

Adubação Organomineral no Milho Associada a Microrganismos Solubilizadores de Fósforo



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Tabuleiros Costeiros
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
137**

**Adubação Organomineral no Milho Associada
a Microrganismos Solubilizadores de Fósforo**

*Lafayette Franco Sobral
Christiane Abreu de Oliveira
Flávia Cristina dos Santos*

***Embrapa Tabuleiros Costeiros
Aracaju, SE
2018***

Unidade responsável pelo conteúdo e edição:

Embrapa Tabuleiros Costeiros
Av. Beira Mar, 3250
CEP 49025-040, Aracaju, SE
Fone: (79) 4009-1300
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Tabuleiros Costeiros

Presidente
Ronaldo Souza Resende

Secretário-Executivo
Marcus Aurélio Soares Cruz

Membros
*Amaury da Silva dos Santos, Ana da Silva
Lédo, Anderson Carlos Marafon, Joézio Luiz
dos Anjos, Julio Roberto Araújo de Amorim,
Lizz Kezzy de Moraes, Luciana Marques de
Carvalho, Tânia Valeska Medeiros Dantas,
Viviane Talamini*

Supervisão editorial
Aline Gonçalves Moura

Normalização bibliográfica
Josete Cunha Melo

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Beatriz Ferreira da Cruz

Foto da capa
Lafayette Franco Sobral

1ª edição
Publicação digitalizada (2018)

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)

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Sobral, Lafayette Franco

Aducação organomineral no milho associada a microrganismos solubilizadores de
fósforo / Lafayette Franco Sobral, Christiane Abreu de Oliveira, Flávia Cristina dos
Santos. – Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2018.

17 p. (Boletim de Pesquisa / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1961;
137).

1. Milho. 2. Adubo. 3. Cambissolo. 4. Adubo Químico. I. Oliveira, Chistiane Abreu
de. II. Santos, Flavia Cristian dos. III. Título. IV. Série.

CDD 633.15 Ed. 21

Sumário

Resumo5

Abstract6

Introdução.....7

Material e Métodos9

Resultados e Discussão11

Conclusões.....15

Referências15

Adubação Organomineral no Milho Associada a Microrganismos Solubilizadores de Fósforo

Lafayette Franco Sobral¹

Christiane Abreu de Oliveira²

Flávia Cristina dos Santos³

Resumo – A cultura do milho tem se expandido significativamente em Sergipe, principalmente nos Cambissolos, cujo teor de fósforo (P) originalmente é baixo. Um experimento em blocos ao acaso com dez tratamentos e quatro repetições foi conduzido em um Cambissolo, em 2016 e 2017. Os tratamentos consistiram de cinco doses de P_2O_5 na forma de organomineral (fosfato Bayovar com cama de frango), na presença e ausência de microrganismos solubilizadores de fósforo. O organomineral foi aplicado no sulco de plantio e os microrganismos solubilizadores de P pulverizados sobre o adubo fosfatado. Em 2016, a produtividade de grãos de milho foi baixa e o teste F para tratamentos não foi significativo, devido à variabilidade experimental causada pela baixa e irregular distribuição de chuvas. No ano de 2017, a produtividade do milho chegou a 10 t ha^{-1} com a aplicação dos níveis mais altos de fósforo e atingiu-se o ponto de máxima produtividade com a aplicação de $90,53 \text{ kg ha}^{-1}$ de P_2O_5 . Somente foi observado efeito significativo comparando-se o tratamento sem fósforo, com e sem microrganismos solubilizadores. Não foi observado efeito significativo dos microrganismos solubilizadores tanto na produção quanto no teor de P da folha do milho.

Termos para indexação: fósforo, organomineral, microrganismos solubilizadores.

