

**Inoculante e bioestimulante no desempenho do feijão comum cultivado no ecótono  
Cerrado-Pantanal**

**Inoculant and biostimulant in the performance of common bean grown in the Cerrado-  
Pantanal ecotone**

**Inoculante y bioestimulante en el rendimiento de la haba común cultivada en el ecotono  
Cerrado-Pantanal**

Recebido: 31/03/2020 | Revisado: 01/04/2020 | Aceito: 02/04/2020 | Publicado: 04/04/2020

**Denise Prevedel Capristo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8906-3726>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: [denise\\_prevedel@hotmail.com](mailto:denise_prevedel@hotmail.com)

**Francisco Eduardo Torres**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6114-0096>

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: [feduardo@uems.br](mailto:feduardo@uems.br)

**Caio César Guedes Corrêa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0579-0270>

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

E-mail: [caiocagronomo@gmail.com](mailto:caiocagronomo@gmail.com)

**Flávia Alves da Silva**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7818-707X>

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

E-mail: [flavia\\_uems@hotmail.com](mailto:flavia_uems@hotmail.com)

**Angelita dos Santos Zanuncio**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7191-8498>

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: [angelitazanuncio@hotmail.com](mailto:angelitazanuncio@hotmail.com)

**Gabriele Gonçalves de Mendonça**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5659-4109>

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: [gabriele.goncalves@outlook.com](mailto:gabriele.goncalves@outlook.com)

**Anne Diaz Melisse Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1691-1987>

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: [mellisse\\_ovelar@hotmail.com](mailto:mellisse_ovelar@hotmail.com)

## **Resumo**

O objetivo do estudo foi avaliar o efeito de doses de inoculante e suas interações com bioestimulante no feijão comum. O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, em Aquidauana-MS, utilizando a cultivar TAA Dama do grupo comercial Carioca. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x5, com quatro repetições. O primeiro fator constitui-se da presença ou ausência de bioestimulante. O segundo fator as doses de inoculante (0 mL, 150 mL, 300 mL, 600 mL, 1200 mL a cada 50 kg de sementes). Foram avaliados o número de nódulos por planta, atividade nodular, matéria verde e seca de nódulos, matéria verde e seca da parte aérea e da raiz, comprimento e densidade da raiz, teor de nitrogênio e fósforo foliar, altura de inserção de primeira vagem, altura de plantas, número de ramificações, número de grãos por vagem, massa de cem grãos e produtividade de grãos. A aplicação do bioestimulante isolado ou em associação com *Rhizobium tropici* no feijão comum não promove aumento de produtividade de grãos na cultura, ao contrário da prática da inoculação com o referido rizóbio. A dose recomendada do inoculante a base de *R. tropici* proporciona incrementos na produtividade do feijão comum. O aumento da dose é apenas desperdício.

**Palavras-chave:** Fixação biológica de nitrogênio; *Phaseolus vulgaris*; *Rhizobium tropici*; Stimulate®.

## **Abstract**

The aim of this study was to evaluate the effect of inoculant doses and their interactions with biostimulant on common bean. The study was developed in the experimental area of the State University of Mato Grosso do Sul, in Aquidauana-MS, using the cultivar TAA Dama of the commercial group carioca. The experimental design was randomized blocks, in a 2x5 factorial scheme, with four replications. The first factor is the presence or absence of the Stimulate® biostimulant application. The second inoculant dose factor (0 mL, 150 mL, 300 mL, 600 mL, 1200 mL every 50 kg of seeds). They were evaluated the number of nodules per plant, nodular activity, green and dry matter of nodules, green matter and dry matter of shoot and root, root length and density, nitrogen content and leaf phosphorus, height of first pod

insertion, height of plants, number of branches, number of, number of grains per pod, mass of one hundred grains and yield. The application of the biostimulant alone or in association with *Rhizobium tropici* in common bean seeds does not promote increase of grain yield in the culture, as opposed to the practice of inoculation with the rhizobia. The recommended dose of the inoculant based on *R. tropici* provides increases in the productivity of the common bean. Increasing the dose is just a waste.

**Keywords:** Biological nitrogen fixation; *Phaseolus vulgaris*; *Rhizobium tropici*; Stimulate®.

## Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de dosis de inoculante y sus interacciones con el bioestimulante en el beano común. El experimento se llevó a cabo en el área experimental de la Universidad Estatal de Mato Grosso do Sul, en Aquidauana-MS, utilizando el cultivar TAA Dama del grupo comercial Carioca. El diseño experimental estaba en bloques aleatorios, en un esquema factorial 2x5, con cuatro replicaciones. El primer factor consiste en la presencia o ausencia de bioestimulante. El segundo factor son las dosis inoculantes (0 mL, 150 mL, 300 mL, 600 mL, 1200 mL por 50 kg de semillas). Se evaluaron los número de nódulos por planta, actividad nodular, materia verde y seca de nódulos, materia verde y seca de brotes y raíces, longitud y densidad de la raíz, contenido de nitrógeno y fósforo de la hoja, altura de inserción de la primera vaina, altura de plantas, número de ramas, número de granos por vaina, masa de 100 granos y rendimiento de granos. La aplicación de bioestimulante solo o en asociación con *Rhizobium tropici* en frijoles comunes no promueve el aumento del rendimiento del grano en el cultivo, a diferencia de la práctica de la inoculación con dicho rizobio. La dosis recomendada del inoculante basada en *R. tropici* proporciona aumentos en la productividad del beano común. Aumentar la dosis es sólo un desperdicio.

