

**INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CERES
BACHARELADO EM AGRONOMIA**

HENRIQUE MATEUS DOS SANTOS

**USO DE BACTERIAS SOLUBILIZADORAS DE FOSFATOS NA CULTURA
DA SOJA**

**CERES – GO
2021**

HENRIQUE MATEUS DOS SANTOS

**USO DE BACTERIAS SOLUBILIZADORAS DE FOSFATOS NA CULTURA
DA SOJA**

Trabalho de curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharelado em agronomia, sob orientação do Prof. Dr. Wilian Henrique Diniz Buso.

**CERES – GO
2021**

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

SSA237 Santos, Henrique Mateus dos
u Uso de Bactérias Solubilizadoras de Fosfatos na
Cultura da Soja / Henrique Mateus dos Santos;
orientador Wilian Henrique Diniz Buso. -- Ceres,
2022.
15 p.

TCC (Graduação em Bacharelado em Agronomia) --
Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, 2022.

1. Bacillus sp. 2. Glycine max L. 3.
Produtividade. I. Buso, Wilian Henrique Diniz,
orient. II. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

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

Tese Artigo Científico
 Dissertação Capítulo de Livro
 Monografia – Especialização Livro
 TCC - Graduação Trabalho Apresentado em Evento
 Produto Técnico e Educacional - Tipo:

Nome Completo do Autor: Henrique Mateus dos Santos

Matrícula: 2017103200210083

Título do Trabalho: USO DE BACTÉRIAS SOLUBILIZADORAS DE FOSFATOS NA CULTURA DA SOJA

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: Janeiro/2022

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 incluídos 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.

Ceres, 13 de janeiro de 2022.

Assinatura eletrônica do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura eletrônica do orientador

Documento assinado eletronicamente por:

- Henrique Mateus dos Santos, 2017103200210083 - Discente, em 11/01/2022 10:59:15.
- Wllian Henrique Diniz Buso, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 11/01/2022 10:01:22.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 11/01/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 346261
Código de Autenticação: 6b0f98d649



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Ceres
Rodovia GO-154, Km 03, Zona Rural, None, CERES / GO, CEP 76300-000
(62) 3307-7100



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos dezesseis dias do mês de dezembro do ano de dois mil e vinte e um, realizou-se a defesa de Trabalho de Curso do acadêmico Henrique Mateus dos Santos, do Curso de Bacharelado em Agronomia, matrícula 2017103200210083, cujo título é "Uso de bactérias solubilizadoras de fosfatos na cultura da soja". A defesa iniciou-se às 09 horas e 10 minutos, finalizando-se às 10 horas e 45 minutos. A banca examinadora considerou o trabalho APROVADO com média 8,7 no trabalho escrito, média 8,7 no trabalho oral, apresentando assim média aritmética final de 8,7 pontos, estando o estudante APTO para fins de conclusão do Trabalho de Curso.

Após atender às considerações da banca e respeitando o prazo disposto em calendário acadêmico, o(a) estudante deverá fazer a submissão da versão corrigida em formato digital (.pdf) no Repositório Institucional do IF Goiano – RIIF, acompanhado do Termo Ciência e Autorização Eletrônico (TCAE), devidamente assinado pelo autor e orientador.

Os integrantes da banca examinadora assiam a presente.

(Assinado Eletronicamente)

Wilian Henrique Diniz Buso

(Assinado Eletronicamente)

Antonio Evami Cavalcante Sousa

(Assinado Eletronicamente)

Roriz Luciano Machado

Documento assinado eletronicamente por:

- Antonio Evami Cavalcante Sousa, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 16/12/2021 10:56:38.
- Roriz Luciano Machado, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 16/12/2021 10:54:00.
- Wilian Henrique Diniz Buso, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 16/12/2021 10:50:04.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 13/12/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 341126
Código de Autenticação: 9d05599902



AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade e pelas bênçãos ao longo do caminho percorrido. Em suma, agradeço também a minha família, pelo apoio, ajuda e companheirismo nas minhas ações. Ao meu orientador Wilian Henrique Diniz Buso, agradecimentos eternos pelos ensinamentos, afinal, também é um dos precursores deste trabalho. Em especial, e com muito orgulho, cito alguns nomes de quem fez parte desta história, Ivo Xavier do Santos, Simone Nonato Vieira Santos, Larissa Batista Chagas, Bruno Mateus dos Santos, Lorena Nonato dos Santos entre outros não menos importante.

*“DEUS marcou o tempo certo para cada coisa.
(Eclesiastes 3:11)”. Portanto, entregue seu
caminho ao SENHOR, confie nele e ele agirá.
(Salmos 37:5)”*

RESUMO

O trabalho teve como objetivo avaliar a inoculação de sementes com bactérias solubilizadoras de fósforo na cultura da soja. O trabalho foi realizado na Fazenda Córrego do Oriente localizado em Nova Glória, GO. O delineamento experimental empregado foi de blocos casualizados em esquema fatorial 2x5, duas cultivares de soja NS 6906 IPRO e NEO 710 IPRO e cinco doses do inoculante Biomaphos na semente 0, 1, 2, 4 e 6 mL kg⁻¹ de semente, com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. As variáveis altura de plantas e altura da primeira vargem se diferiram entre as cultivares, e não se diferiram entre as doses. Para as variáveis número total de vagens por planta (3,99 mL kg⁻¹) e produtividade a dose 3,83 mL kg⁻¹ apresentou melhores resultados estatísticos. Resultado significativo foi verificado estatisticamente para dose 3,83 mL kg⁻¹ que chegou a uma média de 4765,24 kg ha⁻¹, correspondendo a 1151,16 kg ha⁻¹ ou 19,18 sc ha⁻¹ a mais que na dose 0 mL kg⁻¹. Nas condições estudadas, é indicado a dose 3,83 mL kg⁻¹ do produto BiomaPhos, visando um maior número de vagens por planta e conseqüentemente uma maior produtividade.

Palavras-chave: *Bacillus sp*, *Glycine max* L., Produtividade.