¹ Engenheiro-agrônomo, PhD em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

² Engenheira-agrônoma, doutora em Interação Planta-Microrganismos, pesquisadora de Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

³ Engenheira-agrônoma, doutora em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

Phosphorus Organic Mineral Fertilizer Associated to Phosphorus Solubilizers Microorganisms on Corn

Abstract – The corn crop has significantly expanded in Sergipe State, mainly when it is grown in a low phosphorus Inceptsol. A randomized block experiment, with ten treatments and four replications was setup in an Inceptsol, in 2016 and 2017. Treatments were five levels of P_2O_5 as an organic mineral fertilizer made of Bayovar rock phosphate, and chicken manure, with and without phosphorus solubilizers microorganisms. The organic mineral fertilizer was applied in the furrows and the solution with the solubilizers microorganisms sprayed over it. In 2016, corn yield was low and the stastical F test was not significant, caused by experimental variability due to low and poorly distributed rainfall. In 2017 corn yield was around 10 t ha^{-1} and maximum corn yield was obtained with $90,53 \text{ kg ha}^{-1}$ de P_2O_5 . Significant effects were observed in the treatments that did not received the nutrient either with and without solubilizers microorganisms. In the same year, it was not observed a significant effect of the solubilizers microorganisms in yield and in the leaf phosphorus content.

Index terms: phosphorus, organic mineral fertilizer, solubilizers microorganisms.

Introdução

A cultura do milho tem se expandido significativamente em Sergipe alcançando produtividades em torno de 10 t ha^{-1} , principalmente quando essa cultura é cultivada em Cambissolos, os quais se originam de materiais ricos em carbonato de cálcio e ocupam uma área de 328 km^2 . Esses solos ocorrem em locais onde a pluviosidade média no período de 2006 a 2015 foi de 570,6 mm. Em regime de baixa pluviosidade, a ação do intemperismo é menor, o que contribui, dentre outros fatores, para a manutenção de boas condições de fertilidade aos solos, principalmente em relação aos cátions trocáveis como cálcio, magnésio e potássio (Gomes et al., 2007). Entretanto, é comum a deficiência de fósforo (P) nesses solos, como foi reportada por Siqueira (2007) e experimentos de campo têm mostrado respostas positivas à aplicação desse nutriente (Souza et al., 2014).

Os fosfatos naturais são uma alternativa para suprir essa deficiência, como constatado por Souza et al. (2014) que conduziram experimento de campo em Cambissolo e observaram que os fosfatos naturais liberaram o P, mesmo o solo apresentando alto teor de cálcio e pH 6,0, condições que poderiam inibir a sua liberação (Novais; Smyth, 1999). No mesmo trabalho, os autores concluíram que a eficiência agrônômica do fosfato Bayovar foi maior que a do Itafós e que a dose de fósforo na forma do fosfato Bayovar que maximizou a produção foi de 60 kg ha^{-1} de P_2O_5 . Entretanto a prática da aplicação de fosfatos de rocha não está suficientemente difundida e é pouco utilizada, principalmente pelo mais baixo teor de P prontamente disponível às plantas que essas fontes apresentam em relação às fontes solúveis.

Portanto, a deficiência de P é, no geral, suprida com a aplicação de fontes solúveis, que se originam dos fosfatos naturais pelo ataque com o ácido sulfúrico, que resulta no superfosfato simples, e com o ácido fosfórico, que resulta no superfosfato triplo. A deficiência de fósforo também pode ser suprida por fosfatos naturais como é o caso do fosfato reativo de Bayóvar, de origem sedimentar e orgânico, formado pela deposição e posterior decomposição de restos de animais marinhos (Chagas, 2013).

A utilização das fontes solúveis, além de criar forte dependência externa, pois, grande parte é importada, pode afetar a microbiota do solo. Chandini e Dennis (2002) mostraram que a aplicação de superfosfato triplo causou uma

substancial redução na respiração microbiana. Rooney e Clipson, (2009) demonstraram que a estrutura da comunidade microbiana de fungos e bactérias foi afetada pela aplicação de fosfato de potássio.

