

Viabilidade Técnica e Econômica do Biomaphos® (*Bacillus subtilis* CNPMS B2084 e *Bacillus megaterium* CNPMS B119) nas Culturas de Milho e Soja



OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

12 CONSUMO E
PRODUÇÃO
RESPONSÁVEIS



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Milho e Sorgo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
210**

**Viabilidade Técnica e Econômica do
Biomaphos® (*Bacillus subtilis* CNPMS
B2084 e *Bacillus megaterium* CNPMS
B119) nas Culturas de Milho e Soja**

Christiane Abreu de Oliveira
Luciano Viana Cota
Ivanildo Evódio Marriel
Eliane Aparecida Gomes
Sylvia Morais de Sousa
Ubiraci Gomes de Paula Lana
Flávia Cristina dos Santos
Artur Soares Pinto Junior
Vera Maria Carvalho Alves

*Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas, MG
2020*

Esta publicação está disponível no endereço:
<https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/publicacoes>

Embrapa Milho e Sorgo
Rod. MG 424 Km 45
Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3027-1100
Fax: (31) 3027-1188
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Maria Marta Pastina

Secretário-Executivo
Elena Charlotte Landau

Membros
Cláudia Teixeira Guimarães, Mônica Matoso Campanha, Roberto dos Santos Trindade e Maria Cristina Dias Paes

Revisão de texto
Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica
Rosângela Lacerda de Castro (CRB 6/2749)

Tratamento das ilustrações
Mônica Aparecida de Castro

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Mônica Aparecida de Castro

Foto da capa
Christiane Abreu de Oliveira Paiva

1ª edição
Publicação digital (2020)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Nome da unidade catalogadora

Viabilidade técnica e econômica do Biomaphos® (Bacillus subtilis CNPMS B2084 e Bacillus megaterium CNPMS B119) nas culturas de milho e soja / Christiane Abreu de Oliveira [et al.]. – Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2020.

20 p. : il. -- (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1679-0154; 210).

1. Inoculante. 2. Inoculação. 3. Microrganismo. Solubilização. 4. Fosfato. I. Oliveira, Christiane Abreu. II. Cota, Luciano Viana. III. Marriel, Ivanildo Evódio. IV. Gomes, Eliane Aparecida. V. Sousa, Sylvia Morais de. VI. Lana, Ubiraci Gomes de Paula. VII. Santos, Flávia Cristina dos. VIII. Pinto Júnior, Artur Soares. IX. Alves, Vera Maria Carvalho. X. Série.

Rosângela Lacerda de Castro (CRB 6/2749)

CDD 631.46 (21. ed.)

© Embrapa, 2020

Sumário

| | |
|------------------------------|----|
| Resumo | 05 |
| Abstract | 07 |
| Introdução..... | 08 |
| Material e Métodos | 09 |
| Análise Econômica..... | 10 |
| Resultados e Discussão | 10 |
| Conclusão..... | 13 |
| Referências | 17 |

Viabilidade Técnica e Econômica do Biomaphos® (*Bacillus subtilis* CNPMS B2084 e *Bacillus megaterium* CNPMS B119) nas Culturas de Milho e Soja

Christiane Abreu de Oliveira¹

Luciano Viana Cota²

Ivanildo Evódio Marriel³

Eliane Aparecida Gomes⁴

Sylvia Moraes de Sousa⁵

Ubiraci Gomes de Paula Lana⁶

Flávia Cristina dos Santos⁷

Artur Soares Pinto Junior⁸

Vera Maria Carvalho Alves⁹

Resumo – O Brasil tem destaque na área plantada e na produção de milho e soja, que se concentra na região dos Cerrados, onde os solos são predominantemente ácidos, pobres em nutrientes, com ênfase no fósforo (P). A equipe da Embrapa Milho e Sorgo vem pesquisando e selecionando microrganismos solubilizadores de fosfato há quase 20 anos. Resultados destes anos de pesquisa culminaram com o desenvolvimento do produto comercial BiomaPhos®. Este trabalho teve como objetivo a realização de uma análise da viabilidade técnica e econômica da aplicação do BiomaPhos® no

¹ Eng.Agrôn., D.Sc. em Biologia Vegetal, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo.

² Eng. Agrôn., D.Sc em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo.

³ Eng.Agrôn., D.Sc. em Biologia Celular, Pesquisador em Microbiologia da Embrapa Milho e Sorgo.

⁴ Bióloga, D.Sc.. em Genética, Pesquisadora em Microbiologia da Embrapa Milho e Sorgo.

⁵ Bióloga, Ph.D. em Biologia Molecular, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo

⁶ Químico, D.Sc. em Genética, Analista da Embrapa Milho e Sorgo.

