

---

## RESPOSTA DA SOJA UTILIZANDO DIFERENTES CONDIÇÕES DE INOCULAÇÃO COM BRADYRHIZOBIUM.

SILVA, Lorryne Lucinda<sup>1</sup>; PINTO, Luciana Santos Rodrigues Costa<sup>2</sup>.

---

**RESUMO:** A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma cultura de grande importância nacional e mundial, sendo que o Brasil é o principal produtor da cultura. Devido a sua grande importância econômica e nutricional se faz necessário o estudo da cultura em relação ao aumento da produtividade que está inteiramente ligado a necessidade que a cultura tem de nitrogênio (N). Basicamente, as fontes de N disponíveis são os fertilizantes nitrogenados e a fixação biológica do nitrogênio (FBN) e pode, dependendo de sua eficiência, fornecer todo o N que a soja necessita. Nesse sentido o estudo teve por objetivo avaliar o efeito da aplicação do inoculante comercial de rizobactéria (*Bradyrhizobium japonicum*) na cultura da soja com o fornecimento da adubação nitrogenada mineral e com diferentes concentrações de molibdênio. Os parâmetros avaliados foram: número de folhas por planta, teor de clorofila, desenvolvimento radicular, massa fresca total, massa seca da planta e do sistema radicular. As avaliações foram realizadas aos 45 e 81 dias após a emergência. Aos 81 dias foi realizada a colheita de vagens e a contagem do número de grãos para a determinação da produtividade. Os tratamentos com inoculação apresentaram significativamente um maior número de folhas quando comparado com o não inoculado. Os demais parâmetros não apresentaram diferenças significativas nos tratamentos com e sem inoculação em todas as formulações de fertilizantes testadas.

**Palavras-chave:** *Glycine max* (L) Merrill; Molibdênio; Nitrogênio; Produtividade.

### INTRODUÇÃO

A rápida expansão da agricultura na região dos cerrados tem sido referência quanto à contribuição da pesquisa agropecuária ao desenvolvimento do país. Entre os principais produtos agrícolas produzidos no cerrado mineiro podemos destacar o café e a soja.

A soja, por pertencer à família das leguminosas, realiza simbiose com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*. Podendo substituir parcialmente ou totalmente a adubação nitrogenada (HUNGRIA, 1999).

---

<sup>1</sup>Estudante, Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Uberlândia- MG; lorrynelucindasilva@gmail.com

<sup>2</sup> Professora, Instituição Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Uberlândia- MG; lucianas@iftm.edu.br

Para Burris (1999) O molibdênio é um elemento importante no metabolismo do nitrogênio por fazer parte do complexo enzima nitrogenase e redutase do nitrato. A produção de aminoácidos e, conseqüentemente, de proteínas são afetados pela deficiência de molibdênio.

Em vista disso, o entendimento do processo fisiológico de fixação biológica do nitrogênio e de fatores que o controlam é de suma importância tanto para pesquisadores como para produtores, pois com esse conhecimento é possível adequar o manejo da planta visando aumentar a eficiência de utilização de N e incrementar a produtividade da cultura.

O objetivo avaliar o efeito da aplicação do inoculante comercial de rhizobactéria (*Bradyrhizobium japonicum*) na cultura da soja com o fornecimento da adubação nitrogenada mineral e com diferentes concentrações de molibdênio.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro para produção de mudas de espécies nativas do cerrado situado no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – IFTM - *Campus* Uberlândia, localizado na Fazenda Sobradinho, em Uberlândia, Minas Gerais.