**Palabras clave:** Fijación biológica de nitrógeno; *Phaseolus vulgaris*; *Rhizobium tropici*; Stimulate®.

## 1. Introdução

Dentre as principais culturas do País, o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) possui importância socioeconômica incontestável, sendo cultivado o ano todo, nos mais variados tipos de solo, clima e sistemas de produção. Exigente em nutrientes, com alta demanda principalmente por nitrogênio (Moreira, et al., 2013).

Este elemento é indispensável em todas as fases de desenvolvimento da cultura por estar associado a importantes reações químicas que ocorrem nas plantas, fazendo parte de diversos compostos vegetais, como os ácidos nucléicos, aminoácidos e a clorofila (Costa, et al., 2018).

Os solos tropicais apresentam baixas concentrações de nitrogênio, e as principais fontes do nutriente, absorvidas pelas plantas (níttrica e amoniacal) resultam da decomposição da matéria orgânica do solo, da aplicação de adubos nitrogenados e da fixação biológica de nitrogênio realizada por bactérias do gênero *Rhizobium* (Tullio, et al., 2019).

A cultura possui certos aspectos que possibilitam estudos acerca da absorção de nutrientes e de controle do desenvolvimento vegetal. Tornando atrativo o emprego de bioestimulantes, visando melhorias nas características morfológicas e fisiológicas da cultura.

A demanda do mercado por essas tecnologias alternativas reflete no desenvolvimento de novos produtos com a finalidade de potencializar a produção em diversas culturas, como, por exemplo, o Stimulate®, que é um bioestimulante composto por reguladores de crescimento e traços de sais minerais. Os reguladores nele presentes são o ácido indolbutírico (auxina 0,005%) a cinetina (citocinina 0,009%) e o ácido giberélico (giberelina 0,005%) (Castro, et al., 1998), capazes de estimular o desenvolvimento radicular, aumentando a absorção de água e nutrientes pelas raízes, podendo favorecer, também, o equilíbrio hormonal da planta (Santos & Vieira, 2005).

Nesse sentido, são necessários estudos que englobem o uso de bioestimulante associado à inoculação com *Rhizobium tropici* na cultura do feijão comum, contribuindo para o aumento da produtividade de grãos, e para agricultura de baixo impacto ambiental.

O objetivo do estudo foi avaliar o efeito de diferentes doses de inoculante e suas interações com bioestimulante no feijão comum.

## 2. Metodologia

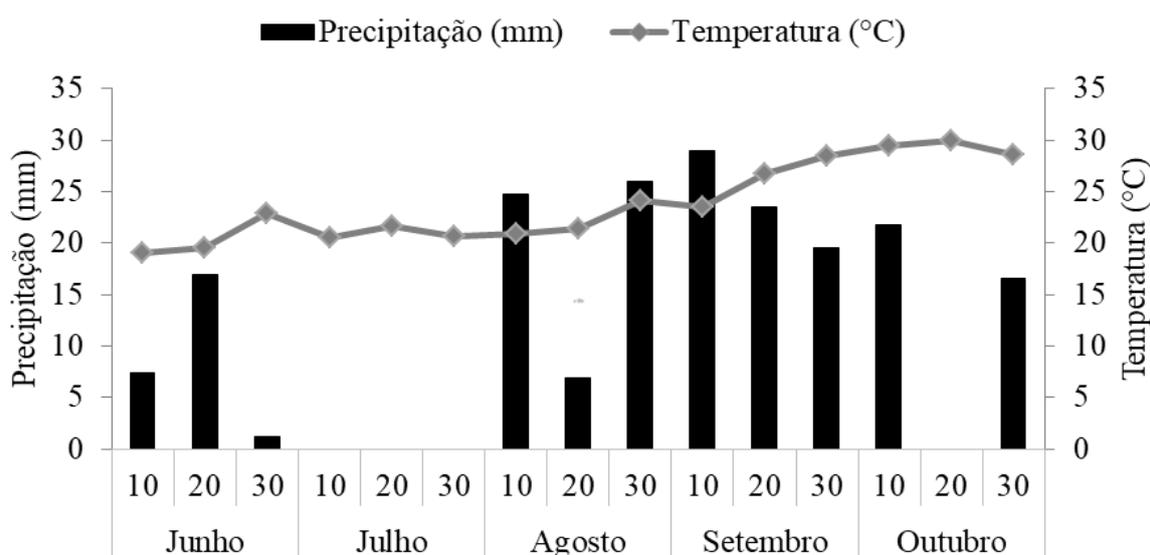
O experimento foi realizado no campo, no inverno de 2018 na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - Unidade Universitária de Aquidauana (UEMS/UUA), setor de fitotecnia, localizado na região do ecótono Cerrado-Pantanal, situado no município de Aquidauana, MS, nas coordenadas 20°27'S e 55°40'W com uma altitude média de 170 metros.