A inoculação dos fertilizantes organominerais com microrganismos solubilizadores é uma alternativa para aumentar a solubilidade do fósforo e pode, consequentemente, suprir de forma adequada os requerimentos de fósforo das culturas. Os microrganismos solubilizadores de fosfato apresentam dois mecanismos de liberação de P solúvel: (1) as reações de solubilização do P inorgânico e (2) as de mineralização do P orgânico (Oliveira et al., 2009; Richardson; Simpson, 2011, Gomes et al., 2014). No primeiro os microrganismos solubilizadores são capazes de disponibilizar o fósforo complexado a cálcio, ferro e alumínio no solo e em fosfato natural, principalmente pela liberação de ácidos orgânicos (Whitelaw, 2000). Já pela mineralização, liberam o fósforo orgânico do solo e de resíduos orgânicos através da produção de enzimas do tipo fosfatases (Richardson et al., 2009; Ogbo et al., 2010; Vassileva et al., 2010). Além disso, estes microrganismos, na maioria das vezes, são também do tipo “multifuncional”, possuindo a capacidade de produzir enzimas, hormônios e substâncias que favorecem o desenvolvimento e proteção das plantas (Bashan et al., 2013), agindo como promotores de crescimento das plantas.

Almeida et al. (2016) observaram efeito significativo da inoculação com microrganismos solubilizadores na produção de massa seca da parte aérea do milheto adubado com fontes organominerais. Os autores observaram também que a inoculação no plantio foi mais eficiente que a realizada sessenta dias antes do plantio e citam, que este resultado pode estar relacionado com uma melhor sobrevivência dos microrganismos solubilizadores, quando aplicados no plantio. Paiva et al. (2017) encontraram similaridade de produtividade entre os tratamentos de milho adubado com superfosfato triplo e milho adubado com fertilizante organomineral pulverizado com microrganismos solubilizadores no sulco de plantio. Observaram também um aumento do teor de P na parte aérea das plantas de milho e P no solo, em tratamentos que receberam a inoculação com microrganismos solubilizadores.

Amanullah e Khan (2015) observaram influência de bactérias solubilizadoras na produção do milho adubado com composto orgânico e P nas doses de 75 kg ha⁻¹ e 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ provenientes do organomineral. Os autores

citam que doses mais altas de P, juntamente com bactérias solubilizadoras de P, têm aumentado a disponibilidade de P no solo, o que resulta em aumento da produtividade do milho. Quanto ao tempo decorrido entre a aplicação do composto e o plantio, os autores verificaram que a aplicação na semeadura prevaleceu quando comparada à aplicação aos 15 e 30 dias depois do plantio.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da adubação organomineral no milho em associação com microrganismos solubilizadores de fósforo.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em um Cambissolo localizado no município de Frei Paulo, SE, com 353,2 g kg⁻¹ de argila, 420,6 g kg⁻¹ de silte e 226,2 g kg⁻¹ de areia. Os plantios do milho ocorreram em 06 de junho de 2016 e 26 de maio de 2017. A precipitação anual dos referidos anos é mostrada na Figura 1.

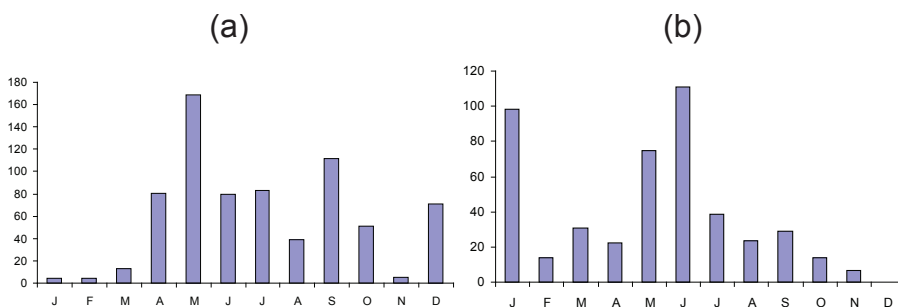


Figura 1. Pluviosidade mensal nos anos 2016 (462,3 mm) (a); e 2017 (711,0 mm) (b).