O experimento foi conduzido em viveiro, sendo que a semeadura da soja ocorreu em vasos com capacidade de 1,7 L, os mesmo foram preenchidos até sua capacidade máxima com substrato comercial. Os vasos foram então alocados em uma bancada na área de crescimento do viveiro, em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com 4 tratamentos e 5 repetições totalizando 20 parcelas. Cada parcela, representando um conjunto de repetições, era composta por 10 vasos e cada vaso por uma única planta, obtendo-se um total de 200 plantas. Foram realizados os seguintes tratamentos: Tratamento 1 (T1): soja sem inoculação e com adubação nitrogenada e molíbdica exigida pela cultura; Tratamento 2 (T2): soja com inoculação e com ½ adubação nitrogenada e ½ da adubação molíbdica exigida pela cultura; Tratamento 3 (T3): soja com inoculação e com toda adubação nitrogenada e molíbdica exigida pela cultura; Tratamento 4 (T4): soja com inoculação e sem adubação nitrogenada e molíbdica exigida pela cultura. A fonte N utilizada na semeadura para a adubação nitrogenada foi a uréia. A inoculação da semente e a semeadura foram realizadas no mesmo dia e as

adubações foram calculadas com base nas Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação (GOMES et al., 1999).

O inoculante utilizado foi o turfoso com concentração bacteriana de  $5.10^9$  UFC/ml (Unidades Formadoras de Colônias) das seguintes cepas: *Bradyrhizobium japonicum* - SEMIA 5079 e SEMIA 5080. Após 30 dias da emergência da soja, foi realizada a adubação foliar de molibdênio, com concentração de 14%.

Para obtenção dos dados foram realizadas avaliações aos 45 e 81 dias. Foram selecionadas ao acaso duas plantas por tratamento dentro de cada parcela, em cada avaliação.

O parâmetro número de folhas foi obtido por meio da contagem de todas as folhas das plantas selecionadas. Já o teor de clorofila foi avaliado utilizando-se um medidor portátil de clorofila. As leituras no medidor de clorofila foram feitas nas folhas do terço superior e inferior da planta na base do limbo.

A avaliação do desenvolvimento radicular realizada pela medição do sistema radicular em centímetros. A raiz foi separada da parte aérea da planta, retirada do vaso sem danificá-la. Em seguida foi lavada e colocada em papel toalha para secar. A seguir foi medida com auxílio de uma régua.

Os valores de massa fresca e seca foram obtidos da coleta da parte aérea da planta que havia sido separada da raiz. Em seguida a separação foi feita a pesagem do material em balança analítica. Após essa pesagem a amostra foi colocada em papel Kraft e levada para secar em estufa de circulação forçada a 70°C por 48 horas, até obter massa constante.

O número de vagens por planta e produtividade foi avaliado uma única vez aos 81 dias. O número de vagens foi obtido pela contagem de todas as vagens que estavam presas ao caule da planta. A seguir foram levadas para retirada e pesagem dos grãos.

Para comparar os tratamentos nas duas épocas (45 e 81 dias) utilizou-se a Análise de Variância com Medidas Repetidas utilizando-se da análise multivariada (MANOVA) para testar a significância dos tratamentos. Para avaliar a significância da diferença entre os tempos e da interação tempo versus tratamentos, utilizou-se o teste estatístico multivariado Wilks'Lambda.

Para avaliar a magnitude das diferenças entre as médias, utilizou-se o Eta quadrado. Para verificar as pressuposições da análise, utilizou-se o teste de

homogeneidade das variâncias de Box. Outra estatística importante para a pressuposição do uso da MANOVA é o Teste de igualdade de variações de erro de Levene que testa a hipótese nula de que a variação de erro da variável dependente é igual entre grupos. Se a significância do teste resultar em  $p\text{-valor} < 0,001$ , pode ser realizada a análise multivariada de medidas repetidas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao número de folhas comparando os tratamentos dentro de cada tempo, as médias dos tratamentos (T1, T2, T3 e T4) no tempo 1 não diferiram estatisticamente entre si. Entretanto, no tempo 2, a média do número de folhas do tratamento 1 foi estatisticamente diferente da média do número de folhas do tratamento 2 sendo que os demais tratamentos (T3 e T4) não diferiram entre si e do T2. Esses resultados evidenciam que a inoculação afetou significativamente o número de folhas na cultura da soja sendo que todos os tratamentos com inoculação, nas dosagens de nitrogênio e molibdênio testadas, foram significativamente maiores que o número de folhas das plantas não inoculadas.

