aplicação de N mineral na soja, alguns pesquisadores obtiveram resposta a este tipo de aplicação.

Numa extensa revisão, Bahry et al. (2014) relatam que alguns trabalhos mostraram que os modernos cultivares de soja podem ter, em determinadas situações, balanço negativo de nitrogênio, em função da baixa eficiência da fixação biológica. Nesses casos, comuns em condições de lavoura, os rizóbios não são capazes de fornecer todo o nitrogênio demandado pela planta, culminando com a redução de produtividade. Nestas condições, Gun (2003)

mostraram que a FBN por si só foi insuficiente para maximizar o rendimento da soja, e que a cobertura de N no estágio de floração foi mais eficiente do que a cobertura de N nos estágios vegetativos. Os autores realizaram um experimento de campo para estudar os efeitos das aplicações de N em vários estágios reprodutivos no crescimento, fixação de N^2 e rendimento de três genótipos de soja e constataram que a cobertura de N com 50 kg ha^{-1} nos estágios V2 ou R1 aumentou significativamente o acúmulo de N, o rendimento e a quantidade total de N^2 fixada nos três genótipos. No entanto, a cobertura N com a mesma taxa no estágio R3 ou R5 não mostrou efeito positivo em nenhum dos três genótipos, confirmando que o melhor momento para a cobertura de N durante a reprodução é no estágio de floração.

BERNIS e VIANA (2015) obtiveram elevadas produtividades de soja (próximas de 5 t/ha) cultivada em Latossolos do Paraná, com a aplicação de N foliar na soja, através da suplementação foliar de 2 l/ha do fertilizante foliar Ubyfol N-32, composto por 32% de N, nos estágios R1 e R5.1. Nestas condições, as produtividades foram estatisticamente superiores à testemunha sem suplementação de N.

Rodrigues Alves et al. (2006) ressaltam que, apesar da elevada eficiência da FBN, que propiciou elevadas produtividades em dois anos de experimento, o uso de fertilizantes em culturas de grãos e fibras também é importante na manutenção das reservas de N do solo. Alta produtividade com doses baixas de N, normalmente significa que a quantidade de N exportada com a colheita é maior do que a adicionada, o que contribui para empobrecer o solo e é muito importante a manutenção de um sistema equilibrado para o perfeito funcionamento do sistema simbiótico da FBN.

Diante do exposto e da atual realidade da sojicultura na região do cerrado brasileiro, onde a moderna biotecnologia permitiu a obtenção de novos patamares de produtividade (por vezes superando 5 t/ha), a preocupação quanto à nutrição nitrogenada da soja deve ser igualmente atualizada, visto que o requerimento de N se eleva proporcionalmente ao aumento da produtividade. Neste novo cenário, surgiu o interesse por avaliar a resposta da suplementação de N à soja.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um experimento no campo, durante o período de 23 de outubro de 2018 até 27 de fevereiro de 2019.

3.1 Localização, Clima e Espécie Vegetal

O trabalho foi conduzido na Fazenda Bandeirantes, localizada a 17°46'44" de latitude Sul e 51°02'31" de longitude Oeste, a uma altitude de 834 m. Esta propriedade se situa na zona rural da cidade de Rio Verde- GO, a cerca de 15 quilômetros da cidade (Figura 1).

O mesoclima da região é caracterizado como tropical, quente, úmido, com duas estações bem definidas: seca de maio a setembro e chuvosa de outubro a abril, com precipitação pluviométrica média de 1709 mm/ano. A temperatura média anual é de 22,5°C, com média normal das mínimas de 20°C e das máximas próxima de 24°C, enquadrando-se como Aw na classificação de Köppen (LIMA, 2002). No período entre 1981 e 2010 a precipitação média da região foi de 1612,9 mm/ano, com médias mensais na faixa de 223,6 mm nos meses de outubro a fevereiro (INMET, 2019)

O regime de chuvas durante o período experimental foi adequado, não havendo ocorrência de veranicos ou estiagens prolongadas.