O solo da área foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura arenosa, conforme os critérios do Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (Santos,

et al., 2018), com as seguintes características na camada de 0 - 0,20 m: pH (H<sub>2</sub>O) = 5,72; P (mg/dm<sup>3</sup>) = 41,3; MO (g/dm<sup>3</sup>) = 21,19; K (cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) = 0,49; Ca (cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) = 3,05; Mg (cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) = 1,05; Ca+ Mg (cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) = 4,1; Al (cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) = 0; H (cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) = 2,47; Al+H (cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) = 2,47; S (cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) = 4,59; T (cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) = 7,06; V% = 65,01. O clima da região, segundo a classificação descrita por Köppen-Geiger é do tipo Aw (Tropical de Savana) com precipitação média anual de 1200 mm e temperaturas médias de 26,2 °C, com inverno seco e verão chuvoso.

Na Figura 1 estão representadas as oscilações de temperatura média e precipitação, durante o cultivo do feijão comum.

**Figura 1.** Dados de temperatura média (°C) e precipitação (mm) em decêndios no cultivo de feijão comum. Aquidauana-MS, 2018.



Fonte: Plataforma de Coleta de Dados Meteorológicos do Laboratório de Manejo e Conservação do Solo e Água da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Aquidauana, MS.

Na preparação da área experimental foi realizada uma dessecação com o herbicida Glyphosate na dose de 2 L·ha<sup>-1</sup> do produto comercial e após sete dias aplicação do herbicida Paraquat, na dose de 2 L·ha<sup>-1</sup> do produto comercial, utilizando pulverizador costal com capacidade de 20 litros. Após a secagem e a morte completa das plantas, foi realizada a abertura mecânica dos sulcos com a utilização de uma semeadora simples. Nos períodos sem

a ocorrência de chuvas (Figura 1) realizou-se irrigação suplementar aplicando-se uma lâmina de 25 mm por meio de um sistema de irrigação por aspersão convencional.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x5, com quatro repetições. O primeiro fator constitui-se da presença e ausência de Stimulate®. O segundo fator as cinco doses de inoculante (0 mL, 150 mL, 300 mL, 600 mL e 1200 mL a cada 50 kg de sementes).

Foi utilizada a cultivar de feijão comum TAA-Dama, de ciclo médio de 90 dias, porte prostrado, altura da planta de 50 cm, hábito de crescimento tipo III, grupo carioca. A área experimental foi de 630 m<sup>2</sup> e cada parcela foi constituída de sete linhas com 5 metros de comprimento, espaçadas a 0,45 m entre si, considerando as três linhas centrais como área útil para avaliação de produtividade de grãos e demais características avaliadas. A semeadura foi realizada manualmente, sendo distribuídas 12 sementes por metro na linha de semeadura, para o estabelecimento de 240.000 plantas·ha<sup>-1</sup>.

As sementes foram tratadas com fungicida/inseticida *Piraclostrobina + Metil tiofanato + fipronil* na dose de 200 mL·100 kg<sup>-1</sup> de sementes do produto comercial. Nos tratamentos em que se aplicou o bioestimulante a dose utilizada foi de 500 mL·100 kg<sup>-1</sup> de sementes. Posteriormente, as mesmas foram inoculadas com *Rhizobium tropici* nas doses: 0 mL, 150 mL, 300 mL, 600 mL, 1200 mL para cada 50 kg de sementes, de acordo com os tratamentos estabelecidos e não utilizou-se a adubação.

O nitrogênio foliar (N) e fósforo foliar (P) foram avaliados a partir da coleta da última folha trifoliolada completamente expandida de dez plantas por parcela, quando a cultura estava em estágio R6 (florescimento pleno) (Silva, 2009).

Ainda no estágio R6, foram avaliados a matéria verde da parte aérea (MVPA), matéria seca de parte aérea (MSPA), matéria verde de raízes (MVR), matéria seca de raízes (MSR), comprimento de raízes (CR), densidade de raiz (DR), atividade nodular (NODA), número de nódulos por planta (NNP) e matéria verde de nódulos (MVN). As variáveis mencionadas acima foram mensuradas em três plantas que estavam contidas em um monólito de solo (30x30x30 cm). O monólito foi desfeito com lavagem em água corrente, e separadas somente as raízes e parte aérea para obtenção da massa da matéria verde. Posteriormente as amostras foram levadas para secagem em estufa de circulação de ar forçado a 65°C por 72 h, para obtenção da matéria seca. Para obtenção dos valores de CR e DR, as raízes foram sobrepostas sobre uma malha e obtida uma imagem digital seguindo a metodologia proposta por Tennant (1975), sendo utilizadas as seguintes equações:

$$CR = \left(\frac{\pi}{4}\right) \times N \times G$$

$$DR = \frac{CR}{V}$$

Sendo, CR o comprimento da raiz em cm,  $\pi$  uma constante matemática (3,1416), N o número de intersecções, G a unidade da malha em cm e V o volume das raízes em cm<sup>3</sup>, obtidos por imersão.