⁷ Eng.Agrôn., D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo.

⁸ Simbiose - Indústria e Comércio de Fertilizantes e Insumos Microbiológicos, Dept de P&D.

⁹ Eng.Agrôn. D.Sc.em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo.

rendimento das culturas do milho e soja em diferentes regiões produtoras do País, para fins de recomendação agrícola e expansão de seu uso. Os experimentos foram conduzidos em áreas de produção comercial de milho e soja nos estados da Bahia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Para a cultura do milho, em todos os locais a produção de grãos foi maior nas áreas inoculadas. Considerando todos os locais de avaliação, o ganho médio de produção foi de 8,6% e média de 11,9 sacas/ha, e o custo médio da aplicação foi 1,7 sc/ha de milho. Para a cultura da soja, em todas as lavouras, a produção foi maior na área inoculada. Considerando todos os locais de avaliação, o ganho médio foi de 6,3% e os ganhos médios foram de 4,3 sacas/ha. O custo médio da aplicação do inoculante foi 0,7 sc/ha de soja. A aplicação do inoculante BiomaPhos® na dose 100 mL/ha na semente resultou em ganhos significativos de produção nas culturas do milho e da soja. Os ganhos médios com a aplicação do produto foram 7 e 6,1 vezes o custo de aplicação, no milho e na soja, respectivamente.

Termos para indexação: Inoculação, produção de grãos, *Zea mays*, *Glycine max*, custo inoculação

Technical and Economic Viability of Biomaphos® (*Bacillus subtilis* CNPMS B2084 and *Bacillus megaterium* CNPMS B119) in Maize and Soybean Crops

Abstract – Brazil stands out in the planted area and in the productions of maize and soybeans, which are concentrated in the Cerrados region, where the soils are predominantly acid, poor in nutrients, with an emphasis on phosphorus (P). The Embrapa Milho e Sorgo team has been researching and selecting phosphate solubilizing microorganisms for almost 20 years. Results of these years of research culminated in the development of the commercial product BiomaPhos®. This work aimed to carry out an analysis of the technical and economic feasibility of applying BiomaPhos® in the yield of maize and soybean crops in different producing regions of the country, for the purpose of agricultural recommendation and expansion of its use. The experiments were carried out in areas of commercial maize and soybean production in the states of Bahia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina and Rio Grande do Sul. Grain production was higher in the inoculated areas. Considering all the evaluation sites, the average production gain was 8.6% and an average of 11.9 bags/ha, and the average application cost was 1.7 bags/ha of maize. For soybean, in all crops, production was higher in the inoculated area. Considering all the assessment sites, the average gain was 6.3% and the average gains were 4.3 bags/ha. The average cost of applying the inoculant was 0.7 bags/ha of soybean. The application of the BiomaPhos® inoculant at a dose of 100 mL/ha in the seed resulted in significant production gains in maize and soybean crops. The average gains with the application of the product were 7 and 6.1 times the application cost, in maize and soybeans, respectively.

Index terms: inoculation, grain production, *Zea mays*, *Glycine max*, inoculation cost

Introdução

O Brasil tem destaque na área plantada e produção de milho e soja. Na safra 2019/2020, a área plantada com milho e soja foi 18,5 e 36,9 milhões de hectares, com produção de 100,2 e 120,9 milhões de toneladas, respectivamente (Acompanhamento da Safra Brasileira [de] Grãos, 2020). A produção de milho e soja no Brasil se concentra na região dos Cerrados, onde os solos são predominantemente ácidos, pobres em nutrientes, com ênfase no fósforo (P), e com baixa capacidade de retenção de água (Novais; Smyth, 1999).

Dentre as tecnologias para aumentar a eficiência de uso dos nutrientes, destacam-se os microrganismos solubilizadores de fosfato. Os inoculantes produzidos com estes microrganismos apresentam baixo custo, não causam danos ambientais e ainda podem ser usados para suplementar os fertilizantes químicos sintéticos (Kalayu, 2019; Oliveira et al., 2020). Adicionalmente podem promover o crescimento a partir da solubilização de P e potássio (K), a produção de fito-hormônios, enzimas e sideróforos, e a bioproteção contra patógenos que podem secundariamente aumentar a absorção de outros nutrientes e água (Gupta et al., 2015; Ribeiro et al., 2018; Sousa et al., 2020; Velloso et al., 2020).