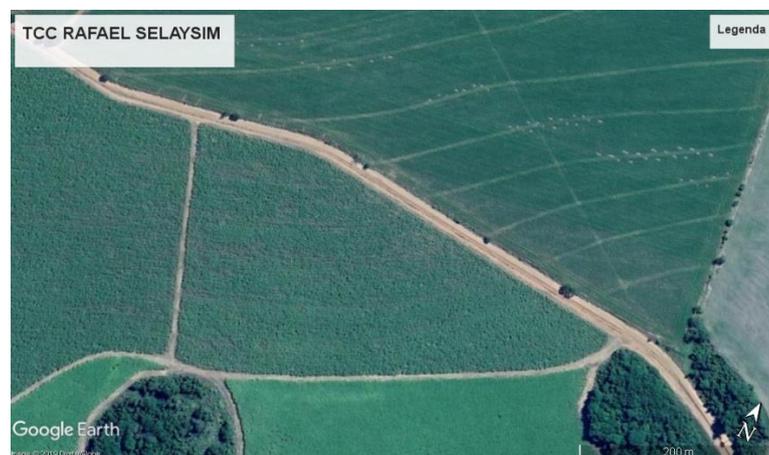


Figura 1. Imagem de satélite do local do experimento.

Neste trabalho foi utilizada a cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), planta leguminosa, eudicotiledônea, da família *Fabaceae*. A cultivar escolhida foi a NS7901RR por ser uma variedade de alto teto produtivo e ser adaptada para a região de Rio Verde- GO.

3.2 Delineamento Experimental e Tratamentos

Empregou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e três repetições. Cada unidade experimental foi composta por uma parcela de 18 m², com 3 m de largura por 6 m de comprimento, demarcadas no interior da lavoura comercial da fazenda (Figuras 2 a 4), nas quais, à exceção da Testemunha, foi aplicada uma dose fixa de 30

Kg/ha de Ureia (45% de N), sob forma de aplicação foliar de calda fertilizante. Os tratamentos constaram da aplicação da calda do fertilizante em 3 estágios diferentes da cultura, a saber: Tratamento 1 (identificado por V4): suplementação nitrogenada no estágio V4 da soja, no dia 20 de novembro de 2018; Tratamento 2 (R1): aplicação da calda de fertilizante no estágio R1 da soja, no dia 30 de novembro de 2018; Tratamento 3 (R5): aplicação da calda de fertilizante no estágio R5 da soja, no dia 29 de dezembro de 2018 e da Testemunha, sem suplementação de Nitrogênio.



Figura 2. Imagem da parcela identificada para o Tratamento V4.

Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 3. Imagem da parcela identificada para o Tratamento R1.

Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 4. Imagem da parcela identificada para o Tratamento R5.

Fonte: Arquivo pessoal.

3.3 Condução do Experimento

O experimento foi instalado dia 23 de outubro de 2018 com o plantio da lavoura de soja da Fazenda Bandeirantes, com auxílio de uma plantadeira da marca Kuhn, modelo PG1300. No dia 1º de novembro de 2019, procedeu-se à demarcação aleatória das parcelas, com auxílio de uma fita métrica de 30 metros da marca Vonder (Figura 5).



Figura 5. Demarcação das parcelas.

Fonte: Arquivo pessoal.

Ressalta-se que na área da lavoura foi realizado um preparo de solo pré-plantio constante de calagem e adubação, no qual foram aplicados a lanço 3800 Kg/ha de calcário dolomítico, cerca de 90 dias antes do plantio, não havendo revolvimento do solo. Cerca de 10 dias antes do plantio realizou-se a adubação, com aplicação de uma dose de 200 Kg/ha de fosfato monoamônico (MAP), aplicados no sulco de plantio e 200 Kg/ha de Cloreto de Potássio (KCl), aplicado a lanço. A distribuição destes insumos foi executada com equipamento Distribuidor da marca Jan, modelo Lancer 12000 Multiuso. Os demais tratos culturais (controle fitossanitário, etc) foram realizados conforme as necessidades e recomendações técnicas para a cultura da soja, juntamente com o restante da lavoura comercial na qual as parcelas experimentais estavam inseridas.