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the inoculation of seeds with phosphorus solubilizing bacteria in soybean crop. The work was carried out at the Córrego do Oriente Farm located in Nova Glória, GO. The experimental design used was a randomized blocks in a 2x5 factorial scheme, two soybean cultivars NS 6906 IPRO and NEO 710 IPRO and five doses of the inoculant Biomaphos in seed 0, 1, 2, 4 and 6 mL kg⁻¹ of seed, with four repetitions. Data were subjected to analysis of variance and compared by Tukey test at 5% significance. The variables plant height and height of the first pod differed between cultivars, and did not differ between doses. For the variables total number of pods per plant (3,99 mL kg⁻¹) and yield the dose 3,83 mL kg⁻¹ presented better statistical results. A statistically significant result was verified for the dose 3,83 mL kg⁻¹ that reached an average of 4765,24 kg ha⁻¹, corresponding to 1151,16 kg ha⁻¹ or 19,18 sc ha⁻¹ more than dose 0 mL kg⁻¹. Under the conditions studied, a dose of 3,83 mL kg⁻¹ of the BiomaPhos product is indicated, aiming at a greater number of pods per plant and, consequently, greater productivity.

Keywords: Bacillus, *Glycine max* L., Productivity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Histórico de precipitação e temperatura de Itapaci – GO.....	03
Figura 2 – Efeito da Inoculação com BiomaPhos® no número de hastes por planta.....	08
Figura 3 – Efeito da Inoculação com BiomaPhos® no número nós reprodutivos totais por planta.....	09
Figura 4 – Efeito da Inoculação com BiomaPhos® no número total de vagens por planta.....	10
Figura 5 – Efeito da Inoculação com BiomaPhos® na produtividade da soja	11

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Quadrados médios das variáveis analisadas, altura de planta (AP), altura da primeira vagem (APV), número de hastes por planta (NHP), número de nós reprodutivos na haste principal (NH1), número de nós reprodutivos nas hastes laterais (NH2), número de nós reprodutivos totais (NRT), número de nós totais por planta (NTP), número total de vagem por planta (NTVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de mil grãos (M1000) e produtividade (PROD) de soja com aplicação de bactérias para solubilização de fósforo..... 04
- Tabela 2** – Valores médios para altura de planta (AP), altura da primeira vagem (APV), número de hastes por planta (NHP), número de nós reprodutivos na haste principal (NH1), número de nós reprodutivos nas hastes laterais (NH2), número de nós reprodutivos totais (NRT) de soja com aplicação de bactérias para solubilização de fósforo.06
- Tabela 3** – Valores médios do número de nós totais por planta (NTP), número total de vagem por planta (NTVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de mil grãos (M1000) e produtividade (PROD) de soja com aplicação de bactérias para solubilização de fósforo.....07

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	01
MATERIAL E MÉTODOS.....	02
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	04
CONCLUSÕES.....	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	12

USO DE BACTERIAS SOLUBILIZADORAS DE FOSFATOS NA CULTURA DA SOJA

Henrique Mateus dos Santos¹, Wilian Henrique Diniz Buso¹

¹ Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, Ceres, Goiás, Brasil. E-mail: henry_santosf1@hotmail.com, wilian.buso@ifgoiano.edu.br

RESUMO: O trabalho teve como objetivo avaliar a inoculação de sementes com bactérias solubilizadoras de fósforo na cultura da soja. O trabalho foi realizado na Fazenda Córrego do Oriente localizado em Nova Glória, GO. O delineamento experimental empregado foi de blocos casualizados em esquema fatorial 2x5, duas cultivares de soja NS 6906 IPRO e NEO 710 IPRO e cinco doses do inoculante Biomaphos na semente 0, 1, 2, 4 e 6 mL kg⁻¹ de semente, com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. As variáveis altura de plantas e altura da primeira vargem se diferiram entre as cultivares, e não se diferiram entre as doses. Para as variáveis número total de vagens por planta (3,99 mL kg⁻¹) e produtividade a dose 3,83 mL kg⁻¹ apresentou melhores resultados estatísticos. Resultado significativo foi verificado estatisticamente para dose 3,83 mL kg⁻¹ que chegou a uma média de 4765,24 kg ha⁻¹, correspondendo a 1151,16 kg ha⁻¹ ou 19,18 sc ha⁻¹ a mais que na dose 0 mL kg⁻¹. Nas condições estudadas, é indicado a dose 3,83 mL kg⁻¹ do produto BiomaPhos, visando um maior número de vagens por planta e consequentemente uma maior produtividade.

Palavras-chave: *Bacillus sp*, *Glycine max* L., Produtividade.

ABSTRACT: The aim of this work was to evaluate the inoculation of seeds with phosphorus solubilizing bacteria in soybean crop. The work was carried out at the Córrego do Oriente Farm located in Nova Glória, GO. The experimental design used was a randomized blocks in a 2x5 factorial scheme, two soybean cultivars NS 6906 IPRO and NEO 710 IPRO and five doses of the inoculant Biomaphos in seed 0, 1, 2, 4 and 6 mL kg⁻¹ of seed, with four repetitions. Data were subjected to analysis of variance and compared by Tukey test at 5% significance. The variables plant height and height of the first pod differed between cultivars, and did not differ between doses. For the variables total number of pods per plant (3,99 mL kg⁻¹) and yield the dose 3,83 mL kg⁻¹ presented better statistical results. A statistically significant result was verified for the dose 3,83 mL kg⁻¹ that reached an average of 4765,24 kg ha⁻¹, corresponding to 1151,16 kg ha⁻¹ or 19,18 sc ha⁻¹ more than dose 0 mL kg⁻¹. Under the conditions studied, a dose

of 3,83 mL kg⁻¹ of the BiomaPhos product is indicated, aiming at a greater number of pods per plant and, consequently, greater productivity.

Keywords: *Bacillus*, *Glycine max* L., Productivity.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) é uma das culturas de maior importância econômica no mundo. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), a safra 2020/21 alcançou um número recorde de 135,9 milhões de toneladas, contribuindo com parcela significativa nas exportações, superando estatísticas antecessora, com crescimento de 4,2% em área e 8,8% em produtividade (CONAB, 2021).

A produtividade da soja é definida pela interação da planta com o ambiente, bactérias fixadoras, bactérias solubilizadoras e o manejo. Altos rendimentos somente serão obtidos quando as condições supracitadas forem favoráveis, em todos os estádios de crescimento da cultura. Com isto, estudos sobre tais características, principalmente aquelas que nutrem os solos e conseqüentemente as plantas se tornam fundamentais para aprimorar o rendimento desta cultura (Rezende et al., 2021).