Antes da instalação do experimento amostras de solo foram coletadas na profundidade 0 m-0,2 m cujos resultados são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos químicos do solo da área experimental antes da aplicação dos tratamentos.

| M.O | pH | Ca | Mg | H+Al | Al | P | K | Na |
|--------------------|------------------|-------------------------------------|------|------|-----|---------------------|-------|------|
| g kg ⁻¹ | H ₂ O | mmol _c .dm ⁻³ | | | | mg dm ⁻³ | | |
| 31,4 | 5,9 | 169,8 | 29,8 | 0,0 | 0,2 | 3,2 | 266,8 | 35,7 |

O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso com 4 repetições e 10 tratamentos no esquema fatorial, considerando 5 doses de fósforo (0 kg ha⁻¹, 30 kg ha⁻¹, 60 kg ha⁻¹, 90 kg ha⁻¹ e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅), com e sem aplicação de microrganismos solubilizadores de P, respectivamente. A fonte de P foi um organomineral obtido misturando-se em partes iguais o fosfato Bayovar e cama de frango. Os teores de P no fosfato Bayovar total e solúvel em ácido cítrico a 2% foram de 29,28% e 13,27%, respectivamente. Nos tratamentos com inoculação, se realizou a pulverização da solução contendo os microrganismos solubilizadores sobre a mistura do Bayovar e cama de frango aplicadas no sulco de plantio. A solução foi preparada diluindo-se 60mL de uma solução 10¹⁰ células.mL⁻¹ do inoculante em 60 L de água, para uma concentração final de 10⁷ células.mL⁻¹. A aplicação foi realizada utilizando-se um pulverizador costal, com o cuidado de utilizar o mesmo volume em cada parcela.

O inoculante foi preparado utilizando-se a mistura de duas cepas de *Bacillus* sp. solubilizadoras de P. Estes microrganismos pertencem à Coleção de Microrganismos Multifuncionais da Embrapa Milho e Sorgo e foram selecionados em experimentos anteriores como eficientes na biossolubilização do fósforo e promotores de crescimento de plantas (Oliveira et al., 2009; Oliveira et al., 2013). Para preparo das suspensões microbianas, os microrganismos foram reativados em placas de Petri contendo meio de cultura BDA: batata (200 g L⁻¹), dextrose (20 g L⁻¹) e ágar (15 g L⁻¹), utilizando-se o método de estrias para obtenção de colônia pura dos isolados. Posteriormente, cada estirpe foi transferida para cultivo em caldo de soja trip-caseína e incubada na temperatura de 29 °C, sob agitação de 350 rpm. Após 72h de crescimento, os inóculos foram centrifugados por 10 minutos, a 6.000 g. As suspensões microbianas, ressuspensas em solução salina [0,85% (m/v) NaCl], foram ajustadas

para a absorbância igual ou superior a 1, em comprimento de onda igual a 550 nm, e posterior concentração para obtenção de uma concentração final de 10^{10} células.mL⁻¹, constituindo-se assim o inoculante.

A parcela total foi composta por 6 linhas de milho de 5 m de comprimento cada e espaçadas de 0,80 m. A parcela útil foi constituída pelas quatro linhas centrais, com eliminação de 1 m em cada extremidade. Os híbridos de milho utilizados foram o 2B433PW em 2016 e o 2B647PW em 2017. Para determinação do teor foliar de fósforo amostras de folha foram coletadas no início do florescimento (30 folhas opostas à espiga por parcela útil). Os grãos foram colhidos com colheitadeira mecânica e os dados corrigidos para 13% de umidade. Os dados foram submetidos a análise de variância e regressão, utilizando-se o Stastical Analysis System SAS, e o teste Duncan para comparação das médias.

Resultados e Discussão

Na Tabela 2 são mostrados os dados de produtividade de grãos de milho nos anos de 2016 e 2017 sob influência ou não de microrganismos solubilizadores de P. No ano de 2016, devido ao baixo volume e irregular distribuição das chuvas, a produtividade do milho foi muito baixa. No mesmo ano, o teste F para tratamentos com e sem microrganismos solubilizadores da análise da variância não foi significativo. Para doses, o teste F foi significativo, embora os resultados não sejam consistentes (CV 38,27%).