Nas datas planejadas, executou-se a aplicação da calda nitrogenada, conforme descrito anteriormente nos tratamentos: Tratamento V4 no estágio V4 da soja (no dia 20/11/2018); Tratamento R1 no estágio R1 da soja (no dia 30/11/2018) e Tratamento R5 no estágio R5 da soja (no dia 29/12/2018).

As aplicações foram feitas em um pulverizador do tipo costal, da marca Guarany, modelo Simétrico SP de 20 litros, utilizando uma barra com 3 pontas pulverizadoras espaçadas a 50 cm cada, da marca Magnojet, modelo TP (Figura 6). A vazão utilizada foi de 150 L/ha para que houvesse um bom cobertura foliar.



Figura 6. Equipamento utilizado para aplicação da calda nitrogenada.

Fonte: Arquivo pessoal.

Após a diluição da ureia na água, as aplicações foram feitas manualmente, por caminhamento entre as linhas, realizando a pulverização total na parcela na quantidade calculada para cada unidade experimental (Figura 7).



Figura 7. Aplicação da calda nitrogenada nas parcelas.

Fonte: Arquivo pessoal.

Após 21 dias da última aplicação, foram coletadas 10 plantas de cada parcela experimental. Estas plantas foram acondicionadas em sacos de papel *craft* e levadas para uma estufa de ventilação forçada a uma temperatura de 65°C por 72 horas, até atingirem peso constante, para quantificação da Matéria Seca total (MS).

A colheita foi realizada manualmente, no dia 27 de fevereiro de 2019. Foram coletadas para a pesagem dos grãos as plantas das linhas centrais (linhas 3 e 4), em 2 metros lineares centrais (Figuras 8 e 9). As plantas foram colhidas e trilhadas em trilhadeira elétrica, marca SB, modelo TP-SB01 (Figura 10) para obtenção do rendimento de grãos, dimensionado em sacos de 60kg por ha (sc/ha) e do peso de mil grãos (PMG), a 13% de umidade, em base úmida.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância utilizando-se o programa Sisvar (Ferreira, 2011), comparando-se as médias pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade.



Figura 8. Aspecto da cultura na unidade experimental, no momento da colheita.

Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 9. Demarcação das faixas a serem colhidas nas unidades experimentais.

Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 10. Equipamento utilizado para trilhagem dos grãos (trilhadeira).

Fonte: Arquivo pessoal.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo das análises estatísticas (Tabelas 1A) mostram que os tratamentos não apresentaram efeitos significativos sobre todas as variáveis avaliadas. Estes efeitos são apresentados e discutidos a seguir.

4.1 Produção de matéria seca (g/10 plantas)

A produção de matéria seca da parte aérea (MS) foi uma das variáveis de produção consideradas muito relevantes no escopo deste trabalho devido à grande influência e participação do N na composição da MS, conforme destacado anteriormente (Faquin et al., 2000).

As médias de produção de matéria seca (MS) da dez plantas coletadas para análise é mostrada na tabela 2. Para uma melhor visualização do comportamento da cultura na produção de matéria seca (MS) os dados obtidos foram plotados em um histograma (figura 11).

Tabela 2. Médias de produção de Matéria Seca total (MS) das plantas de soja

Sistema	MS (g)
TEST	855,99a
V4	699,48a
R1	714,90a
R5	683,74a

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade. TEST = sem aplicação de calda nitrogenada; V4 = com aplicação de calda nitrogenada em estágio V4 de maturação; R1 = com aplicação de calda nitrogenada em estágio R1 de maturação; R5 = com aplicação de calda nitrogenada em estágio R5 de maturação.

