

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**PRODUÇÃO E CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO EM SOJA SOB DOSES
DE *Bradyrhizobium japonicum*.**

VANESSA SECRETTI GARLET

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2017

**PRODUÇÃO E CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO EM SOJA SOB DOSES
DE *Bradyrhizobium japonicum*.**

VANESSA SECRETTI GARLET

Orientadora: PROF^a. DR^a. MARLENE ESTEVÃO MARCHETTI

Trabalho de conclusão do curso de Agronomia
pela Universidade Federal da Grande Dourados,
como parte das exigências para obtenção do título
de Engenheira Agrônoma.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2017

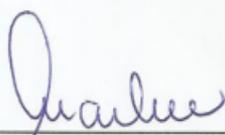
**PRODUÇÃO E CONCENTRAÇÃO DE NITROGÊNIO EM SOJA SOB DOSES
DE *Bradyrhizobium japonicum*.**

Por

VANESSA SECRETTI GARLET

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para
obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônoma

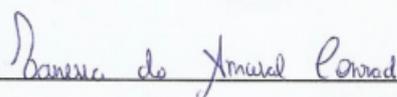
Aprovado em 18/08/2017.



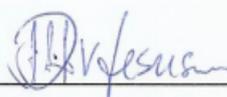
Prof^ª. Dr^ª. Marlene Estevão Marchetti
Orientadora – UFGD/FCA



Prof^ª. Dr^ª. Elisângela Dupas
UFGD/FCA



Me. Vanessa do Amaral Conrad
UFGD/FCA



Me. Mailson Vieira Jesus
UFGD/FCA

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais Eugênio Mariano Garlet e Rosélia D. Secretti Garlet que foram amparo nos momentos mais difíceis e nunca deixaram com que eu perdesse a fé, compartilho essa alegria hoje com vocês.

AGRADECIMENTOS

A Deus e à Nossa Senhora Aparecida pela vida, por terem me ajudado em mais uma conquista e pelos obstáculos colocados em minha vida, os quais serviram de experiência e amadurecimento.

Aos meus pais Eugênio e Rosélia, pelo apoio dado durante todos esses anos, e por acreditarem em mim quando nada mais parecia fazer sentido.

A minha orientadora Prof^a Dra. Marlene Estevão Marchetti por aceitar o convite de orientação da monografia, e a todos os professores que fizeram parte dessa caminhada sempre com muita sabedoria e paciência. A todos vocês, minha gratidão e carinho!

A todos os amigos que caminharam junto comigo até hoje, mas principalmente aos meus irmãos de coração: Pablo Alan Frey, Felipe Ceccon, Leonardo Tirloni, Alan Gabriel Tosta, Maurício Rufino, Denielle Fuzer Gonçalves, Kenia Almeida, João Antunes da Luz, Rozangela Schneider, e Fernanda del Corona, que mesmo que distante sempre se fizeram presente, agradeço por cada conselho dado, cada abraço e cada lágrima enxugada. O valor de vocês pra mim é inestimável!

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 Importâncias econômicas da soja.....	10
2.2 Importâncias do nitrogênio na soja.....	10
2.3 Bactérias Noduladoras	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 Local e manejo do experimento.....	13
3.2 Tratamentos e delineamento.....	15
3.3 Avaliações	15
3.4 Quantificação de N.....	16
3.5 Análise estatística	16
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	18
CONCLUSÕES	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

RESUMO- A população mundial e a necessidade de produção de alimentos são parâmetros diretamente proporcionais que têm aumentado ao longo do tempo. Desta forma, o estudo da otimização de sistemas agrícolas voltada para a sustentabilidade do ambiente e maior produção de grãos se torna necessário e importante. A soja (*Glycine max*) é a cultura mais importante para a agricultura brasileira com colheita atingindo 113 milhões de toneladas no país, mas para alcançar essa produção de alto rendimento é necessário o adequado suprimento de nitrogênio. Esse nitrogênio pode ser absorvido diretamente do solo ou ser fornecido pela fixação biológica do nitrogênio. Com a realização do presente estudo, objetivou-se avaliar parâmetros produtivos da soja em função de doses de inoculante nodulador. O experimento foi realizado na cidade de Rio Brillhante num delineamento de blocos casualizados ao acaso com cinco tratamentos e cinco repetições; testemunha, uma dose, que é recomendada pelo fabricante, duas vezes a dose recomendada, quatro e oito vezes a dose recomendada do inoculante aplicados com pulverizador costal à CO₂ em sulco de semeadura. A variedade utilizada foi a M6410ipro, da Monsoy, que foi avaliada no oitavo estágio vegetativo onde a soja apresenta 7 trifólios totalmente expandidos, no primeiro estágio reprodutivo onde 50% das plantas apresentam flor, foram avaliadas quanto à massa fresca e seca de parte aérea, raiz e nódulos, número de nódulos, concentração de nitrogênio foliar, já na colheita foram avaliadas a altura de plantas, plantas por metro, vagem por planta, ramificações por planta, peso de mil grãos e produtividade. A fixação de nitrogênio, feita pelas bactérias nos nódulos das raízes, não foi eficiente na presença de nitrogênio mineral aplicado no sulco de semeadura.