Tabela 2. Produtividade de grãos de milho com e sem a aplicação de microrganismos solubilizadores, nos dois anos de condução dos experimentos.

| Tratamentos | Produtividade kg ha ⁻¹ | Produtividade kg ha ⁻¹ |
|--------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | Ano 2016 | Ano 2017 |
| Sem MicS | 1631,9 a | 9660,4 a |
| Com MicS | 1874,5 a | 9736,1 a |
| F Tratamento | 1,31 n.s. | 0,06 n.s. |
| F Doses | 4,07* | 27,65 *** |
| F Ano | 1158,76 ** | |
| CV% | 38,27 | 9,76 |

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste Duncan (P < 0,05). MicS – microrganismo solubilizador

Sob estresse hídrico (ano 2016), observou-se que a produtividade do milho foi significativamente menor em relação ao ano com maior volume de chuva (2017) conforme mostrado na Tabela 2. No ano de 2017, onde o volume e a regularidade das chuvas favoreceram a cultura do milho, a produtividade atingiu valores de cerca de $10.000 \text{ kg ha}^{-1}$, nos maiores níveis de fósforo utilizados. Da mesma forma que em 2016, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos com e sem a presença de microrganismos solubilizadores e a produtividade do milho foi significativamente menor no tratamento que não recebeu o fósforo. A interação de tratamentos com e sem microrganismos solubilizadores versus doses não foi significativa.

Na Figura 2A é mostrada a curva de resposta ao fósforo pelo milho. Como a interação de tratamentos com e sem microrganismos solubilizadores versus doses não foi significativa foram plotados os dados médios dos dois tratamentos. O ponto de máxima a partir do qual não ocorre mais resposta ao nutriente é $90,53 \text{ kg ha}^{-1}$ de P_2O_5 . Na Figura 2B é mostrada a relação entre as doses de P_2O_5 e os teores do nutriente na folha. A dose de P_2O_5 que maximizou os teores de P na folha extrapolou os limites das doses e não pode ser considerada.

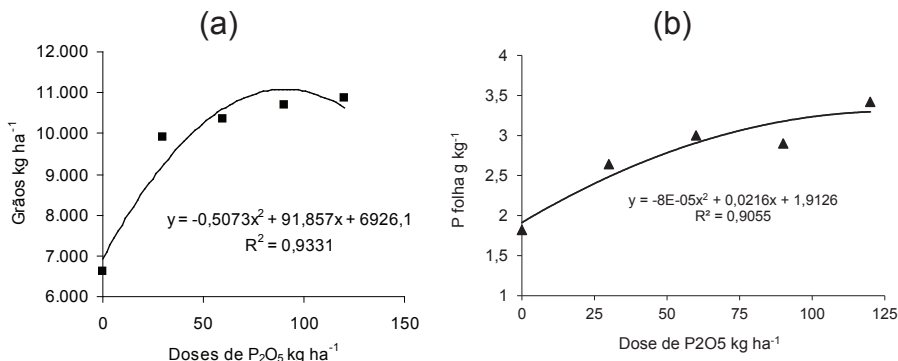


Figura 2. Relações entre as doses de P e a produção de grãos (a) e os teores de P na folha do milho (b), confeccionadas com os dados dos tratamentos com e sem microrganismos solubilizadores. Componentes linear e quadrático da equação foram significativos pelo teste F.

Na Figura 3 é mostrada a relação entre os teores de P na folha e a produção de grãos. O teor de P na folha que maximizou a produção de grãos foi $3,39 \text{ g kg}^{-1}$ maior que o nível crítico de $2,2 \text{ g kg}^{-1}$ proposto por Cantarutti et al. (2007). É provável que condições de clima e solo, muito favoráveis a produção do milho, tenham alterado a absorção de fósforo e causado um maior teor de P na folha.