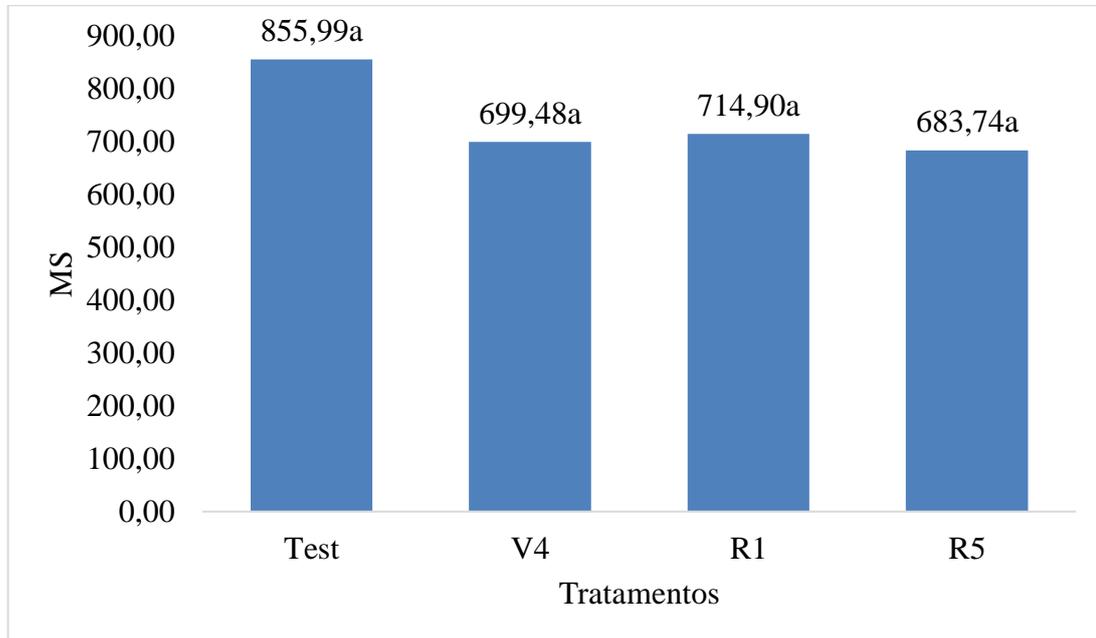


Figura 11: Produção de Matéria Seca pelas plantas de soja (g/10 plantas).

Os dados mostram que, comparada a uma lavoura comercial (testemunha), não houve aumento significativo de matéria seca (MS) em nenhum dos tratamentos avaliados quando ocorreu a aplicação da calda nitrogenada nos estádios determinados. Aratani, R. G. et al (2008) mostra que a adubação nitrogenada, além de não contribuir na produtividade, não resultou em aumento de matéria seca da planta de soja, assim confirmando os dados do presente trabalho.

Tomando de base a tabela 2, temos que as plantas do tratamento testemunha tiveram uma média de 85,59 g/planta de matéria seca (MS). No tratamento V4, onde foi aplicado a calda nitrogenada em estágio V4 da cultura, as plantas tiveram uma média de 69,94 g/planta de matéria seca (MS). No tratamento R1, onde foi aplicado a calda nitrogenada em estágio R1 da cultura, as plantas tiveram uma média de 71,49 g/planta de matéria seca (MS). E, no tratamento R5, onde foi aplicado a calda nitrogenada em estágio R5 da cultura, as plantas tiveram uma média de 68,37 g/planta de matéria seca (MS).

4.2 Peso de mil sementes (PMS)- gramas

O peso de mil sementes (PMS) é mostrado na tabela 4. Para uma melhor visualização do comportamento da cultura em relação ao PMS os dados obtidos foram plotados em um histograma (figura 13).

Tabela 4. Médias do PMS nas plantas de soja

Sistema	PMS (g)
TEST	114,77 ^a
V4	115,30 ^a
R1	115 ^a
R5	119,30 ^a

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade. TEST = sem aplicação de calda nitrogenada; V4 = com aplicação de calda nitrogenada em estagio V4 de maturação; R1 = com aplicação de calda nitrogenada em estagio R1 de maturação; R5= com aplicação de calda nitrogenada em estagio R5 de maturação.