Palavras-chave: inoculação em soja, nitrogênio mineral, fixação biológica.

ABSTRACT- The world's population and the need for food production are directly proportional parameters that have increased over time. This way, studies of agricultural systems optimization focused on the environment sustainability and higher yield become necessary and important. Soybean (*Glycine max*) is the most important crop for Brazilian agriculture, with harvest reaching 113 million tons in the country, but for high yield production adequate nitrogen supply is necessary. This nitrogen can be absorbed directly from the soil or supplied by biological nitrogen fixation. The aim of the present study was to evaluate soybean production parameters under inoculant doses. The experiment was carried out in Rio Brilhante city in a randomized block design with five treatments; zero, one, two, four and eight inoculant doses applied with CO₂ costal spray in seeding furrow. The used variety was the M6410ipro, from Monsoy, evaluated in the eighth vegetative stage, where the soybean presents 7 fully expanded leaves, and in the first reproductive stage, where 50% of the plants have flower. Were evaluated for fresh and dry mass of aerial part, Roots and nodules, number of nodules, leaf nitrogen concentration, the height of plants, plants per meter, pod per plant, branching per plant, weight of one thousand grains and productivity were evaluated. Nitrogen fixation by bacteria in the root nodules was not efficient in the presence of mineral nitrogen applied in the sowing furrow.

Key-words: Soybean inoculation, Mineral nitrogen, Biological fixation.

1. INTRODUÇÃO

O aumento da população mundial tem aumentado cada vez mais, diferente da área agricultável mundial que não aumenta diretamente com a população e a necessidade de produção de alimentos. Dentre outros motivos, esse desafio de produtividade é o que tem motivado as constantes pesquisas de produtividade sob condições adversas. Desta forma, o estudo de otimização dos sistemas agrícolas voltado para a sustentabilidade do ambiente se torna necessário e importante não somente para aumentos de produtividades, mas também para a manutenção dos biomas e ambientes agricultáveis.

A soja [*Glycine Max* (L.) Merrill] é uma leguminosa que foi domesticada pelos chineses por volta de cinco mil anos atrás. No início do século XX, passou a ser cultivada comercialmente nos Estados Unidos. A partir de então, houve um rápido crescimento na produção, com o desenvolvimento das primeiras cultivares comerciais (DUARTE, 2004).

Para que a produção de soja apresente alto rendimento em lavouras extensivas é necessário o adequado suprimento de nitrogênio, porém seu uso por meio de fertilização mineral é praticamente inviável devido ao alto custo de obtenção. Nesse caso, a inoculação de sementes apresenta o melhor custo benefício na produtividade de grãos de soja em relação à aplicação de N mineral (HUNGRIA et al., 2001).

Avanços no melhoramento genético da planta de soja e nas pesquisas em microbiologia do solo tornaram possíveis substituir a adubação nitrogenada pelo uso de inoculantes com estirpes de rizóbio (*Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium elkanii*). Isso proporcionou o suprimento de quase todo nitrogênio demandado pela cultura (BELTRAME, 2010).

Assim objetivou-se avaliar concentração de nitrogênio, e produtividade de soja em função de doses de inoculante nodulador a base de *Bradyrhizobium japonicum*.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importâncias econômicas da soja

A soja é uma leguminosa rica em proteínas, amplamente utilizada para a fabricação de vários derivados para alimentação humana, como: óleo de soja, farinha de soja, leite de soja, pasta de soja, lecitina de soja, proteína texturizada de soja, entre outros (SINDICATO DA INDÚSTRIA DO MILHO, SOJA E SEUS DERIVADOS NO ESTADO DE SÃO PAULO – SINDIMILHO & SOJA, 2015).

Atualmente a soja é a cultura mais importante para a agricultura brasileira. Dados da Conab (2017) apontam que com a colheita praticamente finalizada, houve crescimento de 18,4% na produção, atingindo 113 milhões de toneladas na safra 2016/2017.

O maior estado produtor de soja no país é o Mato Grosso, com uma produção de 26,4 milhões de toneladas, em 8,6 milhões de ha e produtividade média de 3.069 kg ha⁻¹. Em seguida, está o Paraná, com 14,7 milhões de toneladas, em 5 milhões de ha e 2.945 kg ha⁻¹ (EMBRAPA, 2015).

2.2 Importâncias do nitrogênio na soja

A adubação nitrogenada em soja é um assunto de muita polêmica entre vários autores, principalmente com relação a real necessidade deste procedimento para o desempenho da cultura. Ele é um elemento chave na síntese de proteínas, sua demanda é elevada na cultura, que acumula cerca de 100 a 200 kg ha⁻¹ de N, sendo 67% a 75% alocados nas sementes. Esse nitrogênio pode ser absorvido diretamente do solo (mineralização da matéria orgânica e de fertilizantes minerais) ou ser fornecido pela fixação biológica do nitrogênio (FAGAN et al., 2007).