Diversos estudos têm demonstrado que o uso de inoculantes contendo bactérias solubilizadoras de fosfato aumentam significativamente o P disponível e a absorção deste nutriente pelas plantas (Irshad et al., 2012; Owen et al., 2015). Esses microrganismos do solo podem atuar diretamente na solubilização do P e/ou na liberação de fosfatos solúveis através de sua ação quelante sobre cátions (Kalayu, 2019). Essa capacidade foi mostrada em diversos estudos de validação em escala de bancada (Nahas et al., 1990; Richardson et al., 2009; Oliveira et al., 2009) que propiciaram o desenvolvimento de inoculantes com microrganismos solubilizadores de fosfatos, com resultados positivos em vários países.

A equipe da Embrapa Milho e Sorgo vem pesquisando e selecionando microrganismos solubilizadores de fosfato há quase 20 anos (Oliveira et al., 2009, 2020; Sousa et al., 2020; Velloso et al., 2020). Resultados destes anos de pesquisa culminaram com o desenvolvimento do produto comercial BiomaPhos®. O produto contém as cepas *Bacillus subtilis* (CNPMS B2084)

e *B. megaterium* (CNPMS B119). Nas avaliações realizadas em áreas de produção de milho, onde as adubações com P foram aplicadas conforme recomendação local, a aplicação do produto resultou em ganho médio de produtividade de milho de 8,9% (Oliveira et al., 2020).

Este trabalho teve como objetivo a realização de uma análise da viabilidade técnica e econômica da aplicação do BiomaPhos® no rendimento das culturas do milho e soja em diferentes regiões produtoras do País, para fins de recomendação agrícola e expansão de seu uso.

O BiomaPhos é um produto que contém a tecnologia Embrapa de aumentar a eficiência de uso do fósforo por microrganismos para as plantas, o que pode resultar em menores doses de fertilizante e, conseqüentemente, menos dispêndio de energia na produção e no transporte. Além disso, aumentando a produtividade das culturas, diminui a pressão sobre novas áreas e aumenta a sustentabilidade dos atuais sistemas de produção. Assim, representa uma contribuição para atingir a meta ODS 12, que visa garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo

Material e Métodos

As unidades de observação foram conduzidas em áreas de produção comercial de milho (safra verão e segunda safra) e soja com o auxílio da Empresa Simbiose/Bioma e colaboração de produtores locais. As avaliações foram conduzidas nos estados da Bahia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Em todos os locais os produtores selecionaram áreas homogêneas de 20 ha (baseado no histórico de cultivo e produção), em que a metade recebeu sementes inoculadas com BiomaPhos® e a outra metade recebeu sementes não inoculadas. O inoculante foi aplicado via tratamento de sementes de milho e soja na dose de 100 mL/ha. O controle de pragas e doenças, a adubação e os demais tratamentos culturais foram realizados conforme recomendação

para as culturas em cada região (Cruz, 2010; Seixas et al., 2020). Ao final do ciclo da cultura foi determinada a produtividade de grãos (kg/ha) colhendo-se separadamente as áreas com e sem aplicação de inoculante. A umidade dos grãos foi corrigida para o padrão recomendado de 13%.

Análise econômica

A análise econômica, para os dados de produtividade de grãos, foi realizada em todas as unidades de observação conduzidas. Para tal, considerou-se a relação entre o rendimento de grãos, expressa em sacas/ha (60 kg), das áreas onde foi realizada a aplicação do BiomaPhos[®], em relação à testemunha sem aplicação. Para o cálculo do custo da aplicação do BiomaPhos[®] foi considerado o custo médio do produto no distribuidor (R\$ 700,00/L) e a dose aplicada de 100 mL/ha. Os valores de custo para aplicação foram expressos em sacas/ha, considerando-se o valor médio da saca de milho e soja no mês de julho de 2020 (Agrolink, 2020a, 2020b) e a cotação média por estado.

Resultados e Discussão

Foram conduzidas 37 unidades de observação com inoculação do BiomaPhos[®] na cultura do milho nas safras 2018/2019 (safra verão e segunda safra) e 2019/2020 (Tabela 1). Em todos os locais a produtividade de grãos foi maior nas áreas inoculadas. Considerando todos os locais de avaliação, o ganho médio variou entre 1,8 e 29,4%, com média de 8,6%. Os ganhos variaram de 2,8 a 19,7 sacas/ha, com média de 11,9 sacas/ha. Quando analisados os dados por estado, o maior ganho médio foi registrado em Mato Grosso (17,6%) e o menor em Goiás (7,3%). O maior ganho em sacas/ha foi registrado em Minas Gerais (17,4 sc/ha) e o menor na Bahia (8,2 sc/ha) (Tabela 1). Em todos os locais avaliados o ganho com a inoculação foi maior que do que o custo de aplicação (Tabela 1; Figura 1). O custo médio da aplicação foi 1,7 sc/ha de milho. A cotação da saca de milho variou entre os estados produtores, o maior custo de aplicação foi registrado no Mato Grosso (2,1 sc/ha) e o menor na Bahia (1,5 sc/ha). Considerando o ganho médio para o Brasil, o ganho com a inoculação do BiomaPhos[®] em milho foi sete vezes o custo da aplicação.