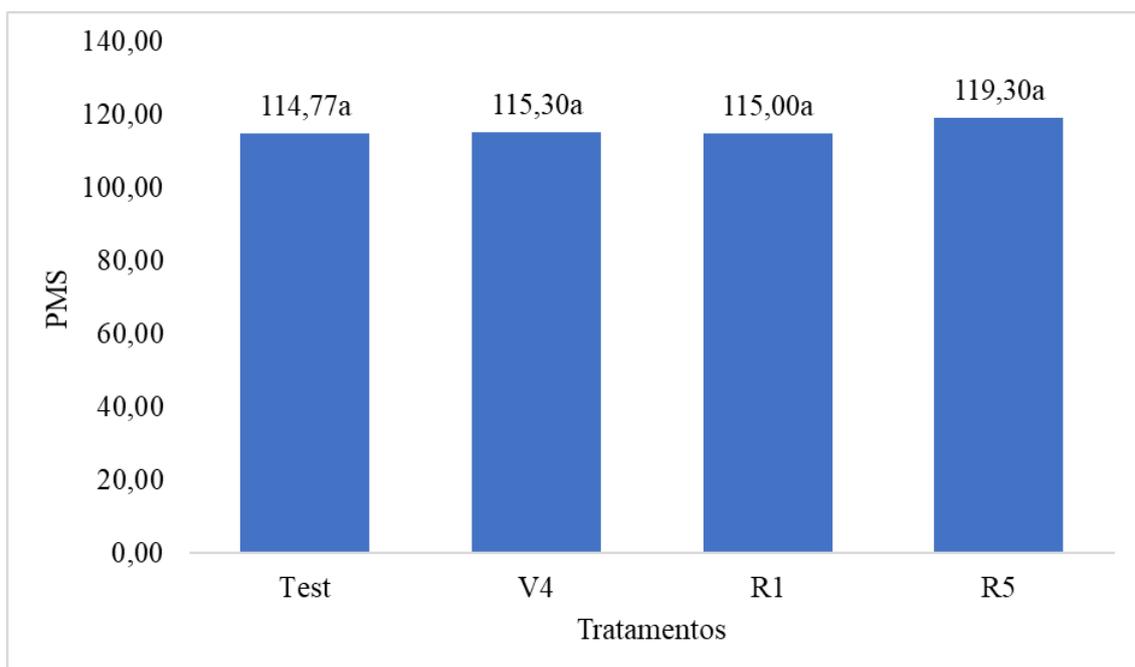


Figura 13: Peso de mil sementes das plantas de soja (gramas).

Os dados mostram que, comparada a uma lavoura comercial (testemunha), não houve aumento significativo do peso de mil sementes em nenhum dos tratamentos avaliados quando ocorreu a aplicação da calda nitrogenada nos estádios determinados.

Pelos dados apresentados na Tabela 4, vê-se que as plantas do tratamento Testemunha tiveram um PMS médio de 114,77 gramas. No tratamento V4, onde foi aplicado a calda nitrogenada em estágio V4 da cultura, as plantas tiveram um PMS médio de 115,30 gramas. No tratamento R1, onde foi aplicado a calda nitrogenada em estágio R1 da cultura, as plantas tiveram um PMS médio de 115 gramas. E, no tratamento R5, onde foi aplicado a calda nitrogenada em estágio R5 da cultura, as plantas tiveram um PMS médio de 119,30 gramas.

Bahry et al. (2014) mostram também em seu trabalho que o peso de mil sementes não variou positivamente quando houve uma dose adicional de nitrogênio na cultura da soja, confirmando que a adição de nitrogênio complementar em plantas de soja não é vantajosa.

4.3 Produtividade de grãos (sc/ha)

No escopo deste trabalho, dado ao seu enfoque para a prática produtiva, considera-se que a produtividade final de grãos da cultura da soja seja a principal variável a ser considerada. A produtividade foi quantificada em sacos por hectare (sc/ha) por ser a unidade comumente utilizada pelos produtores da região. Deve-se considerar que 1 saco equivale a 60 kg e 1 hectare a 10.000 m².