Foi realizada contagem manual dos nódulos presentes nas raízes e se obteve o número de nódulos por planta (NNP). Para determinação da atividade nodular (NODA), foram retirados dez nódulos aleatórios e determinada qual proporção continha a coloração interna rosa, e caracterizados como nódulos ativos.

Foram coletadas três plantas por parcela quando as mesmas se encontravam no estágio fenológico R8 (enchimento de vagens). Nessas plantas foram mensuradas a altura de plantas (AP), altura de inserção de primeira vagem (AIV), número de ramificações (NR), massa de cem grãos (MCG) e número de grãos por vagens (NGV).

Para mensurar a produtividade de grãos (PROD) foram colhidas as três linhas centrais das parcelas. A colheita manual ocorreu quando as plantas atingiram o estágio fenológico R9 (maturação fisiológica). Foi mensurada a massa e a umidade dos grãos, a umidade foi corrigida para 13%, e a massa extrapolada para kg·ha<sup>-1</sup>, com base na área da parcela.

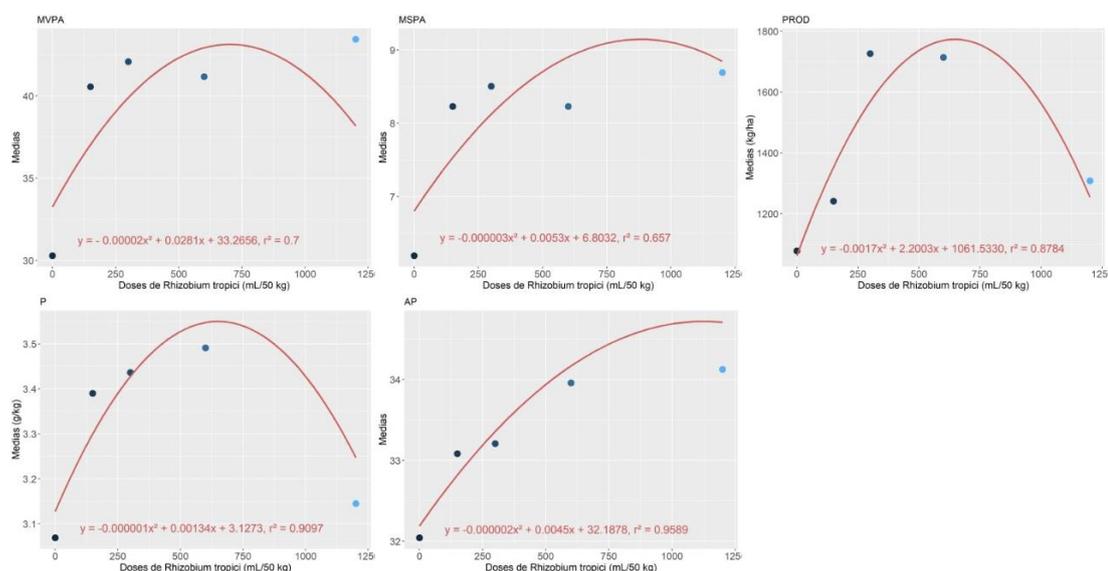
Após atendidos os pressupostos da análise de variância (normalidade e homocedasticidade), prosseguiu-se com a mesma. O fator presença e ausência do bioestimulante foi considerado qualitativo e se observada diferença significativa entre as médias prosseguiu-se com o teste de Tukey. O fator doses de *Rhizobium tropici* foi considerado quantitativo, se constatada diferença significativa prosseguiu-se com a análise de regressão. Foram ajustados modelos lineares com ajuste simples, quadrático e cúbico, e observados os ajustes pelo coeficiente de determinação e a representatividade do modelo ao fenômeno, escolhendo-se o melhor modelo que descreve os dados. As análises estatísticas foram realizadas utilizando os pacotes *Expdes* (*Expdes: fat2. rbd*; Ferreira, et al., 2014) e *ggplot2* (Wickham, 2010) no software R (ver. 3.5.2 Team, 2018).