Para a cultura da soja, foram conduzidas 181 unidades de observação com inoculação do BiomaPhos® nas safras 2018/2019 e 2019/2020 (Tabela 1). Em todas as lavouras, a produção foi maior na área inoculada. 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, com média de 4,3 sacas/ha.

Quando analisamos os dados por Estado, o maior ganho médio foi registrado em Goiás (10%) e o menor em Santa Catarina (2,8%). O maior ganho, em sacas/ha, foi registrado no Paraná (5,3 sc/ha) e o menor em Santa Catarina (2,2 sc/ha) (Tabela 1). Na maioria dos locais avaliados (175) o ganho com a inoculação da soja foi maior que o custo de aplicação (Tabela 1; Figura 2). Na safra 2018/2019 em todos os locais o ganho com a inoculação foi maior que o custo da inoculação (Figura 2). O custo médio da aplicação do inoculante foi 0,7 sc/ha de soja. Considerando o ganho médio para o Brasil, o ganho com a inoculação do BiomaPhos® em soja foi de seis vezes o custo da aplicação.

Os resultados obtidos neste trabalho corroboram os resultados obtidos previamente com as cepas de *B. subtilis* (CNPMS B2084) e *B. megaterium* (CNPMS B119) em áreas experimentais e o produto BiomaPhos®, aplicado em lavouras comerciais de milho em safra anterior, que foi em média 8,9% (Oliveira et al., 2020), e da literatura. A inoculação com outros produtos, como o inoculante comercial à base de *Penicillium bilaii*, JumpStart (Novozymes), aumentou a produtividade em 6% para a cultura do milho (Leggett et al., 2007).

Além dos ganhos de produtividade em áreas de lavoura comercial e experimentais, em estudos da Embrapa, ocorreram incrementos significativos em torno de 19% na exportação do P para os grãos, o que possivelmente levou a maiores ganhos de produtividade (Oliveira et al., 2020; Sousa et al., 2020). A maior aquisição de P nos estágios iniciais de crescimento, pelo aumento do sistema radicular e ação de solubilização de P localizada na rizosfera, proporciona uma maior eficiência de absorção do adubo fosfatado e de formas não disponíveis deste nutriente na rizosfera (Mahanta et al., 2018; Sousa et al., 2020), o que irá proporcionar mais vigor e arranque inicial superior, resultando em maior exportação do P e maiores produtividades (Corrêa et al., 2004).

Estudos com inoculantes contendo microrganismos solubilizadores de fosfato (MSP) em outros países demonstram que é possível reduzir a adubação fosfatada de 33 a 50% com a inoculação de MSP na semente de milho, soja e arroz (Patil et al., 2012; Rajapaksha et al., 2011; Mahanta et al., 2018; Granada et al., 2018). Neste sentido, o uso do BiomaPhos® pode ser uma importante estratégia para aumentar a eficiência no aproveitamento de fosfatos pelas plantas, diminuindo os custos de produção, uma vez que a adubação pode representar cerca de 40 a 50% deste custo (Acompanhamento da Safra Brasileira [de] Grãos, 2020).

Entretanto, a análise de numerosos experimentos realizados pela Embrapa e a empresa parceira e o relato de produtores têm mostrado que os ganhos de produtividade com a aplicação do inoculante são variáveis com os locais e tipos de solo. Além disso, o acesso às reservas de P no solo e a redução da adubação fosfatada com o uso do inoculante necessitam ser avaliados com critério para o melhor posicionamento do produto em função da adubação e do tipo de solo, otimizando seu uso para diferentes culturas em regiões diversas do Brasil.

O custo do fertilizante fosfatado é aproximadamente US\$ 400/tonelada (Granada et al., 2018), sendo gastos de US\$ 400 milhões a 1,6 bilhões com fertilizantes em diferentes culturas no mundo todo, o que certamente aumenta o custo alimentar para os consumidores. Além disso, ganhos ambientais são previstos pelo uso do MSP, pela diminuição da emissão de gases tóxicos e poluição do solo e água.

Os resultados obtidos confirmam a alta eficiência do BiomaPhos®, que pode ser explicada pelo fato de o produto ser formulado com duas cepas do gênero *Bacillus*, isoladas de condições distintas em áreas agrícolas do País, onde prevalece o cultivo de cereais (Oliveira et al., 2009; Abreu et al., 2017). Os *Bacillus* possuem a capacidade de formar endósporos, permitindo que se adaptem a condições abióticas extremas, como temperatura, pH, radiação, dessecação, luz ultravioleta ou exposição a pesticidas (Bahadir et al., 2018).