O nitrogênio (N), por ser um constituinte dos ácidos nucleicos e de proteínas, moléculas fundamentais para todos os processos biológicos é o nutriente requerido em maior quantidade pelas plantas. No caso da cultura da soja, particularmente pelo teor elevado de proteínas nos grãos, a demanda em N é elevada, estimada em cerca de 80 kg de N para cada 1.000 kg de grãos produzidos. Na tabela 1, tem-se um resumo dos estádios reprodutivos da soja, onde se pode ver a importância de uma adequada nutrição de plantas para ideal formação e enchimento de grãos.

A soja pode obter esse N de quatro fontes: 1- o solo, principalmente pela decomposição da matéria orgânica; 2- a fixação não biológica; 3- os fertilizantes nitrogenados; e 4- o processo de fixação biológica do nitrogênio atmosférico (N₂). (HUNGRIA, 2007)

Tabela 1 – Resumo dos estádios reprodutivos da soja (Fonte: IPNI)

R1	Início do florescimento
R2	Pleno florescimento
R3	Início da formação de vagens
R4	Plena formação das vagens
R5	Início do enchimento das vagens
R6	Pleno enchimento das vagens
R7	Início da maturação
R8	Maturação plena

(Obs: R5.1 Equivalente a 10% de enchimento; R5.2 enchimento de 11% a 25%; R5.3 enchimento de 25% a 50%; R5.4 51% a 75%; R5.5 75% a 100%.)

2.3 Bactérias Noduladoras

Apesar de 80% dos gases atmosféricos ser nitrogênio (N₂), nenhum animal ou planta, exceto as leguminosas consegue utilizá-lo como nutriente devido à tripla ligação que existe nos dois átomos de N₂. As bactérias fixadoras de nitrogênio, que são adicionadas ao sistema por meio de inoculantes, possuem uma enzima chamada dinitrogenase que é capaz de romper essa tripla ligação e provocar sua redução à amônia (NH₃), a mesma forma obtida pelo processo industrial de produção de fertilizantes minerais nitrogenados. (HUNGRIA et al., 2001).

No caso da soja, o processo de fixação biológica do N₂ ocorre pelo estabelecimento de uma relação simbiótica, principalmente com bactérias que, pela taxonomia atual, estão classificadas no gênero *Bradyrhizobium* e nas espécies *Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium elkanii*. Além disso, existe grande variabilidade dentro de cada uma dessas duas espécies e bactérias com diferentes propriedades morfológicas, fisiológicas e genéticas passam a ser classificadas como estirpes (ou cepas) distintas, o que, em termos comparativos, equivaleria a variedades/cultivares de plantas, ou raças de animais, ou raças de patógenos.

Hungria, (2007) Salienta que é importante que o N do fertilizante é mais facilmente absorvido pela soja porque já está em uma forma prontamente disponível para as plantas, ao passo que, no caso do processo biológico, a planta precisa investir

um pequeno capital energético inicial, representado pela formação dos nódulos. Além disso, o gasto energético da planta no processo de fixação biológica do N₂ pode ser mais elevado do que para a absorção de fertilizantes nitrogenados. Desse modo, somente uma simbiose altamente eficiente resultará em desempenho igual, ou até superior, ao de uma planta recebendo fertilizante nitrogenado. Essa é a razão principal pela qual é tão importante que o agricultor adote todas as tecnologias desenvolvidas pela pesquisa, que são apresentadas nesta Circular, visando a maximização do processo biológico.

Existem estudos de co-inoculação de *Azospirillum brasilense* com as bactérias *Bradyrhizobium japonicum* na soja evidenciando que a interação influenciou positivamente o número de nódulos, a porcentagem de nitrogênio em grão e raiz, o peso de mil grãos e a produtividade de grãos, em relação à tradicional inoculação com apenas *B. japonicum* (FERRI et al., 2017).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e manejo do experimento.

O experimento foi realizado na cidade de Rio Brillhante - MS, instalado no sítio Santa Rita, que fica no Distrito de Prudência Thomaz, na rodovia-163. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico textura muito argilosa (EMBRAPA, 2006), cujos atributos químicos encontram-se no quadro 1, e o clima, segundo classificação de Köppen (FIETZ et al., 2013), é do tipo Cwa: clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

As características químicas e teor de argila do solo no local do experimento foram coletadas de 0 à 20 cm, obtendo-se as seguintes características: 45% de argila, pH (CaCl₂): 5,5; matéria orgânica: 23,3 g/dm³, Ca: 6,0 cmolc/dm³, Mg: 1,3 cmolc/dm³, K: 0,2 cmolc/dm³, sem presença de alumínio, H+Al: 3,3 cmolc/dm³, SB: 7,6 cmolc/dm³, V: 69,3%, P: 9,5 mg/dm³, Mn: 102,6 mg/dm³, Cu: 12,4 mg/dm³, Zn: 2,6 mg/dm³, e Fe: 35,0 mg/dm³.

Os dados da precipitação pluviométrica no período experimental encontram-se na Figura 1.