### 3. Resultados e Discussão

Na Figura 2 é possível observar os ajustes de modelos para algumas variáveis. Ao se observar as médias da matéria verde e seca da parte aérea (MVPA e MSPA), conclui-se que

foram respostas muito parecidas, inclusive os parâmetros dos modelos foram estimados em valores próximos. Pode-se concluir também que uma dose adequada para se obter bom desenvolvimento da parte aérea da planta está próxima de 300 mL·50 kg<sup>-1</sup>, sendo esta a dose recomendada na bula do produto. Conforme as doses são dobradas até a dose máxima testada que chega a quatro vezes a dose anteriormente citada, observa-se pouco acréscimo na média, não compensando economicamente a utilização de doses maiores. A dose 300 mL também foi observada como mais adequada para as variáveis PROD, P e AP (Figura 2).

**Figura 2.** Médias das variáveis matéria verde de parte aérea (MVPA), matéria seca de parte aérea (MSPA), produtividade de grãos (PROD), fósforo foliar (P), altura de plantas (AP) avaliadas no feijão comum, em função das doses 0, 150, 300, 600 e 1200 mL·50kg<sup>-1</sup> de sementes inoculadas com *R. tropici*.



Fonte: Própria (2020).

Ao verificar os coeficientes de determinação dos modelos vemos ajustes que explicam o fenômeno. As variáveis que apresentaram melhor ajuste do modelo foram CR e AP, contudo, para a variável altura de plantas, apesar da figura apresentar uma distância entre as médias ao se atentar para os valores verifica-se que a diferença foi muito pequena no incremento da altura em relação ao incremento da dose. Para a dose de 300 mL, o incremento médio é aproximadamente um centímetro e a diferença entre a ausência da inoculação e a dose máxima testada foi dois centímetros. Podemos concluir que o investimento para retorno na altura de planta com doses de *R. tropici* é pequeno. O mesmo é observado no teor de P na

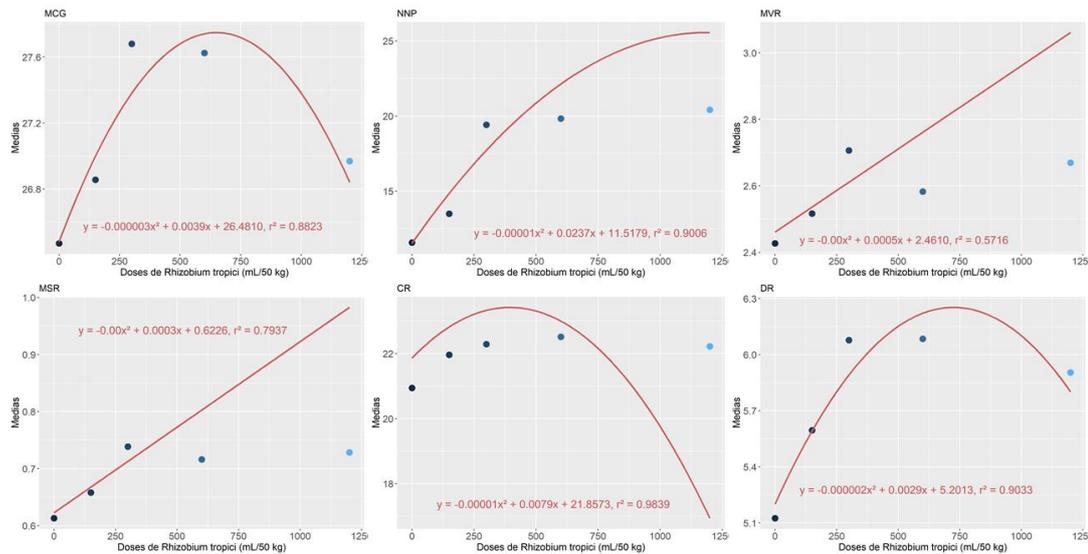
biomassa (folhas), onde o incremento é de aproximadamente 0,3 g quando se contrasta a dose 300 mL e o controle.

Foi possível observar incrementos na produtividade de grãos na dose 300 mL que, apresentou diferença de aproximadamente 620 kg·ha<sup>-1</sup>, em relação à testemunha. Como exemplo, extrapolando-se para certa área comercial de 300 ha, o produtor teria incremento médio na produção de 186 t com a inoculação das sementes.

Mercante et al. (2006) observaram que o uso de inoculante contendo as estirpes de *R. tropici* SEMIA 4077 e SEMIA 4080 proporcionou acréscimos significativos na produtividades de grãos em quatro cultivares de feijão comum (BRS Pontal, BRS Requite, BRS Vereda e BRS Timbó), sendo superiores aos tratamentos com utilização de doses de até 80 kg ha<sup>-1</sup> de N, constatando a possibilidade de obtenção de incrementos significativos na produtividade média do feijão comum, com baixo custo econômico e ambiental.

As demais variáveis MCG, NNP, MVR, MSR, CR e DR (Figura 3) seguem um padrão de resposta parecido com as variáveis da Figura 2. Foi constatado que para estas variáveis a dose mais adequada foi também 300 mL:50 kg<sup>-1</sup> de *R. tropici*. De maneira geral observa-se incrementos na resposta da cultura com o incremento das doses de *R. tropici*, até a dose 300 mL. Os modelos perdem a capacidade preditiva próximo a dose máxima testada. Exemplos como esses são facilmente observados nas variáveis MVR, MSR e CR. Isto poderia ser explicado pela falta de observações entre essas grandes lacunas, mas nem mesmo pequenos incrementos na média são observados. A dose 600 mL nos indica que o excesso de estirpes não causa uma resposta linear nas variáveis e a dose 1200 mL apenas confirma esse fato.