O BiomaPhos® é um inoculante líquido, recomendado para o tratamento de sementes ou aplicação via jato dirigido no sulco de semeadura. Composto pelas cepas BRM 119 (*Bacillus megaterium*) e BRM 2084 (*Bacillus subtilis*). O gênero *Bacillus* tem se destacado, compreendendo um grupo de bactérias Gram-positivas amplamente distribuídas no ambiente, composto por, aproximadamente, 360 espécies que apresentam características fisiológicas, metabólicas e fenotípicas. Diferentes espécies desse gênero têm sido relatadas como potenciais promotoras de crescimento de plantas em razão das características multifuncionais como a solubilização de fosfato, a produção de ácido indol-acético (AIA) e outros fitormônios, a produção de sideróforos-quelantes específicos de íons ferro e a capacidade de biocontrole de patógenos de plantas. Além disso, inoculantes contendo cepas de *Bacillus* são considerados mais estáveis no ambiente por causa da capacidade de formação de endósporos, permitindo adaptação a condições abióticas extremas, como temperaturas, pH ou exposição a pesticidas (Paiva et al., 2020).

Segundo Paiva et al. (2020) as bactérias se associam à planta desde o início da formação das raízes e, as bactérias presentes no produto se multiplicam e colonizam a rizosfera da planta. Durante esse processo, as cepas BRM 119 (*Bacillus megaterium*) e BRM 2084 (*Bacillus subtilis*) iniciam a produção de diferentes ácidos orgânicos. Esses ácidos atuam na porção do

solo que se encontra em contato com as raízes das plantas, iniciando assim o processo de solubilização do fósforo que está retido ao Cálcio, alumínio e ferro presentes no solo, deixando-o prontamente disponível para a absorção e a assimilação pela planta. Além disso, o BiomaPhos também atua na mineralização do Fósforo presente na matéria orgânica do solo (fitato), dando maior aporte desse elemento para o cultivo.

Dos macronutrientes essenciais às plantas, o fósforo é o elemento que limita mais frequentemente a produção das culturas na região dos cerrados. Com baixo teor de fósforo, a produtividade da cultura da soja é baixa, há redução no porte da planta e na altura de inserção das primeiras vagens (Alcântara Neto et al., 2010).

Segundo Alcântara Neto et al. (2010), os solos sob vegetação de cerrado apresentam elevada acidez, alta saturação de alumínio e baixa saturação de bases. No caso do fósforo, além de se encontrar em baixas concentrações nesses solos, sua disponibilidade para as plantas depende das reações de adsorção pelos óxidos e de precipitação com ferro e alumínio. Nestes solos, a maior parte do fósforo se encontra na forma de P não lábil, necessitando aumentar a fração do fósforo disponível para as plantas.

Como uma possível solução a carência de P no solo, a pesquisa objetivou avaliar características agronômicas com inoculação das sementes de bactérias solubilizadoras de fosfatos na cultura da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo em campo foi realizado na Fazenda Córrego do Oriente localizado em Nova Glória, GO, na latitude 15°01'19.1" S, longitude 49°28'22.8" W e altitude de 548 metros. O clima da região é Aw, de acordo com a classificação de Köppen, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seco na temporada de inverno.

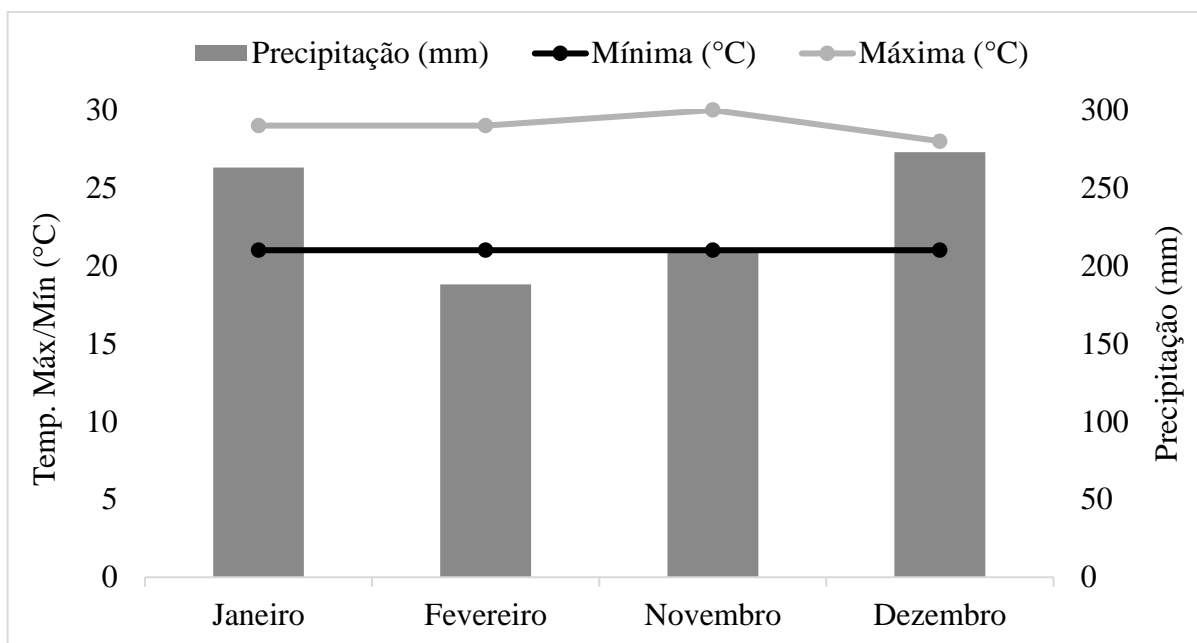


Figura 1. Histórico de precipitação e temperatura de Itapaci – GO. (Climatempo. 2021).

O solo do local apresentavam as seguintes características químicas: Ca = 1,81 (cmolc dm^{-3}); Mg = 0,84 (cmolc dm^{-3}); Al = 0,0 (cmolc dm^{-3}); H = 2,66 (cmolc dm^{-3}); P = 3,6 (mg dm^{-3}); k = 63,0 (mg dm^{-3}); pH = 4,9 (CaCl₂); saturação por bases 51,00% e M.O. = 20,20 (mg dm^{-3}).

O delineamento experimental empregado foi de blocos casualizados em esquema fatorial 2x5, duas cultivares de soja (NS 6906 IPRO e NEO 710 IPRO) e cinco doses de inoculante na semente (0, 1, 2, 4 e 6 mL kg^{-1} de semente) com quatro repetições. O inoculante utilizado foi o produto comercial BiomaPhos®, com as cepas BRM 119 (*Bacillus megaterium*) e BRM 2084 (*Bacillus subtilis*), com concentração de 4×10^9 células viáveis mL^{-1} e densidade de 1,01 g mL^{-1} . As parcelas foram compostas por quatro linhas de cinco metros e espaçadas com 0,50 m. As avaliações ocorreram nas duas linhas centrais, deixando 0,50 m de bordadura nas extremidades.