A cepa de *B. megaterium* (CNPMS B119) foi isolada da rizosfera de milho, tem a capacidade de solubilizar fosfatos de cálcio e de rocha e produzir fos-

fatase, e a cepa de *B. subtilis* (CNPMS B2084) é endofítica, solubiliza fosfato de cálcio e ferro, apresenta alta produção de ácido glucônico e enzima fitase (Oliveira et al., 2020; Gomes et al., 2014; Abreu et al., 2017; Velloso et al., 2020).

Os microrganismos endofíticos têm a capacidade de estabelecer uma relação mais estável com a planta em comparação com os microrganismos rizosféricos (Szilagyi-Zecchin et al., 2014). Além disso, as cepas possuem propriedades distintas de promoção de crescimento, como o estímulo ao aumento da superfície e área radicular, produção de raízes mais finas, produção de ácido indol-acético, sideróforos, exopolissacarídeos, formação de biofilme (Sousa et al., 2020; Velloso et al., 2020).

Apesar dos ganhos produtivos terem variado entre os locais avaliados, na grande maioria o ganho produtivo com inoculação foi maior que o custo da aplicação, tendo sido eficiente nas culturas do milho e soja ao longo das duas safras avaliadas e em diferentes condições edafoclimáticas. Os resultados positivos foram observados na cultura do milho em todos os locais avaliados e na soja em 175 dos 181 locais avaliados. Em média, o ganho de produção com a soja foi um pouco menor (6,3% e 4,3 sc/ha) do que na cultura do milho (8,6% e 11,3 sc/ha).

Somente em 2019 foram tratados cerca de 350 mil hectares de milho e soja com BiomaPhos®. Na safra 2020/2021 existe a expectativa de que a área tratada com o produto seja triplicada. Atualmente, o inoculante já foi avaliado em mais de 500 áreas comerciais de lavoura de milho e de soja e se encontra em expansão de uso e registro para outras culturas.

Conclusão

A aplicação do inoculante BiomaPhos® na dose 100 mL/ha na semente resultou em ganhos significativos de produção nas culturas do milho e da soja. Ganho médio de produção na cultura do milho foi 8,6% e na soja foi de 6,3%. Os ganhos médios com a aplicação do produto foram sete vezes superiores na cultura do milho e 6,1 vezes superiores aos custos da aplicação na soja.

Tabela 1. Ganho médio (%), amplitude do ganho (%), ganho médio (sc/ha), amplitude de ganho (sc/ha), custo por saca (R\$/sc) e custo aplicação (sc/ha) do inoculante BiomaPhos® nas culturas do milho e soja em experimentos conduzidos nas safras 2018/2019 e 2019/2020 em diferentes estados do Brasil.

| Estado | N* | Ganho médio (%) | Amplitude ganho (%) | Ganho médio (sc/ha**) | Amplitude ganho (sc/ha) | Custo por saca R\$/sc | Custo de aplicação (sc/ha) |
|--------------|-----|-----------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------|
| Milho | | | | | | | |
| BA | 1 | 7,8 | 7,8-7,8 | 8,2 | 8,2-8,2 | 46,2 | 1,5 |
| GO | 5 | 7,3 | 3,6-13,0 | 10,3 | 5,3-18,7 | 39,0 | 1,8 |
| MG | 9 | 10,0 | 5,1-22,4 | 17,4 | 8,2-33 | 42,8 | 1,6 |
| MS | 2 | 11,3 | 10,6-12,0 | 11,3 | 11,0-11,6 | 38,3 | 1,8 |
| MT | 1 | 17,6 | 17,6-17,6 | 14,2 | 14,2-14,2 | 32,9 | 2,1 |
| PR | 8 | 8,0 | 1,4-17,2 | 10,9 | 2,8-14,9 | 41,5 | 1,7 |
| RS | 11 | 10,0 | 1,8-29,4 | 9,1 | 3,1-19,7 | 43,4 | 1,6 |
| Brasil | 37 | 8,6 | 1,4-29,4 | 11,9 | 2,8-19,7 | 42,0 | 1,7 |
| Soja | | | | | | | |
| GO | 26 | 10 | 1,6-13,2 | 4,5 | 1,1-9,0 | 102,2 | 0,7 |
| MS | 14 | 4,7 | 1,5-8,8 | 2,9 | 1,0-5,2 | 104,9 | 0,7 |
| MT | 48 | 5,4 | 0,3-14,7 | 3,5 | 0,2-9,2 | 104,1 | 0,7 |
| MG | 31 | 6,3 | 0,1-18,5 | 4,4 | 0,1-11,5 | 104,4 | 0,7 |
| PR | 55 | 7,5 | 1,2-16,7 | 5,3 | 1,1-11,1 | 99,7 | 0,7 |
| RS | 5 | 5,5 | 3,7-8,9 | 3,5 | 2,4-5,5 | 104,7 | 0,7 |
| SC | 2 | 2,8 | 2,2-3,4 | 2,2 | 2,2-2,2 | 102,2 | 0,7 |
| Brasil | 181 | 6,3 | 0,3-18,5 | 4,3 | 0,1-11,5 | 102,9 | 0,7 |