**Figura 3.** Médias das variáveis massa de cem grãos (MCG), número de nódulos por planta (NNP), matéria verde de raiz (MVR), matéria seca de raiz (MSR), comprimento de raiz (CR) e densidade de raiz (DR) avaliadas no feijão comum, em função das doses 0, 150, 300, 600 e 1200 mL:50kg<sup>-1</sup> de sementes inoculadas com *R. tropici*.



Fonte: Própria (2020).

O comportamento das variáveis MVR e MSR foi muito parecido com o comportamento da biomassa da parte aérea. Isso já era esperado visto que a diferença entre essas variáveis é o teor de água presente no tecido, e normalmente se espera uma forte correlação positiva entre a o tecido verde e seco. Pequeno incremento foi observado para a biomassa das raízes. De maneira similar ao que ocorreu neste experimento, Souza et al. (2012) e Matoso (2012) não constataram diferenças entre a presença ou ausência do inoculante contendo *R. tropici* sobre a matéria seca de raiz.

Esse incremento na biomassa de raízes apesar de pequeno pode significar grande diferença para a produção, se esta biomassa adicional for composta principalmente de extremidades das raízes e raízes pilíferas onde ocorre a maior parte da absorção de água e nutrientes (Maia, et al., 2015).

Foram observados ganhos expressivos para MCG e NNP. Apesar desses ganhos para MCG serem de aproximadamente 1 g entre a dose 300 mL e a ausência de inoculação, podemos atribuir grande incremento em massa dos grãos visto que são produzidas grandes quantidades por unidade de área. Também é possível correlacionar essa variável com a PROD e utilizá-la na seleção indireta para a melhoria desta última.

Na Tabela 1 verifica-se que não houve diferenças significativas entre os tratamentos com bioestimulante para nenhuma das variáveis.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para matéria verde da parte aérea (MVPA), matéria seca de parte aérea (MSPA), produtividade de grãos (PROD), nitrogênio foliar (N) e fósforo foliar (P) em função do uso de bioestimulante combinado com doses de inoculante no feijão comum cultivado no ecótono Cerrado-Pantanal, Aquidauana, MS (2018).

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>MVPA</b>	<b>MSPA</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>PROD</b>
<b>Bloco</b>	3	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Bioestimulante(S)</b>	1	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Doses(D)</b>	4	*	*	ns	*	*
<b>S*D</b>	4	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Resíduo</b>	107	-	-	-	-	27
<b>Total</b>	119	-	-	-	-	39
<b>CV(%)</b>	-	9,34	11,04	10,03	5,71	2,87

<sup>ns</sup>: não significativo a 0,05 de significância; <sup>\*</sup>: significativo a 0,05 de significância; FV: Fontes de variação; GL: graus de liberdade; S: bioestimulante; D: doses; CV: coeficiente de variação. Fonte: Própria (2020).

Podemos observar que houve diferença significativa entre as doses de inoculante para MVPA, MSPA, P e PROD (Tabela 1), onde na Figura 2 estão apresentados os gráficos de regressão linear para as doses avaliadas.

A falta de resposta da cultura a aplicação do bioestimulante em algumas variáveis, também foi observada por Perin et al. (2016). Esses autores observaram que os tratamentos não afetaram, significativamente, a altura de plantas, altura de inserção de primeira vagem, número de grãos por vagem, número de vagens por planta e massa de cem grãos no cultivar “Pérola”, com pequenas diferenças na produtividade de grãos. Como o bioestimulante foi aplicado apenas nas sementes, a planta, possivelmente, não absorveu a quantidade suficiente, ou na época certa de disponibilidade para que pudesse interferir no desenvolvimento da cultura, sendo necessárias aplicações nos estádios vegetativos mais tardios para se observar alterações.

Na Tabela 2 assim como observado na Tabela 1, verifica-se que não houve diferenças significativas entre os tratamentos com bioestimulante para nenhuma das variáveis.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para altura de plantas (AP), altura de inserção de primeira vagem (AIV), número de ramificações (NR), massa de cem grãos (MCG) e número de grãos por vagens (NGV) em função do uso de bioestimulante combinado com doses de inoculante no feijão comum cultivado no ecótono Cerrado-Pantanal, Aquidauana, MS (2018).