A produtividade de grãos é mostrada na tabela 3. Para uma melhor visualização do comportamento da cultura em relação a produtividade os dados obtidos foram plotados em um histograma (figura 12).

Tabela 3. Médias de produção nas plantas de soja

Sistema	PRODUÇÃO(sc/ha)
TEST	71,33a
V4	58,29a
R1	59,58a
R5	56,98a

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade. TEST = sem aplicação de calda nitrogenada; V4 = com aplicação de calda nitrogenada em estágio V4 de maturação; R1 = com aplicação de calda nitrogenada em estágio R1 de maturação; R5= com aplicação de calda nitrogenada em estágio R5 de maturação.

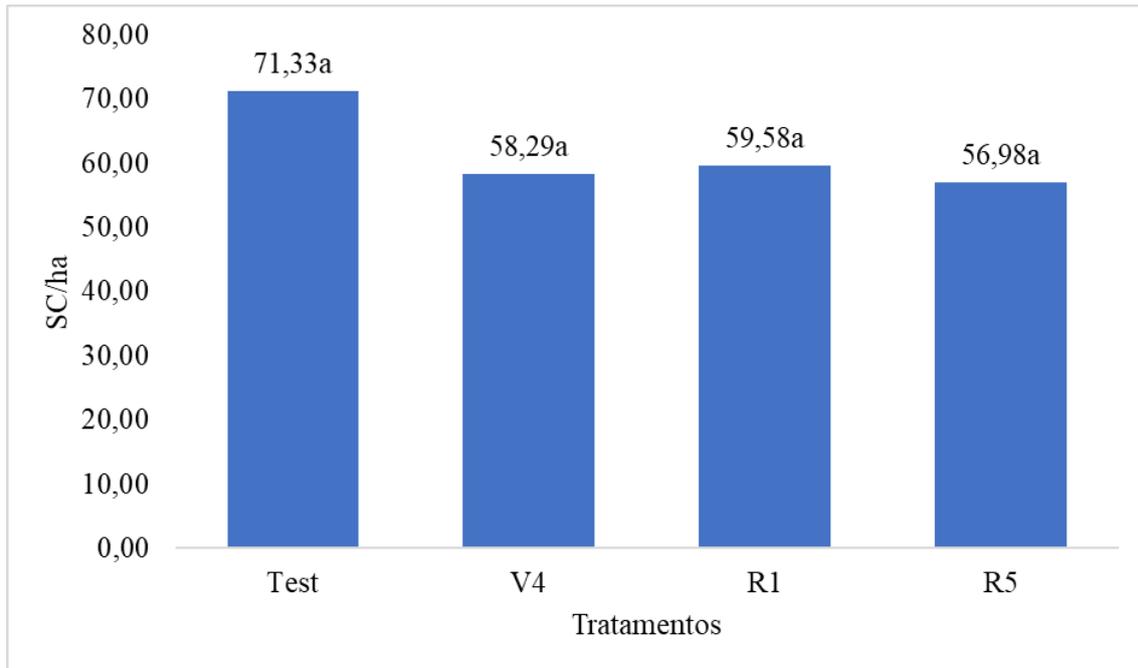


Figura 12: Produtividade das plantas de soja(sacas/ha)

Os dados mostram que, comparada a uma lavoura comercial (testemunha), não houve aumento significativo de produtividade em nenhum dos tratamentos avaliados quando ocorreu a aplicação da calda nitrogenada nos estádios determinados.

Tomando de base a tabela 3, temos que as plantas do tratamento testemunha tiveram uma produtividade média de 71,33 sc/ha. No tratamento V4, onde foi aplicado a calda nitrogenada em estágio V4 da cultura, as plantas tiveram uma produtividade média de 58,29 sc/ha. No tratamento R1, onde foi aplicado a calda nitrogenada em estágio R1 da cultura, as plantas tiveram uma produtividade média de 59,58 sc/ha. E, no tratamento R5, onde foi aplicado a calda nitrogenada em estágio R5 da cultura, as plantas tiveram uma produtividade média de 56,98 sc/ha.