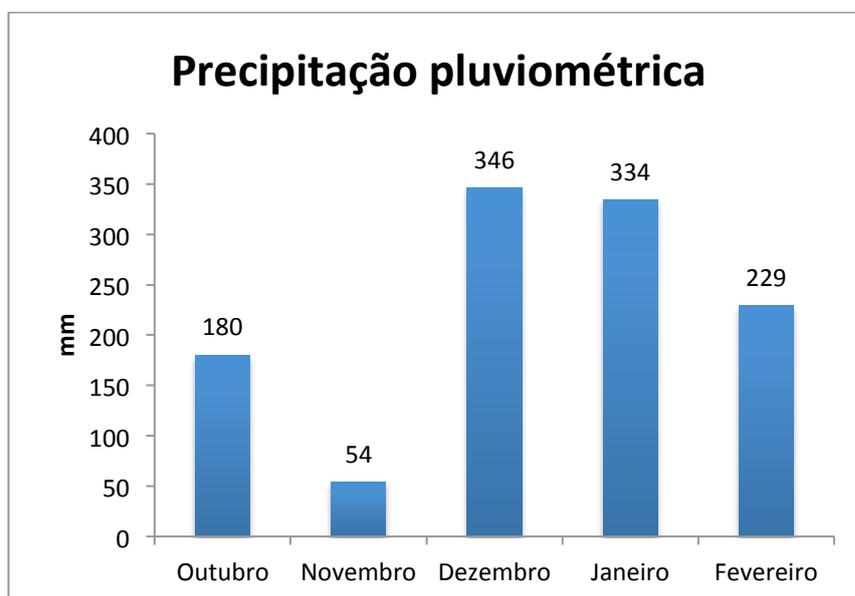


Figura 1. Precipitação pluviométrica mensal em milímetros registrada na área do experimento. Fonte: GARLET, V. S.

A área já vinha sendo cultivada com leguminosas no sistema de plantio direto, mas não havia ocorrido a inoculação de bactérias noduladoras. A variedade utilizada foi a M6410ipro, da Monsoy, com grau de maturação 6.4, flor de cor roxa, pubescência cinza, resistente à acamamento, com habito de crescimento indeterminado e cor de hilo preto imperfeito (MONSOY, 2015)

A semeadura foi realizada dia 17 de outubro de 2016 com uma semeadora da marca Massey Ferguson de 7 linhas. A adubação foi feita em sulco de semeadura de aplicando 300 kg ha^{-1} da formulação 4-30-10 e 100 kg de KCl a lanço no pré-plantio. No dia 15 de novembro, quando as plantas se encontravam em V4 (4º nó visível e 3ª folha trifoliolada desenvolvida), foi feita adubação de cobertura, via pulverização, com 200 mL ha^{-1} de fosfito de manganês (444 g L^{-1} de P_2O_5 + 133 g L^{-1} de manganês) e 200 mL ha^{-1} de Glutamin CoMo ($13,4 \text{ g L}^{-1}$ de Cobalto, $1,37 \text{ g L}^{-1}$ de Manganês, 137 g L^{-1} de Molibdênio). Foi feita, dia 13 de dezembro, aplicação de reguladores de crescimento via pulverização de 250 mL ha^{-1} de Stimulate ($0,09 \text{ g L}^{-1}$ de Cinetina, $0,05 \text{ g L}^{-1}$ de ácido giberélico; dos grupos químicos das citocininas + giberelinas).

O controle de ervas daninhas foi feito aplicando-se em pré-semeadura, no dia 3 de outubro, 2 L ha^{-1} de glifosato (480 g L^{-1} ; herbicida não-seletivo de ação sistêmica do grupo químico das glicinas) e 1 L ha^{-1} de 2,4-dichloro phenoxy (806 g L^{-1} de herbicida seletivo de ação sistêmica e pós-emergente), e em V4, dia 15 de novembro, $1,31 \text{ L ha}^{-1}$ de glifosato.

Para o controle de pragas na cultura da soja, as sementes foram adquiridas com tratamento de sementes de fábrica, com TSI (25 g L^{-1} de Piraclostrobina, 225 g L^{-1} de Tiofanato metílico e 250 g L^{-1} de Fipronil). No dia 13 de dezembro foram aplicados: 300 mL ha^{-1} de Tiametoxan + Lambda-cialotrina (141 g L^{-1} de Tiametoxan mais 106 g L^{-1} de Lambda-cialotrina; grupos químicos dos néonicotinóides e piretróides respectivamente) para controle de percevejo, 125 mL ha^{-1} de Propiconazol+Difeconazol (250 g L^{-1} de Propiconazol mais 250 g L^{-1} de Difeconazol; do grupo químico dos triazóis), 300 mL ha^{-1} de Fluxaproxade + Piraclostrobina (167 g L^{-1} de Fluxaproxade mais 333 g L^{-1} de Piraclostrobina; do grupo químico das carboximidas e estrobilurinas respectivamente), para o controle de míldio e 300 mL ha^{-1} de óleo mineral (428 g L^{-1} de óleo mineral) como adjuvante da solução. No dia 4 de janeiro foram aplicados 300 mL ha^{-1} de Picoxistrobina + Ciproconazole (200 g L^{-1} de Picoxistrobina mais 80 g L^{-1} de Ciproconazole; pertencentes, respectivamente, aos grupos químicos das Estrubilurinas e Triazóis) e 400 mL ha^{-1} de Imidacloprido + Bifentrina (250 g L^{-1} de

Imidacloprido mais 50 g L⁻¹ de bifentrina; grupos químicos dos Neonicotinoides e Piretroides respectivamente).