A inoculação das sementes com o inoculante BiomaPhos® aconteceu no momento da semeadura, onde foi pesado 1 kg de semente em saquinhos plásticos e posteriormente realizou a adição das dosagens dos respectivos tratamentos, seguido de boa homogeneização a fim de adquirir boa uniformidade do produto nas sementes. A semeadura foi realizada no dia 06/11/2019, manualmente, distribuindo 14,5 sementes por metro linear. A área de passou por preparo convencional com duas gradagens e um nivelamento para uniformizar o solo.

Foi utilizada como adubação de semeadura a fórmula 5-13-13 (Supergan Orgâno Mineral) na dosagem de 360 kg ha^{-1} , que foi distribuído com semeadora/adubadora no dia

anterior a semeadura. Foi realizado o controle de plantas daninhas na pré emergência com a aplicação de S-Metolaclopro (Dual Gold®) na proporção de 1,2 L ha⁻¹ no sistema plante/aplique, que consistiu em aplicar o produto depois da semeadura, a fim de impossibilitar a germinação do banco de semente depois da semeadura. Como pós-emergente foi aplicado glifosato (Glyphotal) na proporção de 3 L ha⁻¹ e cletodim (Select 240) na proporção de 1,2 L ha⁻¹ aos 15 dias após a emergência. O manejo fitossanitário de pragas e doenças foram realizados de acordo com as recomendações técnicas para a cultura.

As variáveis analisadas e as formas de avaliação foram: Altura de planta (AP) e altura da primeira vagem (APV) que foram avaliadas com trena manual milimétrica quando a planta atingiu o estágio de enchimento de grãos completo (estádio R7). Número de hastes por planta (NHP), número de nós reprodutivos na haste principal (NH1), número de nós reprodutivos nas hastes laterais (NH2), número de nós reprodutivos totais (NRT), número de nós totais por planta (NTP), número total de vagem por planta (NTVP) e número de grãos por vagem (NGV) foram avaliadas através da contagem manual com 3 plantas por parcela. Massa de mil grãos (PMG) (M1000) foi obtido através de balança digital e produtividade (PROD) obtida através de cálculos.

A colheita foi realizada no dia 18/02/2020, com a retirada de todas as plantas das duas linhas centrais, debulhada de forma manual e pesadas em balança digital para determinação da produtividade. A umidade dos grãos foi corrigida para 13% de teor de água.

Os dados foram submetidos à análise de variância e comparadas pelo teste de tukey ao nível de 5% de significância e análise de regressão em função das doses de inoculante com auxílio do software R (R Development Core Team, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados o resumo da ANOVA, cujos valores são os quadrados médios. Observa-se que não ocorreu interação entre os fatores cultivar x doses (CxD) para as variáveis estudadas, desta forma cada variável foi analisada individualmente. As variáveis que apresentaram regressão linear e quadrática significativa, utilizou-se da que obteve maior coeficiente de regressão ajustado (r^2).

Tabela 1. Quadrados médios das variáveis analisadas, altura de planta (AP), altura da primeira vagem (APV), número de hastes por planta (NHP), número de nós reprodutivos na haste principal (NH1), número de nós reprodutivos nas hastes laterais (NH2), número de nós

reprodutivos totais (NRT), número de nós totais por planta (NTP), número total de vagem por planta (NTVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de mil grãos (M1000) e produtividade (PROD) de soja com aplicação de bactérias para solubilização de fósforo.

Variáveis	Quadrado médio do erro ¹			Regressão	
	Cultivar	Dose	C x D	Linear	Quadrática
AP	0,0165*	0,0014 ^{ns}	0,0008 ^{ns}	0,0031950 ^{ns}	0,0001049 ^{ns}
APV	5137,7778 *	138,2986 ^{ns}	216,7708 ^{ns}	86,90 ^{ns}	132,89 ^{ns}
NHP	8,1000 *	1,2319 ^{ns}	0,1764 ^{ns}	4,6783 *	0,2050 *
NH1	0,3361 ^{ns}	1,4069 ^{ns}	0,2181 ^{ns}	3,0862 ^{ns}	1,2255 ^{ns}
NH2	810,0000 *	62,8583 ^{ns}	6,6528 ^{ns}	196,420 ^{ns}	46,444 ^{ns}
NRT	777,3361*	80,1833 ^{ns}	6,9611 ^{ns}	248,748 *	62,759 ^{ns}
NTP	807,0028*	60,9000 ^{ns}	12,6139 ^{ns}	194,37 ^{ns}	17,795 ^{ns}
NTVP	10,9000 ^{ns}	467,7847 *	26,0042 ^{ns}	696,98*	817,58 *
NGV	0,3655 *	0,0124 ^{ns}	0,0806 ^{ns}	0,009174 ^{ns}	0,025646 ^{ns}
M1000	613,6080 *	137,6143 ^{ns}	152,3628 ^{ns}	105,94 ^{ns}	190,76 ^{ns}
PROD	16133,61 ^{ns}	2582116,26 *	251557,81 ^{ns}	4056547*	4421817*
GL	1	4	4	1	1

¹ns = não significativo, * significativo a 5% pelo teste de Tukey. GL= graus de liberdade.

Para a variável altura de planta (AP) foram observadas diferenças significativas entre as cultivares (Tabela 2). A cultivar NS 6906 IPRO apresentou maior AP (1,06 m), quando comparadas a cultivar NEO 710 IPRO (1,02 m). Os valores obtidos no presente estudo foram superiores à média indicada pelas empresas de 85 cm de altura de plantas. Além de cada cultivar expressar altura de plantas através da genética, esse incremento se deve também a ação do uso de microrganismos promotores de crescimento de plantas, no qual o gênero *Bacillus* vem se destacando em razão das características multifuncionais, como a solubilização de fosfato (Bahadir et al., 2018), a produção de ácido indol-acético (AIA) e outros fitormônios, além da capacidade de biocontrole de patógenos de plantas (Shafi et al., 2017) e, por aumentar a absorção de outros nutrientes e água pelo estímulo ao sistema de raízes (Ribeiro et al., 2018). Segundo Miranda et al. (2020) o efeito de microrganismos como *B. subtilis*, podem favorecer o desempenho da cultura da soja, além de estimular o aumento da produtividade. A corroboração é feita por Zanon et al. (2018) que cita que a altura das plantas define alguns

aspectos importantes, como, o controle de plantas invasoras, a produtividade dos grãos e a diminuição de perdas pela colheita mecanizada.