*Número de pontos avaliados em áreas de lavoura comercial de 20 ha

**Saca de 60 Kg

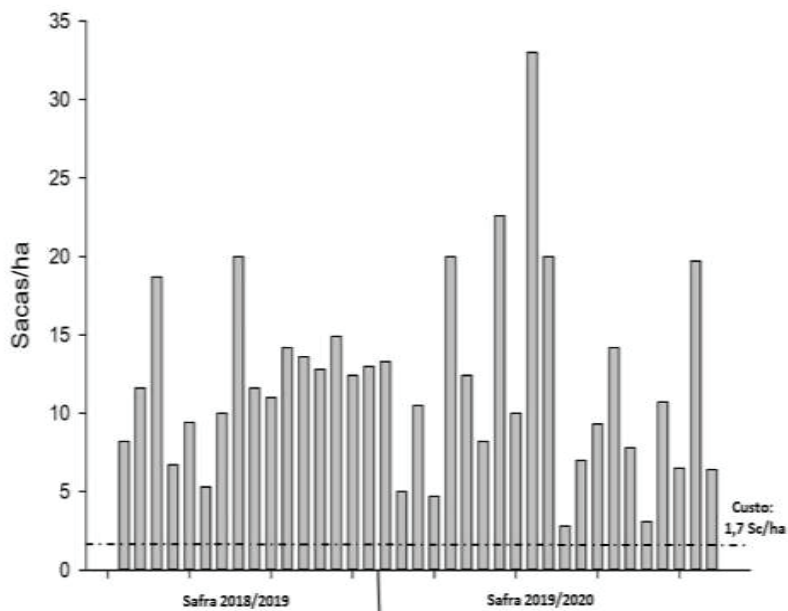


Figura 1. Aumento no rendimento da cultura do milho (sacas/ha) tratada com o inoculante BiomaPhos®, em relação à testemunha sem aplicação, em experimentos conduzidos em diferentes regiões do Brasil nas safras 2018/2019 e 2019/2020. A linha pontilhada representa o valor do custo da aplicação. Cada barra vertical representa um local de avaliação no País.