**Tabela 1. Valores médios do número de folhas nos quatro (4) tratamentos aos 45 e 81 dias após a semeadura.**

Tempo (dias)	Tratamentos				Média Total (tempo)
	T1*	T2	T3*	T4	
45	32,80 <sup>a</sup>	32,30 <sup>a</sup>	36,00 <sup>a</sup>	27,60 <sup>a</sup>	32,17*
81	11,60 <sup>b</sup>	26,70 <sup>a</sup>	20,00 <sup>ab</sup>	22,10 <sup>ab</sup>	20,10

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste t com correção de Bonferroni. \* significa diferença estatística entre os tempos 1 (45 dias) e tempo 2 (81 dias).

Essa diferença pode ser explicada pela antecipação na senescência das folhas que ocorreu por conta do ataque da ferrugem asiática (*Phakosporapachyrhizi*) na fase final do experimento. Entre os sintomas do ataque no estágio final está a queda completa das folhas afetadas pela ferrugem (REIS et al., 2006). Isso pode explicar um número maior de folhas num primeiro momento (T1), ou seja, quando a planta ainda não havia sido acometida pela ferrugem.

Os resultados obtidos para a variável desenvolvimento radicular, apresentados na Tabela 2 mostram que, apesar de não haver diferença significativa, aos 45 dias, os valores obtidos para o T2 e com o T3, evidenciam os maiores valores de desenvolvimento radicular (cm). Aos 81 dias pode-se observar que o T3 apresentou média de desenvolvimento radicular estatisticamente superior ao desenvolvimento radicular (cm) apresentado aos 45 dias. O mesmo se repetiu com o T1. Observa-se que a média do desenvolvimento radicular (cm) obtida para os demais tratamentos (T2 e T4) não diferiram estatisticamente com o tempo.

**Tabela 2. Média do Desenvolvimento radicular (cm) entre os quatro (4) tratamentos aos 45 e 81 dias após a semeadura.**

Tempo (dias)	Tratamentos				Média Total (tempo)
	T1*	T2	T3*	T4	
45	26,70a	29,60a	27,21a	23,19a	26,67*
81	33,16a	30,28a	33,65a	31,83a	32,23

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste t com correção de Bonferroni. \* significa diferença estatística entre os tempos 1 (45 dias) e tempo 2 (81 dias).

As principais funções da raiz na planta são suporte/sustentação e a absorção de água e nutrientes. Dessa forma, o sistema radicular das plantas deve apresentar bom desenvolvimento em volume e boa arquitetura, para otimizar a utilização dos recursos que estão disponíveis (TAIZ; ZEIGER, 2004; LYNCH, 1995). Os dados de desenvolvimento radicular (Tabela 2) mostram que não houve diferença significativa entre os tratamentos e sugerem que, para as condições experimentais testadas, não houve influência significativa na variação de doses de Nitrogênio e molibdênio para as plantas de soja inoculadas e não inoculadas com *Bradyrhizobium*.

Já a massa fresca do sistema radicular como pode ser observada na tabela 3 mostra os valores médios de massa seca do sistema radicular dos tratamentos (T1, T2, T3 e T4) nos dois tempos de avaliação (45 e 81 dias). Observa-se que houve um aumento da massa seca do sistema radicular em todos os tratamentos sugerindo que não houve efeito da inoculação e da adubação ao longo do tempo de análise nas condições descritas do experimento.

**Tabela 3. Valores médios da massa seca do sistema radicular nos quatro (4) tratamentos aos 45 e 81 dias após a semeadura.**

Tempo (dias)	Tratamentos				Média Total (tempo)
	T1*	T2	T3*	T4	
45	0,22 <sup>a</sup>	0,37 <sup>a</sup>	0,33a	0,20a	0,28*
81	0,51 <sup>a</sup>	0,52 <sup>a</sup>	0,55a	0,48a	0,51

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste t com correção de Bonferroni. \* significa diferença estatística entre os tempos 1 (45 dias) e tempo 2 (81 dias).