As aplicações foram feitas em um pulverizador jacto de arrasto, aplicando 100L de água por hectare com tanque de capacidade de 2000 L, com bico leque.

3.2 Tratamentos e delineamento

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC) com cinco tratamentos e cinco repetições. Cada parcela foi constituída de 7 linhas de 5 metros espaçadas em 0,45 metros com densidade de semeadura de 14 sementes por metro. A área útil da parcela foi do 2º ao 4º metro da 2ª à 6ª linha para evitar o efeito bordadura, descrito em Petersen (1994). O espaçamento entre parcelas foi de 2 metros.

O inoculante utilizado foi o Nod Líquido, formulado a partir das estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 5080 da bactéria *Bradyrhizobium japonicum* na concentração de $7,2 \cdot 10^9$ células por mL do produto. A recomendação do fabricante é a aplicação de 50 mL ha⁻¹ do produto.

Os tratamentos foram: T1 – dose recomendada pelo fabricante, T2 - 2 vezes a dose recomendada pelo fabricante, T3 - 4 vezes a dose recomendada pelo fabricante, T4 - 8 vezes a dose recomendada pelo fabricante e T5 não foi inoculado.

O inoculante foi aplicado no sulco de semeadura, sendo que o cálculo das doses foi feito para as cinco repetições de cada tratamento. O sulco após aberto e com sementes depositadas pela semeadora, foi pulverizado com um pulverizador costal de precisão à base de CO₂, com uma vazão de 400 mL de calda/parcela. O T1 recebeu 0,375 mL, no T2 foi 0,750 mL, T3 recebeu 1,5 mL e T4 3mL e o T5 como testemunha, sem inoculação. As doses foram diluídas em 2 litros para aplicação.

3.3 Avaliações

Nos estádios de V8 e R1, que são os picos de nodulação na soja, foram coletadas quatro plantas por parcela com a ajuda de uma picareta para descompactar o solo e uma pá de ponta para retirar a planta, o que permitiu coletar o mais fundo possível para evitar a quebra de raízes. Após o procedimento de coleta, as plantas foram lavadas em água corrente, colocadas em sacos separados por parcela e levadas imediatamente para o laboratório, onde foram avaliadas a massa fresca de nódulos, de parte aérea e de raiz. As plantas foram levadas à estufa, por três dias sob temperatura de 50°C, e

posteriormente, foram avaliadas a massa seca de nódulos, de parte aérea e de raiz.

Para as avaliações de produtividade foram coletadas na época da colheita quatro plantas por parcela, avaliadas quanto ao número de ramificações, número de vagens por plantas, altura de plantas, número de plantas por metro e peso de mil grãos.

Para a obtenção dos valores de produtividade e peso de mil grãos, foram seguidas as normas para avaliação de sementes estabelecidas pelo Ministério da Agricultura (MAPA, 2009).

As plantas foram separadas por tratamentos, medidas quanto à altura, ramificações e número de vagens. Os grãos foram separados das plantas e ambas as partes foram pesadas para avaliar a massa fresca, levadas à estufa e pesados novamente para avaliação de massa seca da parte aérea e raiz e para cálculo de produtividade de grãos à 13%.

3.4 Quantificação de N

No dia 23 de dezembro, ainda no primeiro estágio reprodutivo foi feita a coleta de folhas para análise nutricional. Foram coletados 30 trifólios por parcela, terceiro ou quarto trifólio a partir do ápice da planta seguindo recomendações da Embrapa (2007), secos à 50°C em estufa durante três dias e moídos para quantificação de nitrogênio na folha. O método utilizado foi o semi-micro-Kjeldahl, que consiste em transformar o nitrogênio amoniacal $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ em amônia (NH_3), a qual é fixada pelo ácido bórico, e posteriormente, tituladas com H_2SO_4 até nova formação de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ na presença de indicador de ácido/base MALAVOLTA (1997).

3.5 Análise estatística

Os dados avaliados foram submetidos ao teste de normalidade, análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O programa estatístico utilizado foi GENES (CRUZ 1997).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores de massa fresca e massa seca, tanto de parte aérea quanto de raízes e nódulos, não apresentaram diferenças significativas pelo teste de F. Quanto à quantificação de nódulos, o efeito da aplicação de *Bradyrhizobium japonicum* em sulco de semeadura apresentou diferença significativa à 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$), quando avaliada no oitavo estágio vegetativo da soja, ou seja, com 7 folhas trifolioladas. O mesmo efeito não foi encontrado quando a contagem dos nódulos foi feita no início do estágio reprodutivo (Quadro 2). Na figura 2, pode-se observar como o número de nódulos se comportou em função das doses de *Bradyrhizobium japonicum*. Porém mesmo com efeito significativo de número de nódulos, a característica que influencia mais na produtividade é o peso de nódulos (DÖBEREINER, 1966).