Em relação à altura da primeira vagem (APV) houve diferenças estatísticas entre as cultivares (Tabela 2), onde a cultivar NEO 710 IPRO apresentou um valor de 172,08 mm para APV contra 149,42 mm da cultivar NS 6906 IPRO. Esta variável é muito importante para que não ocorram perdas durante a colheita mecanizada.

Em relação ao número de nós reprodutivos nas hastes laterais (NH2), o número de nós reprodutivos totais (NRT) e o número de nós totais por planta (NTP), a cultivar NS 6906 IPRO apresentou resultados estatisticamente superiores a cultivar NEO 710 IPRO, apresentando de maneira geral, uma maior altura de plantas e um maior percentual de hastes e conseqüentemente maior número de nós reprodutivos, como observado nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Valores médios para altura de planta (AP), altura da primeira vagem (APV), número de hastes por planta (NHP), número de nós reprodutivos na haste principal (NH1), número de nós reprodutivos nas hastes laterais (NH2), número de nós reprodutivos totais (NRT) de soja com aplicação de bactérias para solubilização de fósforo.

Cultivar	AP (m)	APV (mm)	NHP	NH1	NH2	NRT
NS 6906 IPRO	1,06 a	149,42 b	2,83 a	17,65 a	18,02 a	35,48 a
NEO 710 IPRO	1,02 b	172,08 a	1,93 b	17,47 a	9,02 b	26,67 b
Dose (mL kg ⁻¹ de semente)						
0	1,03	159,17	1,92	17,12	9,87	27,00
1	1,04	164,37	2,08	17,33	11,25	28,58
2	1,03	155,00	2,37	17,42	14,54	31,96
4	1,06	160,00	2,71	18,21	16,12	34,33
6	1,05	165,21	2,83	17,71	15,79	33,50
CV (%)	3,18	11,00	32,79	6,70	35,19	16,36

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Com relação ao número de grãos por vagem (NGV), foi observada diferença estatística significativa (Tabela 3) entre as cultivares, no qual a cultivar NEO 710 IPRO (2,34) apresentou

melhores resultados quando comparados a NS 6906 IPRO (2,20). No entanto é possível afirmar que os resultados da variável número de grãos por vagem estão diretamente relacionados com o fator genético da planta.

Para a variável massa de mil grãos (M1000) a cultivar NS 6906 IPRO se destacou, apresentando uma média de 178,47 g, um incremento de 7,83 g a mais que a cultivar NEO 710 IPRO (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios do número de nós totais por planta (NTP), número total de vagem por planta (NTVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de mil grãos (M1000) e produtividade (PROD) de soja com aplicação de bactérias para solubilização de fósforo.

Cultivar	NTP (n°)	NTVP (n°)	NGV (n°)	M1000 (g)	PROD (kg ha ⁻¹)
NS 6906 IPRO	42,30 a	54,32 a	2,20 b	178,47 a	4215,10 a
NEO 710 IPRO	33,32 b	51,02 a	2,34 a	170,64 b	4174,93 a
Dose (mL kg ⁻¹ de semente)					
0 mL	35,17	44,75	2,23	181,05	3614,08
1 mL	34,67	47,71	2,32	170,84	3761,42
2 mL	38,46	53,46	2,29	175,53	4318,00
4 mL	40,42	64,75	2,34	171,13	5060,92
6 mL	40,33	52,67	2,29	174,20	4220,67
CV (%)	14,60	19,11	7,55	6,08	22,77

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para a variável número de hastes por planta (NHP) a cultivar NS 6906 IPRO apresentou resultados estatisticamente superiores a cultivar NEO 710 IPRO, apresentando valores de 2,83 e 1,93 hastes por plantas respectivamente (Tabela 2). Para as doses ocorreu ajuste linear, conforme apresentado na Figura 2. O aumento nas dosagens do inoculante BiomaPhos®, promoveu um aumento no número de hastes por planta, observando que na dosagem de 6 ml kg⁻¹ de BiomaPhos® ocorreu um total de 2,93 de hastes por planta. Além disso, os microrganismos podem influenciar no processo de fixação de N₂ e na síntese de substâncias promotoras de crescimento e outros compostos, como auxinas (Santos et al., 2019),

contribuindo para um melhor desenvolvimento da cultivar e influenciando em alguns compostos associados ao crescimento, como as citocininas.

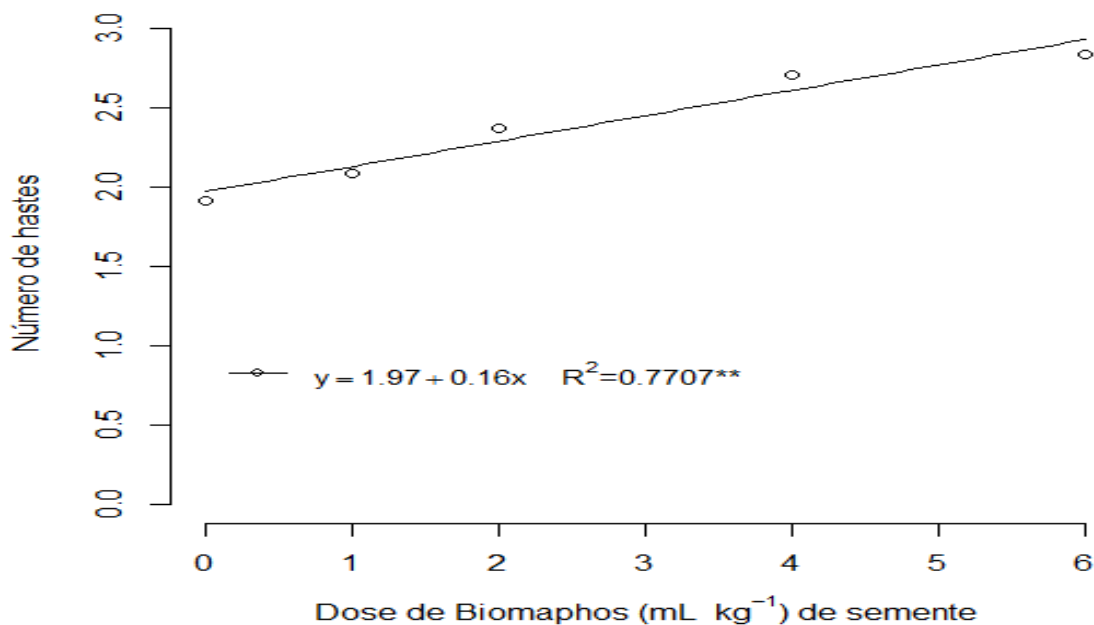


Figura 2. Efeito da Inoculação com BiomaPhos® no número de hastes por planta.