Quanto aos resultados de massa fresca (MF), verifica-se na tabela 4 que aos 45 dias não houve diferença estatística entre os tratamentos e apesar de não significativo, novamente os tratamentos que utilizaram toda a dosagem de nitrogênio e molibdênio requerida para a cultura (T1 e T2), com e sem a inoculação foram que apresentaram maiores valores médios de MF aos 45 dias (Tempo 1). O comportamento se repetiu aos 81 dias (Tempo 2) e observa-se que o valor médio total do índice de massa fresca no tempo 2 (81 dias) foi estatisticamente menor ( $p < 0,05$ ) que no tempo 1 (45 dias). A média do índice de massa fresca obtida dos tratamentos não diferiram estatisticamente com o tempo (Tempo 2). Comparando os tratamentos dentro de cada tempo, as médias dos tratamentos tanto no tempo 1 quanto no tempo 2 não diferiram estatisticamente entre si.

**Tabela 4. Média dos valores de massa fresca (MF) nos quatro (4) tratamentos aos 45 e 81 dias após a semeadura.**

Tempo (dias)	Tratamentos				Média Total (tempo)
	T1*	T2	T3*	T4	
45	8,15 <sup>a</sup>	9,60 <sup>a</sup>	12,04a	6,77a	9,14*
81	6,72 <sup>a</sup>	7,14 <sup>a</sup>	7,84a	5,93a	6,91

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste t com correção de Bonferroni. \* significa diferença estatística entre os tempos 1 (45 dias) e tempo 2 (81 dias).

As atividades agrícolas estão diretamente ligadas a altos riscos de insucesso ocasionado pelas variações climáticas regionais ao longo dos anos sendo considerada uma das principais causas para a não maximização do potencial produtivo das lavouras (VARGAS; HUNGRIA, 1997). Além das condições climáticas não adequadas,

características do solo como porosidade, textura, estrutura, entre outros prejudicam o desenvolvimento radicular e ocasionam redução no potencial produtivo das espécies. O cultivo da soja em vasos pode ter sido o fator que promoveu a redução nos valores de massa fresca ao logo do experimento. A restrição no seu desenvolvimento, ocasionada pela baixa capacidade volumétrica dos vasos, pode ter promovido um estresse fisiológico que causou a mobilização da matéria orgânica (massa fresca) da planta para a formação das vagens no período reprodutivo (81 dias).

A Tabela 5 apresenta os valores de massa seca (MS) nos quatro (4) tratamentos aos 45 e 81 dias após a semeadura. Aos 45 dias o T2 e T3 foram os tratamentos que apresentaram maiores valores de MS, apesar de não haver diferença estatística entre os tratamentos no tempo 1 (45 dias). Aos 81 dias não houve diferença estatística entre os tratamentos e o T1 e o T3 foram os tratamentos que mostraram diferença significativa entre os tempos (45 e 81 dias).

**Tabela 5. Média dos valores de massa seca (MS) nos quatro (4) tratamentos aos 45 e 81 dias após a semeadura.**

Tempo (dias)	Tratamentos				Média
	T1*	T2	T3*	T4	Total (tempo)
45	1,52 <sup>a</sup>	2,13a	2,59a	1,48a	1,93
81	1,91 <sup>a</sup>	2,18a	2,43a	1,81a	2,08

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste t com correção de Bonferroni. \* significa diferença estatística entre os tempos 1 (45 dias) e tempo 2 (81 dias).

Hermam (1997) afirma que o incremento de MS é pequeno no seu estágio inicial, no entanto nos estádios vegetativos tem-se um aumento gradual, e ocorre um decréscimo quando a soja começa o processo de enchimento de grãos.

Naturalmente, a relação entre matéria seca acumulada e rendimento de grãos é função do genótipo utilizado e da sua interação com o ambiente. Por isso, deve-se dar atenção e preferência aos cultivares mais eficientes na conversão dos fotoassimilados para a produção de grãos, ao invés do crescimento vegetativo (SEDIYAMA et al., 1985). Não menos importante é ajustar o ambiente e o manejo cultural para elevados

rendimentos, quando se tem cultivares de elevado potencial de produtividade e adaptados à região de cultivo.