Quadro 2. Valores de F calculado, média e coeficiente de variação de massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa fresca de raiz (MFR), massa seca de raiz (MSR), massa fresca de nódulos (MFN), massa seca de nódulos (MSN) e número de nódulos (NN) em plantas de soja tratadas com *Bradyrhizobium japonicum* em Rio Brilhante.

FV	MFPA	MSPA	MFR	MSR	MFN	MSN	NN
8º estágio vegetativo							
F calculado	1,92 ^{ns}	1,62 ^{ns}	0,47 ^{ns}	1,07 ^{ns}	1,35 ^{ns}	1,70 ^{ns}	3,49*
Média	27,62	4,12	4,63	1,22	0,39	0,08	35,60
CV(%)	18,41	15,81	17,80	16,92	31,27	30,15	24,62
1º estágio reprodutivo							
F calculado	1,01 ^{ns}	0,71 ^{ns}	1,02 ^{ns}	0,76 ^{ns}	2,27 ^{ns}	2,45 ^{ns}	0,49 ^{ns}
Média	60,89	9,93	7,70	2,23	1,33	0,32	127,73
CV(%)	21,85	22,10	14,43	17,13	13,16	14,99	12,63

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

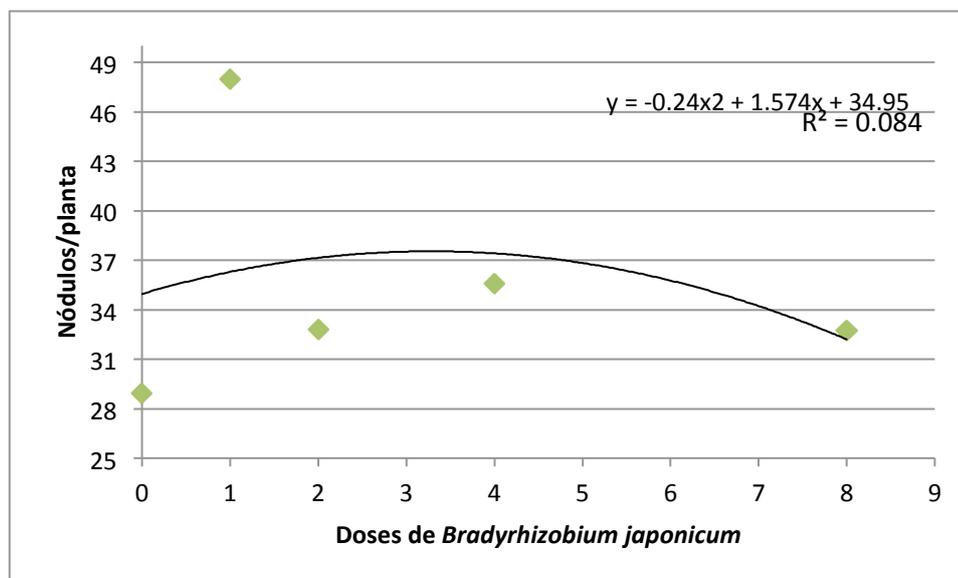


Figura 2. Curva de regressão do número de nódulos por planta em função das doses dos tratamentos.

A inoculação com bactérias moduladoras, não causou efeito significativo nos parâmetros de produção avaliados no fim do ciclo da cultura da soja. A produtividade média final foi de 2857,9 kg ha⁻¹. Os dados apresentados no Quadro 3 indicam que não houve efeito da aplicação de bactérias em sulco, sob o número de plantas por metro, número de vagens por planta, número de ramificação por planta e no peso de mil grãos.

Quadro 3. Valores de F calculado, média e coeficiente de variação de altura de planta (AP), número de plantas por metro (NP/M), número de vagem por planta (NV/P), número de ramificações por planta (NR/P), peso de mil grãos (PMG) e produtividade (PROD) em plantas de soja tratadas com *Bradyrhizobium japonicum* em Rio Brillhante.

FV	AP	NP/M	NV/P	NR/P	PMG	PROD
F calculado	1,70 ^{ns}	1,67 ^{ns}	1,13 ^{ns}	0,82 ^{ns}	0,76 ^{ns}	0,52 ^{ns}
Média	0,85	10,92	69,02	5,05	142,85	2857,95
CV(%)	2,91	15,95	17,16	14,91	2,98	12,91

ns: não significativo pelo teste de F;

As médias das características avaliadas encontram-se no Quadro 4.

Quadro 4. Valores médios de altura de planta (AP), número de plantas por metro (NP/M), número de vagem por planta (NV/P), número de ramificações por planta (NR/P), peso de mil grãos (PMG) e produtividade (PROD) em plantas de soja tratadas com *Bradyrhizobium japonicum* em Rio Brilhante.