FV	GL	AP	AIV	NR	MCG	NGV
<b>Bloco</b>	3	*	*	*	ns	ns
<b>Bioestimulante(S)</b>	1	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Doses(D)</b>	4	*	ns	ns	ns	ns
<b>S*D</b>	4	ns	ns	ns	ns	ns
<b>Resíduo</b>	107	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	119	-	-	-	-	-
<b>CV(%)</b>	---	7,74	6,13	14,26	10,58	10,58

ns: não significativo a 0,05 de significância; \*: significativo a 0,05 de significância; FV: Fontes de variação; GL: graus de liberdade; S: bioestimulante; D: doses; CV: coeficiente de variação. Fonte: Própria (2020).

De modo geral, a cultivar obteve altura de inserção da primeira vagem inferior a 15 cm, não estando apta à colheita mecanizada (Tabela 2). Silveira, (1991) destaca que a colheita mecanizada só é viável quando a inserção da primeira vagem se encontra a altura mínima de 15 cm acima da superfície do solo. Além da vantagem da colheita mecanizada, a altura adequada impede o contato direto das vagens com o solo, evitando o apodrecimento pelo excesso de umidade, possibilitando melhor fitossanidade das sementes.

Ainda na Tabela 2, é possível observar que houve diferença significativa entre as doses para altura de plantas (AP), onde o gráfico de regressão está disposto na Figura 2 para observação.

Algumas variáveis foram influenciadas pelo bioestimulante (Tabela 3) o mesmo ocorrendo em relação às doses de *R. tropici* (Tabela 3), mas quando, se analisa os fatores não se observa interação entre eles, nos permitindo reforçar a inferência de um possível efeito antagônico entre esses produtos. Na Tabela 3 estes tratamentos diferiram para as variáveis MVR, MSR, CR e DR. Considerando o fator doses de *R. tropici* foi possível observar respostas significativas para as variáveis, MVPA, MSPA, PROD, P (Tabela 1), AP (Tabela 2), e NNP, MVR, MSR, CR, DR (Tabela 3).

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância para número de nódulos por planta (NNP), atividade nodular (NODA), matéria verde de nódulos (MVN), matéria verde de raízes (MVR), comprimento de raiz (CR), densidade de raiz (DR) e matéria seca de raízes (MSR) em função do uso de bioestimulante combinado com doses de inoculante no feijão comum cultivado no ecótono Cerrado-Pantanal, Aquidauana, MS (2018).

FV	GL	NNP	NODA	MVN	MVR	MSR	CR	DR
<b>Bloco</b>	3	ns	*	*	ns	*	*	*
<b>Bioestimulante(S)</b>	1	ns	ns	ns	*	*	*	*
<b>Doses(D)</b>	4	*	ns	ns	*	*	*	*
<b>S*D</b>	4	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
<b>Resíduo</b>	107	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	119	-	-	-	-	-	-	-
<b>CV(%)</b>	---	7,61	26,61	18,42	6,04	5,97	6,42	6,56

<sup>ns</sup>: não significativo a 0,05 de significância; \*: significativo a 0,05 de significância; FV: Fontes de variação; GL: graus de liberdade; S: bioestimulante; D: doses; CV: coeficiente de variação. Fonte: Própria (2020).

Quando se observa a interação entre o bioestimulante e as doses de *R. tropici*, verifica-se ausência de significância para todas as variáveis, exceto para CR (Tabela 3), onde a presença do bioestimulante promoveu crescimento radicular em média de 3 cm a mais. Este resultado não confirma a hipótese de que a adição de um promotor de crescimento promoveria, de fato, diferença nesta variável.

De forma geral, os coeficientes de variação (CV) situaram-se abaixo de 10% na maioria das variáveis, demonstrando alta precisão experimental, haja vista que, quanto menor o erro experimental, menor será o CV (Tabela 1, 2 e 3). Segundo Pimentel Gomes (2000), nos experimentos de campo, os coeficiente de variação são considerados baixos quando inferiores a 10%, entre 10 e 20% são considerados médios, entre 20 e 30% altos, e quando superiores a 30% muito altos.

Grande parte das variáveis analisadas responderam as doses de *R. tropici*. Assim, é possível observar que houve uma boa atividade simbiótica, demonstrando a eficiência e especificidade da estirpe testada e essa cultivar de feijão comum. Esse resultado pode auxiliar em cultivos orgânicos ou mesmo em economia de aplicação de fertilizantes nitrogenados.

#### 4. Considerações Finais

A aplicação do bioestimulante isolado ou em associação com *Rhizobium tropici* no feijão comum não promove aumento de produtividade de grãos na cultura, ao contrário da prática da inoculação com o referido rizóbio.

A dose recomendada do inoculante a base de *Rhizobium tropici* proporciona incrementos na produtividade do feijão comum. O aumento da dose é apenas desperdício.

Sugere-se para trabalhos futuros a aplicação do bioestimulante nos estádios vegetativos mais tardios, com a finalidade de esclarecer os efeitos fisiológicos e morfológicos no feijão comum. As informações geradas neste trabalho poderão ser levadas a efeito em trabalhos futuros.