Os resultados obtidos e apresentados na Tabela 6 permitem concluir que o teor de clorofila das folhas foi reduzido ao longo do ciclo de desenvolvimento das plantas, independente do tratamento (inoculação e adubação). Isso já ocorre de forma natural, pois está relacionado com o ciclo, pois no fim da fase reprodutiva e início de senescência esse teor tende a diminuir, contudo os menores valores apresentados no presente experimento são inferiores e não corroborados com os obtidos na literatura correlata pelas condições incomuns de cultivo em vaso, em condições de viveiro. Aliado as condições citadas, a ocorrência de ferrugem asiática no período final das avaliações promoveu uma acentuada redução na leitura desses valores em virtude do sintoma de amarelecimento característico da doença.

**Tabela 6. Valores médios do Teor de Clorofila nos quatro (4) tratamentos aos 45 e 81 dias após a semeadura.**

Tempo (dias)	Tratamentos				Média Total (tempo)
	T1*	T2	T3*	T4	
45	23,17 <sup>a</sup>	25,69 <sup>a</sup>	23,32 <sup>a</sup>	21,52 <sup>a</sup>	23,42*
81	11,89 <sup>a</sup>	17,19 <sup>a</sup>	19,61 <sup>a</sup>	19,02 <sup>a</sup>	16,93

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste t com correção de Bonferroni. \* significa diferença estatística entre os tempos 1 (45 dias) e tempo 2 (81 dias).

Os valores apresentados para o parâmetro número de vagens mostram que não houve diferença significativa em os tratamentos, nas condições descritas para o experimento, aos 81 dias após a semeadura. Os resultados se repetiram para a produtividade (peso de sementes/planta) e sugerem que não há diferença significativa entre os tratamentos com e sem inoculação e com diferentes dosagens de N e Mo. Novamente, convém lembrar que a montagem do experimento em vasos e a sua condução em viveiro pode ter prejudicado o desenvolvimento da planta e como consequência a determinação de alguns parâmetros de crescimento previstos no projeto como o número de vagens e a produtividade. A limitação no desenvolvimento radicular, ocasionada pela capacidade dos vasos promoveu um menor



desenvolvimento/crescimento das plantas e de produtividade em todos os tratamentos analisados.

**Tabela 7. Número de vagens e peso de sementes/planta (gramas) (produtividade)**

Tratamento	Número de vagens	Peso de sementes
T1	3.462463a	3.624320a
T2	3.427560a	3.459810a
T3	3.390032a	4.037440a
T4	3.358172a	3.966950a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste t.

## CONCLUSÕES

Não há incremento na produtividade e nem interferência da inoculação realizando a aplicação de nitrogênio nem de molibdênio, não sendo assim necessário realizar tais aplicações.

## REFERÊNCIAS

GOMES, L.A.A.; SILVA, E.C.; FAQUIM, V. Recomendações de adubação para cultivos em ambiente protegido. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H.; **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª Aproximação.** Viçosa: CFSEMG, 1999

HERMAM, J. C. (Ed) **Como a planta de soja se desenvolve.** Tradução de G. M. de Souza Câmara. Piracicaba: Potafós, 1997. 22p. (Special Report, 53).

LYNCH, J. **Root architecture and plant productivity.** Plant Physiology, Waterbury, v. 109, n. 1, p. 7-13, Sept. 1995.

REIS, E. M., A. C. R. BRESOLIN, E M. CARMONA. 2006. **Doenças da soja I: Ferrugem asiática.** Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo. Disponível em <http://www.cisoja.com.br/index.php?p=artigo&idA=269>. Acesso em 10 de janeiro de 2017.

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M. G.; SEDIYAMA, C. S.; GOMES, J. L. L. **Cultura da Soja;** 1a parte. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 96 p. 1985.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. Fixação biológica do nitrogênio em soja. In:  
VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. (ed.) **Biologia dos solos de cerrados**. Planaltina:  
EMBRAPA-CPAC, p. 295-360, 1997.