Tratamentos	AP (cm)	NP/M	NV/P	NR/P	PMG (g)	PROD (kg/ha ⁻¹)
1	0,8 a	12,2 a	67,8 a	5,0 a	143,6 a	3011,1 A
2	0,8 a	10,6 a	62,8 a	4,7 a	145,2 a	2744,4 A
3	0,8 a	10,6 a	77,7 a	5,4 a	141,2 a	2929,3 A
4	0,8 a	11,6 a	70,8 a	5,3 a	142,4 a	2733,7 A
5	0,8 a	9,6 a	66,2 a	4,8 a	141,5 a	2871,1 A

Letras minúsculas na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Observa-se que indiferente da dose de inoculante aplicada em sulco de semeadura, a altura, ramificação, emissão de vagens e enchimento de grãos não foram afetadas (Quadro 4), não havendo assim efeito significativo das diferentes doses de *Bradyrhizobium japonicum* utilizadas.

Conforme o esclarecido por Fagan et al. (2007), a planta de soja tende a absorver primeiramente o nitrogênio disponível na solução do solo (NO₃⁻) em detrimento do nitrogênio fixado do ar pelas bactérias. No caso do presente trabalho, por se tratar de uma porcentagem de uma área de produção de soja em larga escala, onde os tratamentos foram delineados, a adubação de semeadura com nitrogênio teve grande influência no efeito dos tratamentos com bactérias noduladoras.

No Quadro 2, pode-se observar que o número de nódulos foi a única característica que teve sua média alterada significativamente pela aplicação de bactérias em sulco, porém não foi suficiente para alterar significativamente as características de produtividade. Isso se explica pelo fato de terem sido adicionados na semeadura, o equivalente a 12 kg de nitrogênio junto com a aplicação das bactérias.

O quadro 5 mostra o efeito dos tratamentos com bactérias noduladoras fixadoras de nitrogênio atmosférico sobre a quantidade de nitrogênio na planta, em gramas de nitrogênio por kg de massa seca. Por mais que o efeito não tenha sido significativo estatisticamente, pode-se observar que a média dos tratamentos foi elevada (178,35 g/kg) e que a variação dos valores foi baixa (3,8%), o que implica que a adubação nitrogenada foi efetiva ao ponto de manter o nível de nitrogênio elevado na planta e

fazer com que a fixação de nitrogênio pelas bactérias, não surtisse efeito nas variáveis avaliadas.

Quadro 5. Valores de F calculado, média e coeficiente de variação de nitrogênio em folhas de soja tratadas com *Bradyrhizobium japonicum* em Rio Brilhante.

	Nitrogênio (g/kg)
F calculado	37.4391 ns
Média	178.35
CV(%)	3,8

ns: não significativo pelo teste de F;

A indiferença do efeito de tratamentos sob algumas características quantificadas em soja, também foram constatadas por outros autores que adicionaram nitrogênio mineral em semeadura juntamente com a inoculação de bactérias noduladoras em sementes de soja. Crispino et al. (2001) e Ferreira et al. (2016), não encontraram diferença de nitrogênio em parte aérea na presença de adubação com ureia. Campos (1999), também não encontrou efeito de inoculante turfoso a base de bactérias noduladoras sob o rendimento de grãos de soja.

Vários experimentos foram conduzidos por Hungria et al. (2001) para estudar os efeitos da adubação nitrogenada no rendimento da soja. As aplicações de 20 a 40 kg de N/ha na semeadura, 50 a 100 kg de N/ha no florescimento e 50 kg de N/ha no enchimento de grãos resultaram em decréscimos na nodulação, sem trazer benefícios à produtividade, tanto em plantio convencional como em plantio direto.

Oliveira et al. (2017) avaliaram componentes de produção e biomassa de plantas de soja sob diferentes fontes de adubo nitrogenado, na ausência e presença de inoculação. Os autores identificaram maiores resultados de biomassa no tratamento com adubação mineral de nitrogênio e não relataram diferença significativa na ausência ou presença de bactérias fixadoras de nitrogênio nas sementes de soja.

Pastore (2016) encontrou significância nos tratamentos observados devido à uma combinação de fatores. Relatou que fatores abióticos influenciaram negativamente a eficácia do inoculante, e que bactérias nativas do solo, mais adaptadas às condições do meio, foram mais competitivas oferecendo fixação semelhante aos tratamentos, causando nivelamento da produtividade final.

Campos et al. (2001), com o objetivo de avaliar a reinoculação da soja em diferentes safras com sistema de plantio direto e adicionando 200 kg.ha⁻¹ de N mineral, relataram não haver significância na diferença entre as safras, ou seja, a população de bactérias no solo se mantém em níveis satisfatórios sob as condições do sistema de plantio direto. Os autores também relataram que a adubação com nitrogênio mineral e a competição por sítios de infecção nodular, que normalmente ocorre entre as estirpes utilizadas no inoculante e as estirpes existentes no solo, reduziram o número de nódulos em todas as safras avaliadas.

Para efeitos de quantificação de nodulação em soja, diversos autores concordam que a massa seca é o melhor parâmetro, em comparação ao número de nódulos para avaliar o estabelecimento de uma simbiose eficaz (DÖBEREINER, 1966; BOHRER & HUNGRIA, 1998).