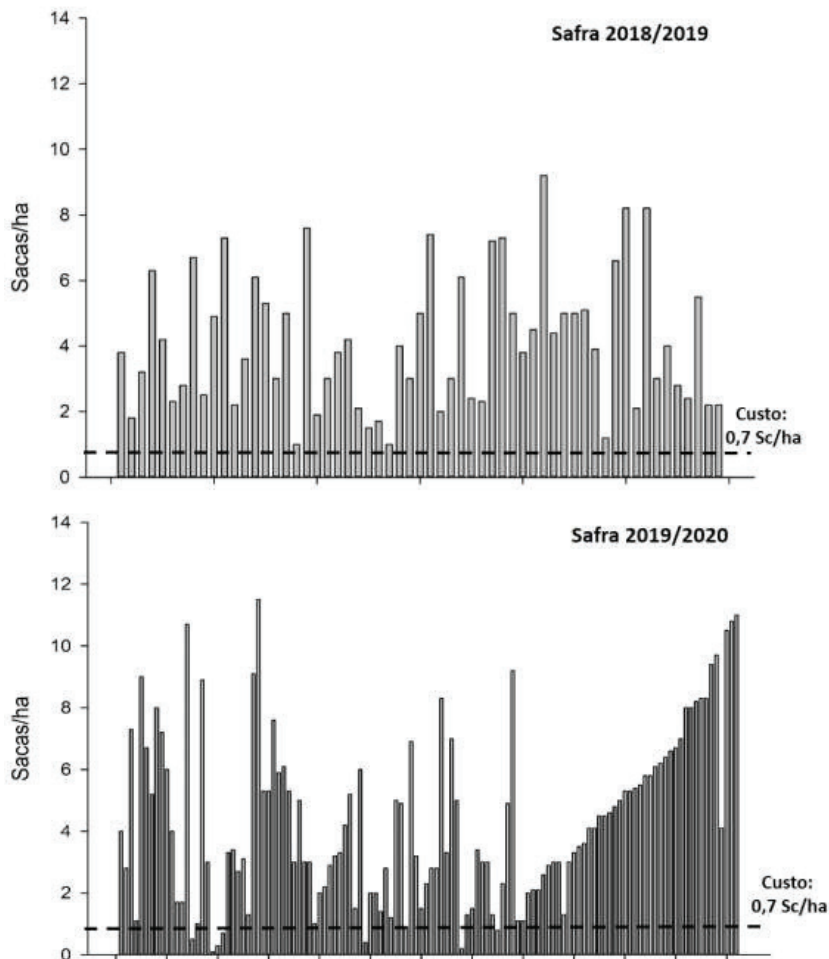


Figura 2. Aumento no rendimento da cultura da soja (sacas/ha) tratada com o inoculante BiomaPhos[®], em relação à testemunha sem aplicação, em experimentos conduzidos em diferentes regiões do Brasil nas safras 2018/2019 e 2019/2020. A linha pontilhada representa o valor do custo da aplicação. Cada barra vertical representa um local de avaliação no País.

Referências

ABREU, C. S. de; FIGUEIREDO, J. E. F.; OLIVEIRA, C. A.; SANTOS, V. L. dos; GOMES, E. A.; RIBEIRO, V. P.; BARROS, B. de A.; LANA, U. G. de P.; MARRIEL, I. E. Maize endophytic bacteria as mineral phosphate solubilizers. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n. 1, p. 1-13, 2017.

ACOMPANHAMENTO da Safra Brasileira [de] Grãos: safra 2019/20: décimo primeiro levantamento: agosto. Brasília, DF: Conab, 2020. v. 7. 62 p.

AGROLINK. **Cotações**: soja. Disponível em: <<https://www.agrolink.com.br/cotacoes/graos/soja>>. Acesso em: 20 ago. 2020a.

AGROLINK. **Cotações**: milho. Disponível em: <<https://www.agrolink.com.br/cotacoes/graos/milho>>. Acesso em: 20 ago. 2020b.

BAHADIR, A.; CEYHAN, A.; GERGIN, Ö. Ö.; YALÇIN, B.; ÜLGER, M.; ÖZYAZGAN, T. M.; YAY, A. Protective effects of curcumin and beta-carotene on cisplatin-induced cardiotoxicity: an experimental rat model. **Anatolian Journal of Cardiology**, v. 19, n. 3, p. 213-221, 2018.

CORRÊA, J. C.; MAUAD, M.; ROSOLEM, C. A. Fósforo no solo e desenvolvimento de soja influenciados pela adubação fosfatada e cobertura vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 12, p. 1231-1237, dez. 2004.

CRUZ, J. C. (Ed.) **Cultivo do milho**. 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 1).

GOMES, E. A.; SILVA, U. de C.; MARRIEL, I. E.; PAIVA, C. A. O.; LANA, U. G. de P. Rock phosphate solubilizing microorganisms isolated from maize rhizosphere soil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, n. 1, p. 69-81, 2014.

GRANADA, C. E.; PASSAGLIA, L. M. P.; SOUZA, E. M. de; SPEROTTO, R. A. Is phosphate solubilization the forgotten child of plant growth-promoting rhizobacteria? **Frontiers in Microbiology**, v. 9, p. 1-4, 2018.

GUPTA, G.; PARIHAR, S. S.; AHIRWAR, N. K.; SNEHI, S. K.; SINGH, V. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR): current and future prospects for development of sustainable agriculture. **Journal of Microbial and Biochemical Technology**, v. 7, n. 2, p. 96-102, 2015.

IRSHAD, U.; VILLENAVE, C.; BRAUMAN, A.; PLASSARD, C. Phosphorus acquisition from phytate depends on efficient bacterial grazing, irrespective of the mycorrhizal status of *Pinus pinaster*. **Plant and Soil**, v. 321, p. 213-233, 2012.

KALAYU, G. Phosphate solubilizing microorganisms: promising approach as biofertilizers. **International Journal of Agronomy**, v. 2019, ID4917256, 2019.

LEGGETT, M.; CROSS, J.; HNATOWICH, G.; HOLLOWAY, G. Challenges in commercializing a phosphate-solubilizing microorganism: *Penicillium bilaiae*, a case history. In: VELÁZQUEZ, E.; RODRÍGUEZ-BARRUECO, C. (Ed.). **Developments in plant and soil sciences**. Dordrecht: Springer, 2007. p. 215-222.