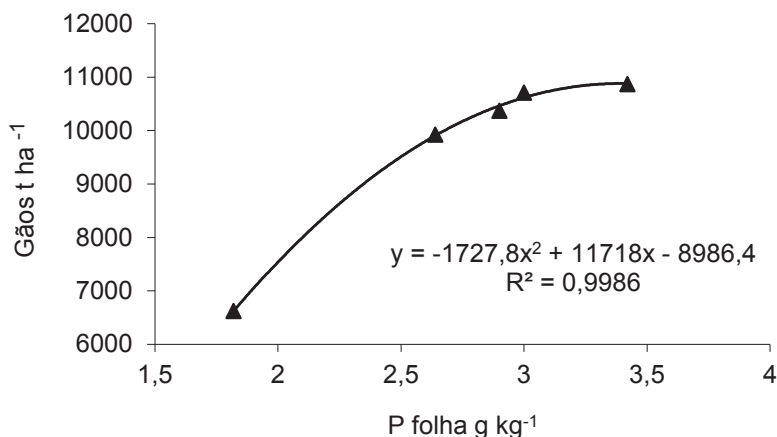


Figura 3. Relação entre os teores de P na folha e a produção de grãos confeccionada com os dados dos tratamentos com e sem microrganismos solubilizadores. Componentes linear e quadrático da equação foram significativos pelo teste F.

Na Tabela 3 estão os teores de P na folha do milho nos dois anos de condução do experimento. Em 2016, devido à baixa pluviosidade, os teores de P na folha não diferiram significativamente tanto entre tratamentos com e sem microrganismos solubilizadores quanto entre as doses de P_2O_5 e foram menores que o nível crítico de P na folha de $2,2 \text{ g kg}^{-1}$ proposto por Cantarutti et al. (2007). Em 2017, ano em que a pluviosidade tanto em volume quanto em distribuição foi adequada para o milho, os teores de P foram maiores que o nível crítico proposto por Cantarutti et al. (2007) e foi observado efeito significativo para doses, não tendo sido observado efeito

significativo para os tratamentos com e sem microrganismos solubilizadores (Tabela 3). Nos dois anos de condução do experimento a interação doses x tratamentos com e sem microrganismos solubilizadores não foi significativa.

Tabela 3. Efeito dos microrganismos solubilizadores nos teores de P na folha do milho nos dois anos de condução do experimento.

| Tratamentos | P folha g kg ⁻¹ | P folha g kg ⁻¹ |
|--------------|----------------------------|----------------------------|
| | Ano 2016 | Ano 2017 |
| Sem MicS | 1,17 a | 2,67 a |
| Com MicS | 1,20 a | 2,84 a |
| F Tratamento | 0,13 n.s. | 3,40 n.s. |
| F Doses | 0,61 n.s. | 31,70*** |
| CV% | 21,70 | 10,81 |

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste Duncan ($P < 0,05$). MicS – microrganismo solubilizador.

Amanullah e Khan (2015) observaram influência de bactérias solubilizadores na produção do milho adubado com composto orgânico e fósforo. Almeida et al (2016) também observaram efeito de microrganismos solubilizadores na solubilização do fosfato Araxá misturado a cama de frango. Resultados diferentes observados neste trabalho, podem estar relacionados as condições de clima e solo.

Conclusões

- a) Não foi observado efeito significativo dos microrganismos solubilizadores tanto na produção quanto no teor de P da folha do milho.
- b) A dose de P_2O_5 que maximizou a produção do milho em 2017 foi 90,53 kg ha⁻¹.
- c) O teor de P na folha que maximizou a produção de milho foi 3,39 g kg⁻¹.