CONCLUSÕES

Na presença de nitrogênio mineral não houve efeito significativo nas doses de inoculante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELTRAME, A. B. Interação *Phytophthora nicotianae* porta-enxerto de citros: efeito no sistema radicular, aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Tese de Doutorado**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.137p., 2010.
- BOHRER, T. R. J. & HUNGRIA, M. Avaliação de cultivares de soja quanto à fixação biológica do nitrogênio. **Pesq. Agropec. Bras.**, 33:937-952, 1998.
- CAMPOS, B. C.; HUNGRIA, M.; TEDESCO, V. Eficiência da fixação biológica de N₂ por estirpes de *Bradyrhizobium* na soja em plantio direto. **Revista Brasileira Ciência Solo**, 25:583-592, 2001
- CAMPOS, B. C. Dose de Inoculante Turfosso Para Soja Em Plantio Direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 423-426, 1999.
- Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. 2017. **Acompanhamento da safra brasileira 2016/17 - N.7 - Oitavo levantamento, MAIO 2017**. Companhia Nacional de Abastecimento, CONAB, 2017. <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_05_12_10_37_57_boletim_graos_maio_2017.pdf>. 13 Mai. 2017.
- CRISPINO, C.C.; FRANCHINI, J.C.; MORAES, J.Z.; SIBALDELLE, R.N.R.; LOUREIRO, M.F.; SANTOS, E.N.; CAMPOS, R.J.; HUNGRIA, M. Adubação nitrogenada na cultura da soja. Londrina: **Embrapa soja**, 2001. 6p. (Comunicado técnico, 75).
- CRUZ, C. D. Programa Genes - Aplicativo Computacional em Genética e Estatística. VIÇOSA, MG: EDITORA UFV, 1997. v1. 442 p.
- DÖBEREINER, J. Evaluation of nitrogen fixation in legumes by the regression of total plant nitrogen with nodule weight. **Nature**, 210:850-852, 1966.
- DUARTE, J. A. M.; Comunicação e tecnologia na cadeia produtiva da soja em MT. **Universidade Metodista de São Paulo**, São Bernardo do Campo, SP, 2004.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil 2004 - A soja no Brasil. **Embrapa soja**, Sistema de Produção, N° 1. Disponível em: Acesso em: 17/02/2011.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro. 2. ed., 2006. 306p.
- FAGAN, E. B.; MEDEIROS, S. L. P.; MANFRON, P. A.; CASAROLIL, D.; SIMON, J.; DOURADO NETO, D.; LIER, Q.J. V; SANTOS, O. S.; MULLER, L. Fisiologia da fixação biológica de nitrogênio em soja –revisão. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 14,n. 1, p. 89-106, 2007.
- FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. Ecofisiologia da soja.

Circular técnica – Embrapa. ISSN 1516-7860 Londrina, Setembro 2007

FERREIRA, M. M.; FULANETI, F. S.; CARVALHO, P. L. R.; MENEZES, H. M.; BEUTLER, A. N. Eficiência do inoculante e necessidade de aplicação de ureia em soja em solos de várzea. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão.** V. 8, N. 2. 2016

FERRI, G. C.; BRACCINI, A. L.; ANGHINONI, F. B. G.; PEREIRA, L. C. Effects of associated co-inoculation of *Bradyrhizobium japonicum* with *Azospirillum brasilense* on soybean yield and growth. **African Journal of Agricultural Research.** Vol. 12(1), p. 6-11, 5 Jan, 2017.

FIETZ, R. C.; COMUNELLO, E.; FLUMIGNAN D. L.; Deficiência hídrica na região de Dourados, MS. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 42., 2013, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBEA, 2013. 1 CD-ROM; CONBEA 2013.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 48 p. (Circular Técnica, 35).

HUNGRIA, M. A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. 80p. -- (Documentos/**Embrapa Soja**, ISSN 1516-781X; n.283) 2007.

Malavolta, E., et al. "Metodologia para análise de elemento em material vegetal." MALAVOLTA, E.; VITTI, GC; OLIVEIRA, SA **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações 2** (1997): 231-307.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** p. 308-326. ISBN 978-85-99851-70-8.2009. <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/2946_regras_analise__sementes.pdf>

OLIVEIRA, J. G.; SILVA, V. S. G.; COSTA, J. P. V. Comportamento de soja submetida a materiais fertilizantes e inoculação com *Bradyrhizobium*. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 15, n. 1, p. 66-72, jan./jul. 2017

PASTORE, A. Manejo de inoculação com *Bradyrhizobium* em soja associado ao tratamento fitossanitário das sementes. 44 p. 2016. **Dissertação de mestrado.** Universidade Federal Do Paraná

PETERSEN, R. Agricultural Field experiments: Design and analysis. **Marcel Dekker Inc.**, New York: US, 1994. 426 p.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DO MILHO, SOJA E SEUS DERIVADOS NO ESTADO DE SÃO PAULO – SINDIMILHO & SOJA. soja e suas riquezas – história, 2015. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/sindimilho/sobre-o-sindimilho/curiosidades/soja-e-suas-riquezas-historia/>>. Acesso em: 16/08/17.

VARGAS, M.A.T. & HUNGRIA, M. Fixação biológica do N₂ na cultura da soja. In: VARGAS, M.A.T. & HUNGRIA, M., eds. **Biologia dos solos de cerrados.** Planaltina, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1997. p.297-360.