MAHANTA, D.; RAI, R. K.; DHARA, S.; VARGHESEC, E.; RAJAB, A.; PURAKAYASTHAA, T. J. Modification of root properties with phosphate solubilizing bacteria and arbuscular mycorrhiza to reduce rock phosphate application in soybean wheat cropping system. **Ecological Engineering**, v. 111, p. 31-43, 2018.

NAHAS, E.; BANZATTO, D. A.; ASSIS, L. C. Fluorapatite solubilization by *Aspergillus niger* in vinasse medium. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 22, n. 8, p. 1097-1101, 1990.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399 p.

OLIVEIRA, C. A.; ALVES, V. M. C.; MARRIEL, I. E.; GOMES, E. A.; SCOTTI, M. R.; CARNEIRO, N. P.; GUIMARÃES, C. T.; SCHAFFERT, R. E.; SÁ, N. M. H. Phosphate solubilizing microorganisms isolated from rhizosphere of maize cultivated in an oxisol of the Brazilian Cerrado Biome. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 41, p. 1782-1787, 2009.

OLIVEIRA, C. A.; MARRIEL, I. E.; GOMES, E. A.; COTA, L. V.; SANTOS, F. C. dos; SOUSA, S. M. de; LANA, U. G. de P.; OLIVEIRA, M. C.; MATTOS, B. B.; ALVES, V. M. C.; RIBEIRO, V. P.; VASCO JUNIOR, R. **Recomendação agrônômica de cepas de *Bacillus subtilis* (CNPMS B2084) e *Bacillus megaterium* (CNPMS B119) na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. 18 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 260).

OWEN, D.; WILLIAMS, A.; GRIFFITH, G.; WITHERS, P. Use of commercial bioinoculants to increase agricultural production through improved phosphorus acquisition. **Applied Soil Ecology**, v. 86, p. 41-54, 2015.

PATIL, P. M.; KULIGOD, V. B.; HESUR, N. S.; PATIL, C. R.; KULKARNI, G. N. Effect of phosphate solubilizing fungi and phosphorus levels on growth, yield and nutrient content in maize (*Zea mays*). Karnataka **Journal Agriculture Science**, v. 25, n. 1, p. 58-62, 2012.

RAJAPAKSHA, R. M. C. P.; HERATH, D.; SENANAYAKE, A. P.; SENEVIRATHNE, M. G. T. L. Mobilization of rock phosphate phosphorus through bacterial inoculants to enhance growth and yield of wetland rice. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 42, p. 301-314, 2011.

RIBEIRO, V. P.; MARRIEL, I. E.; SOUSA, S. M.; LANA, U. G. P.; MATTOS, B. B.; OLIVEIRA, C. A.; GOMES, E. A. Endophytic *Bacillus* strains enhance pearl millet growth and nutrient uptake under low-P. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 49, p. 40-46, 2018.

RICHARDSON, A. E.; BARÉA, J. M.; MCNEILL, A. M.; PRIGENT-COMBARET, C. Acquisition of phosphorus and nitrogen in the rhizosphere and plant growth promotion by microorganisms. **Plant and Soil**, v. 321, p. 305-339, 2009.

SEIXAS, C. D. S.; NEUMAIER, N.; BALBINOT JÚNIOR, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; LEITE, R. M. V. B. de C. (Ed.). **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 347 p. (Embrapa Soja. Sistema de Produção, 17).

SOUSA, S. M.; OLIVEIRA, C. A.; ANDRADE, D. L.; CARVALHO, C. G.; RIBEIRO, V. P.; PASTINA, M. M.; MARRIEL, I. E.; LANA, U. G. de P.; GOMES, E. A. Tropical *Bacillus* strains inoculation enhances maize root surface area, dry weight, nutrient uptake and grain yield. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 1, p. 1-11, 2020.

SZILAGYI-ZECCHIN, V. J.; IKEDA, A. C.; HUNGRIA, M.; ADAMOSKI, D.; KAVA-CORDEIRO, V.; GLIENKE, C.; GALLI-TERASAWA, L. V. Identification and characterization of endophytic bacteria from corn (*Zea mays* L.) roots with biotechnological potential in agriculture. **AMB Express**, v. 4, p. 4-9, 2014.

VELLOSO, C. C. V.; OLIVEIRA, C. A.; GOMES, E. A.; LANA, U. G. de P.; CARVALHO, C. G.; GUIMARÃES, L. J. M.; PASTINA, M. M.; SOUSA, S. M. Genome-guided insights of tropical *Bacillus strains* efficient in maize growth promotion. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 96, n. 9, f1aa157, 2020.

Embrapa

Milho e Sorgo



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