O número de nós reprodutivos totais por planta (NRT) se ajustou ao modelo linear em função das doses do inoculante BiomaPhos® (Figura 3). Quando utilizou a dose máxima de 6 mL kg⁻¹ de BiomaPhos® o número de nós reprodutivos totais por planta foi de 33,50.

Como visto no presente estudo, ocorreu um desenvolvimento significativo da cultura com a utilização das bactérias do gênero *Bacillus*. O gênero *Bacillus* engloba algumas das BPCP's mais importantes para aumentar o crescimento das plantas, influenciar positivamente a germinação, o desenvolvimento e o rendimento das culturas devido à produção de substâncias promotoras de crescimento, o que demonstra melhora na nutrição das plantas (Gagné-Bourque et al., 2015).

Mattos (2017) avaliando inoculação em sementes de soja apenas com *B. subtilis* observou aumento no número de nós produtivos na planta, correspondendo a 17,70 nós produtivos comparado com a testemunha sem inoculação que apresentou um total de 16,20, tal resultado corrobora com o presente estudo, demonstra um aumento no número de nós quando utilizado a mistura de microrganismo.

Subramanian et al. (2014) também observaram aumento significativo de ácido indolacético (auxina relacionada com a regulação de crescimento vegetal) em plantas de soja inoculada com *B. megaterium*. Além disso, foi observada a produção de celulase, sideróforos e solubilização de fosfato, mecanismos que podem explicar a contribuição da rizobactéria como promotora de crescimento, como observado no presente estudo.

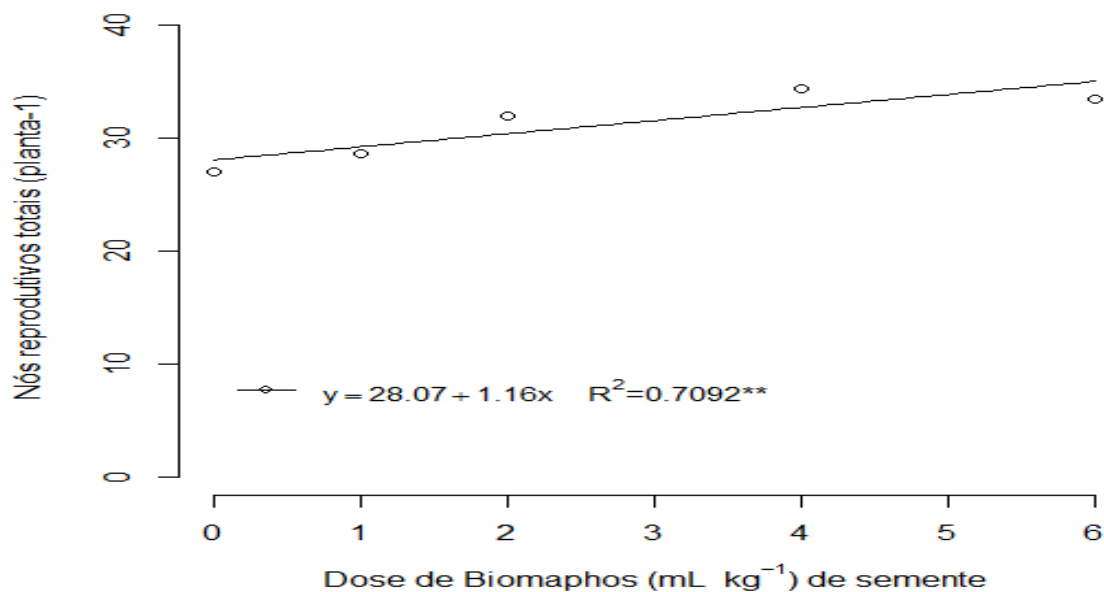


Figura 3. Efeito da Inoculação com BiomaPhos® no número de nós reprodutivos totais por planta.

O número de vagens por planta, é o principal componente que conduz a produção das plantas, sendo indispensável um alto valor médio de vagens por planta para que se obtenha altas produções (GIBBERT et al., 2018). A variável número total de vagens por planta (NTVP) não diferiu estatisticamente entre as cultivares, cujas médias foram 54,32 para a cultivar NS 6906 IPRO e 51,02 para a cultivar NEO 710 IPRO (Tabela 3). Para as doses do inoculante BiomaPhos® ocorreu ajuste ao modelo quadrático, conforme apresentado na Figura 4. O acréscimo do NTVP foi observado com o aumento das doses do inoculante BiomaPhos®, que conforme a equação de regressão, a máxima produtividade de vagens por planta foi de 61,2 vagens por planta na dose de 3,99 mL kg⁻¹.

Para a variável número total de vagens por planta (NTVP) a dose 3,99 mL kg⁻¹ apresentou maior resultado estatístico, sendo este, uma média de 61,2 vagens por planta, correspondendo a 16,45 vagens por planta a mais da dose 0 mL kg⁻¹ de semente (Figura 4).