#### 5. Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), pelo apoio financeiro.

#### Referências

Castro, P. R. C., Pacheco, A. C. & Medina, C. L. (1998). Efeitos de Stimulate e de micro-citros no desenvolvimento vegetativo e na produtividade da laranjeira 'pêra' (*Citrus sinensis* L. Osbeck). *Scientia Agrícola*. 55 (2), 338-341. doi:10.1590/S0103-90161998000200026

Costa, M. R., Chibeba, A. M., Mercante, F. M. & Hungria, M. (2018). Polyphasic characterization of rhizobia microsymbionts of common bean [*Phaseolus vulgaris* (L.)] isolated in Mato Grosso do Sul, a hotspot of Brazilian biodiversity. *Symbiosis*. 76 (2), 163-176. doi:10.1007/s13199-018-0543-6

Ferreira, E. B., Cavalcanti, P. P. & Nogueira, D. A. (2014). ExpDes: an R package for ANOVA and experimental designs. *Applied Mathematics*. 5 (19). 2952.

Maia, J. M., Macêdo, C. E. C., Silveira, J. A. G., Silva, A. F., Lira, E. H. A., Melo, A. S. & Meneses, C. H. S. G. (2015). Seca e salinidade na resposta antioxidativa de raízes de feijão

caupi. *Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management*. 11 (1). 59-93.  
<http://revista.uepb.edu.br/index.php/biofarm/article/view/2800/1544>

Matoso, S. C. G. (2012). *Nodulação e crescimento do feijoeiro em resposta à aplicação de molibdênio e inoculante rizobiano*. 111f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco-AC.

Mercante, F. M., Otsubo, A. A. & Lamas, F. M. (2006). Inoculação de *Rhizobium tropici* e aplicação de adubo nitrogenado na cultura do feijoeiro. In: FERTBIO 2006, Bonito, MS. *Anais da Fertbio 2006*. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste.

Moreira, G. B. L., Pegoraro, R. F., Vieira, N. M. B., Borges, I., Kondo, M. K. (2013). Desempenho agrônômico do feijoeiro com doses de nitrogênio em semeadura e cobertura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 17 (8). 818–823.  
<http://www.agriambi.com.br/revista/v17n08/v17n08a03.pdf>

Perin, A., Gonçalves, É. L., Ferreira, A. C., Salib, G. C., Ribeiro, J. M. M., Andrade, E. P. & Salib, N. C. (2016). Uso de promotores de crescimento no tratamento de sementes de feijão carioca. *Global science and technology*. 9 (3). 98-105.  
<https://rv.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/gst/article/view/834/518>

Pimentel-Gomes, F. (2000). *Curso de estatística experimental*. Piracicaba: ESALQ/USP.

Santos, C. M. G. & Vieira, E. L. (2005). Efeito de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento inicial do algodoeiro. *Magistra*. 17 (3). 124-130.  
doi:10.17801/0101-3122

Santos, H. G. dos., Jacomine, P. K. T., Anjos, L. H. C. dos., Oliveira, V. Á. de., Lumbreras, J. F., Coelho, M. R., Almeida, J. A., Araújo Filho, J. C. de., Oliveira, J. B. de. & Cunha, T. J. F. (2018). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos* (5 ed). Rio de Janeiro: Embrapa. 187p.

Silva, F. C. (2009). *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica.

- Silveira, G. M. (1991). *As máquinas para colheita e transporte*. São Paulo-SP: Globo.
- Souza, G. S., Matoso, S. C. G., Silva, J. B. & Pintar, A. F. (2012). Nodulação e crescimento do feijoeiro Pérola em resposta à aplicação de molibdênio e solução de quefir. In: Seminário de iniciação científica, Colorado do Oeste-RO. *Anais...* Colorado do Oeste-RO: IFECTR, IFRO, 2012. p.1-3.
- Team, R. C. (2018). *R: A language and environment for statistical computing*. Áustria- Available, Recuperado em 24 de fevereiro, 2019, de <https://www.R-project.org/>
- Tennant, D. A. (1975). Test of a modified line intersect method of estimating root length. *Journal of Ecology*. 63 (3). 995-1001. doi: 10.2307/2258617
- Tullio, L. D., Nakatani, A. S.; Gomes, D. F., Ollero, F. J., Megías, M. & Hungria, M. (2019). Revealing the roles of y4wF and tidC genes in *Rhizobium tropici* CIAT 899: biosynthesis of indolic compounds and impact on symbiotic properties. *Archives of Microbiology*. 201 (2). 171-183. doi:10.1007/s00203-018-1607-y
- Wickham, H. (2010). ggplot2: gráficos elegantes para análise de dados. *Journal Statistical Software*. 35 (1). 65-88.

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

- Denise Prevedel Capristo – 30%
- Francisco Eduardo Torres – 15%
- Caio César Guedes Corrêa – 15%
- Flávia Alves da Silva – 10%
- Angelita dos Santos Zanuncio – 10%
- Gabriele Gonçalves de Mendonça – 10%
- Anne Diaz Melissa Oliveira – 10%