As principais justificativas para a ausência de resposta à suplementação de N obtida neste trabalho podem ser a somatória de alguns fatores relevantes:

1º) o ensaio foi conduzido no contexto de uma lavoura comercial conduzida sob alta tecnologia e manejo tecnificado, conforme demonstra a produtividade média da Testemunha (71,33 sc/ha ou 4279,80 kg/ha), muito superior à produtividade média do Brasil;

2º) Apenas a Inoculação foi suficiente para suprir as necessidades da cultura, sobretudo porque no preparo do solo foi feita correção da acidez e sabidamente a calagem é uma prática que afeta de modo determinante a FBN (EMBRAPA).

Esses dados confirmam o trabalho conduzido por Bahry et al. (2014), no qual também a aplicação suplementar de nitrogênio na soja em diferentes fases do ciclo da cultura não diferiu na produtividade final de grãos.

Os resultados também corroboram uma extensa revisão de ensaios pertinentes feita por pesquisadores da Embrapa Soja (Hungria et al, 2001; Hungria et al., 2007), que mostram que apenas a fixação biológica de nitrogênio promovida pelo uso de estirpes selecionadas de *Bradyrhizobium*, cultivares de boa capacidade simbiótica e manejo correto da inoculação é suficiente para a obtenção de elevadas produtividades de soja. Hungria et al. (2007) citam como exemplo que em 20 ensaios conduzidos no Paraná a adição de fertilizantes nitrogenados na soja em R2 ou R4 prejudicou a atividade dos nódulos que ainda estavam ativos, diminuindo a contribuição da fixação de N₂ e prejudicando o rendimento da soja. Hungria et al. (2001) citam dados de trabalhos anteriores onde com 400 kg/ha de nitrogênio a cultura não difere em produtividade quando comparada ao tratamento onde apenas sofreu a inoculação da semente com as bactérias fixadoras de nitrogênio.

5 CONCLUSÃO

A adição suplementar de Nitrogênio sob forma de aplicação de ureia na cultura da soja não é vantajosa em nenhum dos critérios avaliados no presente trabalho.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .

AMADO, T.J.C.; SCHLEINDWEIN, J.A.; FIORIN, J.E. **Manejo do solo visando à obtenção de elevados rendimentos de soja sob sistema plantio direto**. In: THOMAS, A.L.; COSTA, J.A. (Ed.) *Soja – Manejo para alta produtividade de grãos*. Porto Alegre, 2010. Cap.2, p 35-97.

ARATANI, R. G. et al. **Adubação nitrogenada em soja na implantação do sistema plantio direto**. Bioscience Journal. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia (UFU), v. 24, n. 3, p. 31-38, 2008. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/10281>>.

BAHRY, C. A. et al. **Efeito do nitrogênio suplementar sobre os componentes de rendimento da soja em condição de estresse hídrico**. Revista Ceres, v. 61, n. 2, p. 288–292, 2014.

BELCHIOR et al. **Avaliação dos Impactos do Uso do Gesso Agrícola na Cultura de Soja em Algumas Áreas do Cerrado**. EMBRAPA, 2010.

BERNIS, Diego Juliano; VIANA, Octavio Henrique. **Influência da aplicação de nitrogênio via foliar em diferentes estágios fenológicos da soja**. esp, Cascavel-PR: FAG, p. 88-97, 2015.

CERETTA, C. A.; SILVA, L. S.; PAVINATO, A. **Manejo da adubação**. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.). *Fertilidade do solo*. Viçosa: SBCS, 2007. p. 851-872

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Safra 2019/20 – segundo levantamento completo. V. 7, n.2, 110p. Brasília: CONAB, novembro/2019. disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos>>. Acesso em 27/11/2019.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos 2018/2019**. 2019.