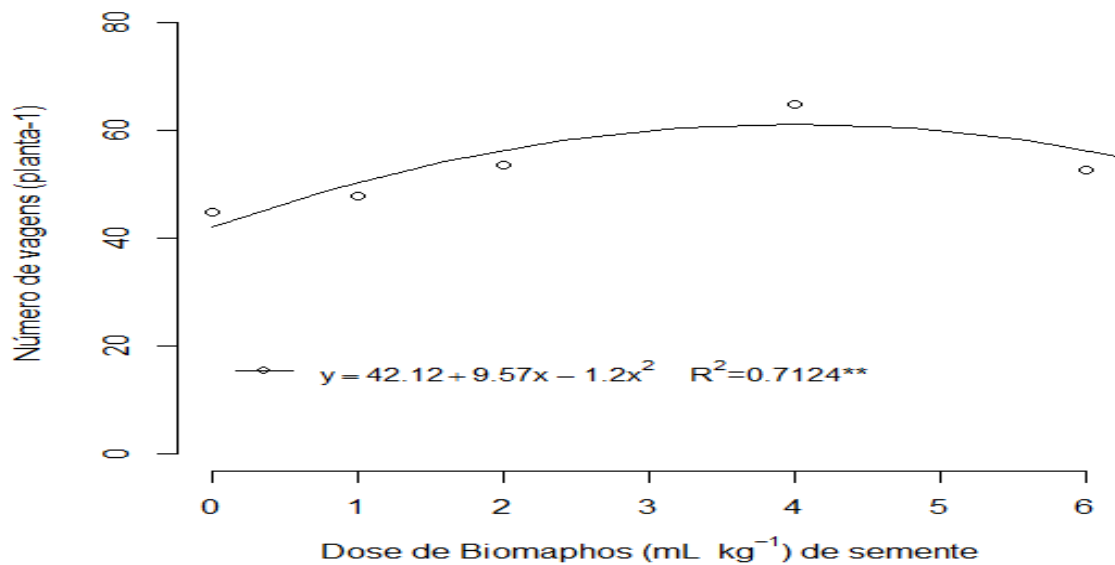


Figura 4. Efeito da Inoculação com BiomaPhos® no número total de vagens por planta.

A produtividade não diferiu estatisticamente em relação as cultivares testadas (Tabela 3), no entanto se ajustou ao modelo quadrático em função das doses do inoculante BiomaPhos® (Figura 5), que apresentou para a dose de 3,83 mL kg⁻¹ uma média de 4765,24 kg ha⁻¹, correspondendo a 1151,16 kg ha⁻¹ a mais quando observado a dose 0 mL kg⁻¹. Resultados semelhantes foram encontrados por Schwaab e Aguiar (2019), que observaram que a combinação de *Azospirillum* + *B. megaterium* e *B. subtilis*, proporcionou um ganho de produtividade de grãos de soja (4520,1 kg ha⁻¹) em relação aos demais tratamentos, inclusive a testemunha (3825,6 kg ha⁻¹). Os autores ainda relatam que, o resultado observado pode ter ocorrido devido a associação das bactérias, resultando em um efeito sinérgico, apresentando resultados melhores do que quando utilizados de forma isolada.

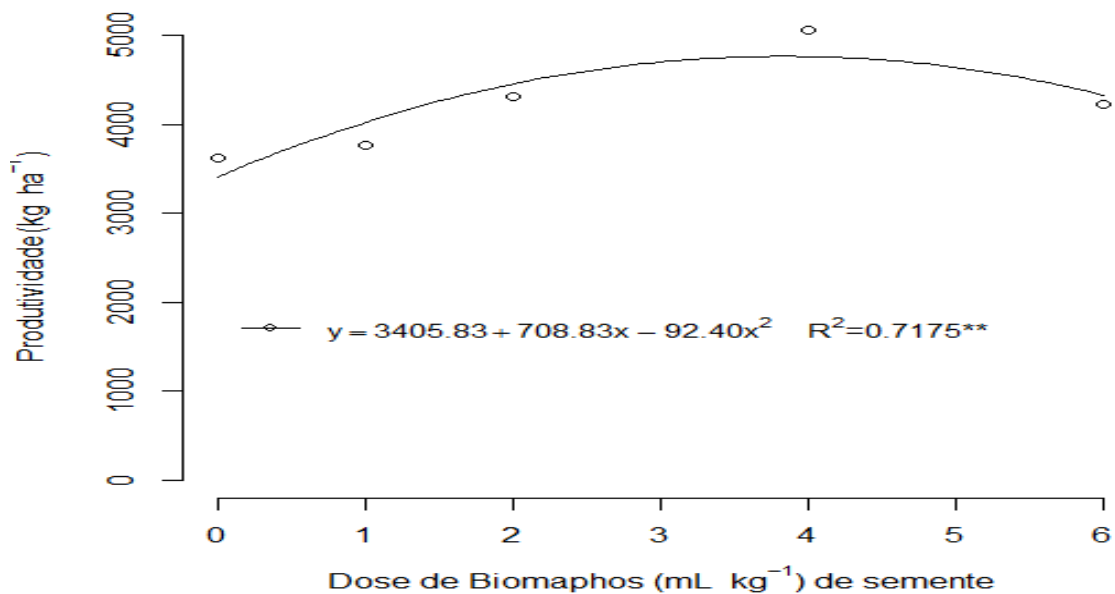


Figura 5. Efeito da Inoculação com BiomaPhos® na produtividade da soja.

Araújo et al. (1999) avaliando a utilização por meio de inoculação de bactérias do gênero *Bacillus* sp. em soja, verificaram que houve aumento na produtividade de grãos, com a utilização dos microrganismos em conjunto. Braccini et al. (2016) também ressaltam a capacidade das bactérias em promover maior desenvolvimento das plantas de soja, com impacto positivo no rendimento de grãos.

Segundo Oliveira et al. (2020), que conduziram 181 unidades de observação com inoculação do BiomaPhos® em soja nas safras 2018/2019 e 2019/2020, destacam que em todas as lavouras, a produção foi maior nas áreas inoculadas. Considerando todos os locais de avaliação, o ganho médio variou de 0,3 a 18,5%, com média de 6,3%. Os ganhos variaram de 0,1 a 11,5 sacas ha⁻¹, com média de 4,3 sacas ha⁻¹, no qual o maior ganho médio foi registrado no estado de Goiás (10%).

Ambas cultivares possuem parâmetros semelhantes a níveis de produtividade, sendo opcional aquelas que se adapta melhor as características do local a serem implantadas.

CONCLUSÕES

Para altura de planta (AP), número de hastes por planta (NHP), número de nós reprodutivos nas hastes laterais (NH2), número de nós reprodutivos totais (NRT), número de nós totais por planta (NTP) e massa de mil grãos (M1000) a cultivar NS6906 IPRO, apresentou

os melhores resultados. Para altura da primeira vagem (APV) e número de grãos por vagem (NGV), a cultivar NEO 710 IPRO apresenta resultados superiores.

Para número de nós reprodutivos na haste principal (NH1), número total de vagem por planta (NTVP) e produtividade (PROD), ambas as cultivares apresentam resultados semelhantes.

Para número de hastes, a maior dose conferiu o melhor resultado, semelhante ao número de nós reprodutivos totais, que também apresentou melhor resultado na dosagem de 4mL kg⁻¹.