Referências

- ALMEIDA, C. N. S.; SANTOS, F. C. dos; MARRIEL, I. E.; GOMES, E. A.; FREITAS, A.; PAIVA, C. A. de O. **Adubação organomineral em associação com microrganismos solubilizadores de fósforo no milheto**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2016. 38 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 147).
- AMANULLAH; KHAN, A. Phosphorus and compost management influence maize (Zea mays) productivity under semiarid condition with and without phosphate solubilizing bacteria. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, art. 1083, 2015.
- BASHAN, Y.; KAMNEV, A. A.; BASHAN, L. E. A proposal for isolating and testing phosphate-solubilizing bacteria that enhance plant growth. **Biology and Fertility of Soils**, v. 49, p. 1-2, 2013.
- CANTARUTTI, R. B.; BARROS, N. F. de; PRIETO, H. E.; NOVAIS, R. F. Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. Fertilidade do Solo. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.
- CHAGAS, W. F. T. **Eficiência agrônômica do fosfato reativo de bayóvar associado ou não à calagem no cultivo do capim piatã**. 2013. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013. 79 p.
- CHANDINI, T. M.; DENNIS, P. Microbial activity, nutrient dynamics and litter decomposition in a Canadian Rocky Mountain pine forest as affected by N and P fertilizers. **Forest Ecology and Management**, v. 159, n. 3. p. 187–201, abr. 2002.
- GOMES, E. A.; SILVA, U. C.; MARRIEL, I. E.; OLIVEIRA, C. A.; LANA, U. G. P. Rock phosphate solubilizing microorganisms isolated from maize rhizosphere soil. **Revista Brasileira de Milho Sorgo**, v. 13, n. 1, p. 69-81, 2014.

GOMES, J. B. V.; ARAUJO FILHO, J. C. de; SIQUEIRA, O. J. W. de; CARVALHO FILHO, A. de; SOBRAL, L. F. Principais classes de solos do Estado de Sergipe. In: SOBRAL, L. F.; VIEGAS, P. R. A.; SIQUEIRA, O. J. W.; ANJOS, J. L.; BARRETO, M. C. de V.; GOMES, J. B. V. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes no Estado de Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 251 p.

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

OGBO, F. C. Conversion of cassava wastes for biofertilizer production using phosphate solubilizing fungi. **Bioresource Technology**, v. 101, p. 4120–4124, 2010.

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.; MATTOS, B. B.; SANTOS, F. C.; OLIVEIRA M. C.; ALVES, V. M. C. **Metodologia de aplicação de microrganismos solubilizadores de fósforo em sementes visando melhor aproveitamento deste nutriente pelas plantas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 25 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 88).

PAIVA, C. A. O.; SANTOS, F. C. dos; MARRIEL, I. E.; ALMEIDA, C. N. S.; GOMES, E. A.; MATTOS, B. B.; PASSOS, A. M. A. dos; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. de; TEIXEIRA, P. C. **Adubação fosfatada organomineral com pulverização de inoculante contendo microrganismos solubilizadores**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2017. 11 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 236).

RICHARDSON, A. E.; BAREA, J.; 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, n. 1-2, p. 305–339, 2009.

RICHARDSON, A. E.; SIMPSON, R. J. Soil microorganisms mediating phosphorus availability update on microbial phosphorus. **Plant Physiology**, v. 156, p. 989–996, 2011.

ROONEY, D. C.; CLIPSON, N. J. W. Phosphate addition and plant species alters microbial community structure in acidic upland grassland soil. **Microbial Ecology**, v. 57, p. 4–13, 2009.

SIQUEIRA, O. J. W de. Diagnostico da fertilidade dos solos do Estado de Sergipe. In: SOBRAL, L. F.; VIEGAS, P. R. A.; SIQUEIRA, O. J. W.; ANJOS, J. L.; BARRETO, M. C. de V.; GOMES, J. B. V. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes no Estado de Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 251 p.

SOUZA, R. M.; SOBRAL, L. F.; VIÉGAS, P. R. A.; OLIVEIRA JUNIOR, A.; CARVALHO, M. C. S. Eficiência agrônômica de fosfatos de rocha em solo com elevado teor de cálcio trocável. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 1816-1825, 2014.

VASSILEVA, M.; SERRANO, M.; BRAVO, V.; JURADO, E.; NIKOLAEV, I.; MARTOS, V.; VASSILEV, N. Multifunctional properties of phosphate-solubilizing microorganisms grown on agro-industrial wastes in fermentation and soil conditions. **Applied Microbiology Biotechnology**, v. 85, p. 1287-1299, 2010.

WHITELAW, M. A. Growth promotion of plants inoculated with phosphate-solubilizing fungi. **Advances in Agronomy**, v. 69, p. 99-151, 2000.



Tabuleiros Costeiros



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