DALL’AGNOL, Amélio. **A Embrapa Soja no contexto do desenvolvimento da soja no Brasil: histórico e contribuições**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 72 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142568/1/Livro-EmbrapaSoja-desenvolvimento-BR-OL.pdf>>. Acesso em 28/11/2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Calagem**. Brasília - DF: Embrapa ageitec, 2020. Disponível em <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_34_711200516717.html>. Acesso em 02/02/2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Soja em números (safra 2018/19)**. Londrina - PR: Embrapa soja, 2019. Disponível em <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Acesso em 27/11/2019.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. Lavras, MG: ciência e agrotecnologia, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011

GAN, Y.; STULEN, I.; VAN KEULEN, H.; KUIPER, P.J.C. **Effect of N fertilizer top-dressing at various reproductive stages on growth, N₂ fixation and yield of three soybean (*Glycine max (L.) Merr.*) genotypes.** *Field Crops Research*, v.80, p.147-155, 2003.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação Biológica do Nitrogênio na cultura da soja.** Londrina: Embrapa Soja, 2001. Circular Técnica n° 35. 48p.

HUNGRIA, Mariangela et al. **Nitrogen nutrition of soybean in Brazil: contributions of biological N₂ fixation and N fertilizer to grain yield.** *Canadian Journal of Plant Science*, v. 86, n. 4, p. 927-939, 2006.

HUNGRIA, Mariangela; CAMPO, Rubens José; MENDES, IÊDA CARVALHO. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro.** Embrapa Soja- Documentos (INFOTECA-E), 2007.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas do Brasil.** Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em: 10/12/2019.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Produção Agrícola - Lavoura Temporária – Rio Verde – GO.** Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/rio-verde/pesquisa/14/10193>>. Acesso em 28/11/2019.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal.** cap. 3. 2000. 478 p.

LIMA, D.V. **Calagem e manganês na cultura da soja em solos da região de Rio Verde-GO.** 2002. 77 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Produção Vegetal). UFG, Goiânia, 2002.

LIMA, D.V.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A.E.; MORAIS, A.R. de; CURI, N.; HIGA, N.T. **Macro e micronutrientes no crescimento do braquiário e da soja em Latossolos sob cerrado da região de Cuiabá – MT.** *Lavras, MG: Ciência e agrotecnologia*, v.24, n.1, p.96-104, jan./mar., 2000.

ONU. Convenção da ONU. 2007. Disponível em:< https://www.cgu.gov.br/assuntos/articulacao-internacional/convencao-da-onu/arquivos/2007_uncac_port.pdf/view>. Acesso em 25/11/2019.

RODRIGUES, B. J. A. et al. **Fixação biológica de nitrogênio e fertilizantes nitrogenados no balanço de nitrogênio em soja, milho e algodão.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, n. 3, p. 449–456, 2006. <Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2006000300011&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em 27/11/2019.

SFREDO, G.J. **Calagem e adubação da soja** – Circular Técnica 61 da Embrapa soja. Londrina, PR, 2008, 12p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/470943/calagem-e-adubacao-da-soja>>. Acesso em 27/11/2019

SILVA, Alexandre Borre da. **Levantamento da fertilidade do solo cultivado com soja (Glycine max) no município de vianópolis.** 2018.

SINCLAIR, T.R.; PURCELL, L.C.; KING, C.A. **Drought tolerance and yield increase of soybean resulting from improved symbiotic N₂ fixation.** Field Crops Research, v. 101, p. 68-71, 2007.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado Correção do Solo e Adubação.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.

SUZANA, C. S.; FUNDO, U. D. P. **Influência da aplicação foliar sobre as qualidades fisiológicas das plantas.** n. October, 2015.

7. ANEXOS

Tabela 1A. Resumo das análises de variância dos parâmetros

Avaliação da matéria seca, produtividade e peso de mil sementes dos tratamentos quando comparados a testemunha. Rio Verde – Goiás.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médio		
		PESO	SC/Ha	PMS
Tratamento	2	18882,28ns	131,13ns	13,86ns
Resíduo	6	5148,82	35,75	8,43

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ns não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F