Para número de vagens por planta, a dose de 3,99 mL kg⁻¹ apresentou o melhor resultado, com média de 61,2 vagens por planta.

Nas condições estudadas, a dose 3,83 mL kg⁻¹ do produto BiomaPhos® confere maior produtividade.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

Araújo, F. F., Hungria, M. 1999. Nodulação e rendimento de soja co-infectada com *Bacillus subtilis* e *Bradyrhizobium japonicum* / *Bradyrhizobium elkanii*. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 34(9), 1633-1643. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X1999000900014>

Alcântara Neto, F.A., Gravina, G.A., Souza, N.O.S., Bezerra, A.A.C. 2010. Adubação fosfatada na cultura da soja na microrregião do Alto Médio Gurguéia. Revista Ciência Agronômica. Fortaleza, Ceará, 41(2), 266-271. <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/350/437>. (acessado 18 de outubro de 2021).

Bahadir, P.S., Liaqat, F., Eltem, R. 2018. Plant growth promoting properties of phosphate solubilizing *Bacillus* species isolated from the Aegean Region of Turkey. Turkish Journal of Botany. 42(2), 183-196. DOI: <http://dx.doi.org/10.3906/bot-1706-51>

Braccini, A.L., Mariucci, G.E.G., Suzukawa, A.K., Lima, L.H.S., Piccinin, G.G. 2016. Co-inoculação e modos de aplicação de *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada na nodulação das plantas e rendimento da cultura da soja. Scientia Agraria Paranaensis. 15(1), 27-25. DOI: <https://doi.org/10.18188/sap.v15i1.10565>

Climatempo. 2021. A stormgeo company.

<https://www.climatempoconsultoria.com.br/conteudo/> (acessado 10 de novembro de 2021).

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. 2021. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, Safra 2020/21 - N.09 – Nono levantamento. Brasília, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 121p. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. (acessado 28 de outubro de 2021).

Gagné-Bourque, F., Mayer, B. F., Charron, J. B., Vali, H., Bertrand, A., Jabaji, S. 2015. Accelerated growth rate and increased drought stress resilience of the model grass *Brachypodium distachyon* colonized by *Bacillus subtilis*B26. *Plos One*. 10(6), 1-23. DOI: [10.1371/journal.pone.0130456](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130456).

Gibbert, K., Melgarejo, M., Amarilla, D., Bogado, M., Bogado, B., Jandrey, E. 2018. Características agronômicas de dois cultivares de soja sob diferentes densidades de semeadura. *Revista Cultivando o Saber*. 9 (3), 61- 68. https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando_o_saber/5b97c38c55251.pdf. (acessado 29 de setembro de 2021.)

Mattos, M. 2017. Promoção do crescimento de soja a partir da inoculação de sementes com microrganismos não noduladores. UFFS, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo. <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/1877/1/MATTOS.pdf> (acessado 07 de novembro de 2021).

Miranda, L.B., Domingues, S.C.O., Dosso, C., Carvalho, M.A.C.C., Yamashita, O.M., Rabelo, H.O. 2020. Promotores de crescimento na cultura da soja Growth promoters in soybean crop. *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological*, 7(2), 469–479. <https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/3300>. (acessado 03 de novembro de 2021).

Oliveira, C.C., Cota, L.V., Marriel, I.E., Gomes, E.A., Sousa, S.M., Lana, U.G.P., Santos, F.C., Junior, A.S.P., Alves, V.M.C. 2020. Viabilidade Técnica e Econômica do Biomaphos® (*Bacillus subtilis* CNPMS B2084 e *Bacillus megaterium* CNPMS B119) nas Culturas de Milho e Soja. *Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG*. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/217542/1/Bol-210.pdf>. (acessado 01 de novembro de 2021).

Paiva, C. A. O., Marriel, I. E., Gomes, E. A., Cota, L. V., Santos, F. C., Sousa, S. M., Lana, U. G. de P., Oliveira, M. C., Mattos, B. B., Alves, V. M. C., Ribeiro, V. P., Vasco Junior, R. Recomendação agronômica de cepas de *Bacillus subtilis* (CNPMS B2084) e *Bacillus megaterium* (CNPMS B119) na cultura do milho. *Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG*.

<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1120362/recomendacao-agronomica-de-cepas-de-bacillus-subtilis-cnpms-b2084-e-bacillus-megaterium-cnpms-b119-na-cultura-do-milho>. (acessado 05 de novembro de 2021).

Rezende, C.C., Silva, M.A., Frasca, L.L.M., Faria, D.R., Fillipi, M.C.C., Lanna, A.C., Nascente, A.S. 2021. Microorganismos multifuncionais: Utilização na agricultura. *Research, Society and Development*, 10(2). DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12725>

Ribeiro, V.P., Marriel, I.E., Sousa, S.M., Lana, U.G.P., Mattos, B.B., Paiva, C.A.O., Gomes, E.A. 2018. Endophytic *Bacillus* strains enhance pearl millet growth and nutrient uptake under low-P. *Brazilian Journal of Microbiology*. 49, 40-46. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjm.2018.06.005>

Santos, M.S., Nogueira, M.A., Hungria, M. 2019. Microbial inoculants: reviewing the past, discussing the present and previewing an outstanding future for the use of beneficial bacteria in agriculture. *AMB Express*. 9, 1-22. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13568-019-0932-0>

Schwaab, E. F., Aguiar, C.G. 2019. Interação de inoculantes nitrogenados com *Bacillus megaterium* e *Bacillus subtilis* em soja. *Revista cultivando o saber*. 24-32. <https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/download/966/887> .

Shafi, J., Tian, H., Ji, M. 2017. *Bacillus* species as versatile weapons for plant pathogens: a review. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. 31(3), 446-459. DOI: <https://doi.org/10.1080/13102818.2017.1286950>

Subramanian, P., Kim, K., Krishnamoorthy, R., Sundaram, S., Sa, T. 2014. Endophytic bacteria improve nodule function and plant nitrogen in soybean on co-inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* MN110. *Plant Growth Regulation*. 76(3), 327-332. <http://dx.doi.org/10.1007/s10725-014-9993-x>

Zanon, A. J., Silva, M.R., Bexaira, K.P., Richter, G.L., Junior, A.J.D., Rocha, T.S.M., Weber, P.S., Streck, N.A. 2018. *Ecofisiologia da Soja: visando altas produtividades*. Santa Maria, 136p.