

## AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line): 1981-0997

v.6, n.3, p.544-550, jul.-set, 2011

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

DOI:10.5039/agraria.v6i4a1429

Protocolo 1429 - 21/03/2011 \*Aprovado em 27/06/2011

Francisco F. Lima<sup>1</sup>

Luis A. P. L. Nunes<sup>2</sup>

Marcia do V. B. Figueiredo<sup>3,5</sup>

Fábio F. de Araújo<sup>4</sup>

Luciano M. Lima<sup>2</sup>

Ademir S. F. de Araújo<sup>2,5</sup>

# *Bacillus subtilis* e adubação nitrogenada na produtividade do milho

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da inoculação com *Bacillus subtilis* e adubação nitrogenada sobre o desenvolvimento e a produtividade do milho. O estudo foi conduzido em uma área experimental, no Centro de Treinamento do EMATER, em Teresina, PI. Os tratamentos foram dispostos em um delineamento em blocos ao acaso sob arranjo fatorial de 5 x 2, sendo cinco doses de N (0, 40, 80, 120 e 160 kg N ha<sup>-1</sup>) e dois tratamentos microbiológicos (com e sem inoculação). No tratamento com inoculação foi utilizado um produto formulado contendo *Bacillus subtilis*, estirpe PRBS-1. O plantio foi realizado em parcela experimental de 3,2 m x 5,0 m e as coletas dos dados foram realizadas aos 50 e 76 dias após a emergência para a avaliação do desenvolvimento e produtividade de grãos, respectivamente. Houve efeito significativo para inoculação e doses de N sobre todas as variáveis avaliadas, exceto para a altura das plantas. Houve aumento significativo para o acúmulo de N na parte aérea e a leitura de clorofila com a inoculação de *Bacillus subtilis*. As maiores produtividades de grãos foram encontradas com a utilização de doses iguais ou superiores a 120 kg ha<sup>-1</sup> de N com o uso da inoculação. A inoculação das sementes com *Bacillus subtilis*, associada à adubação nitrogenada, melhorou o desenvolvimento e aumentou a produtividade de grãos do milho.

**Palavras-chave:** Inoculação, produção de grãos, rizobactéria, *Zea mays*.

## Effect of *Bacillus subtilis* inoculation and nitrogen fertilization on maize yield.

## ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the effect of *Bacillus subtilis* inoculation and nitrogen fertilization on maize growth and yield. The experiment was carried out in an experimental area at the Training Center of EMATER, in Teresina, Piauí, Brazil. The treatments were disposed in a completely randomized block design in factorial scheme of 5 x 2, with five N doses (0, 40, 80, 120 and 160 kg N ha<sup>-1</sup>) and two microbiological treatments (with and without inoculation). In the inoculated treatment, a product formulated with *Bacillus subtilis*, strain PRBS-1, was used. The sowing was carried out in an experimental plot of 3.2 m x 5.0 m and the data collection was made 50 and 76 days after plants emergence for the growth and yield evaluation, respectively. Significant effects were observed for inoculation and N doses in all variables, except for plant height. A significant increase for N accumulation in the shoot and chlorophyll reading was observed with the *Bacillus subtilis* inoculation. The highest grain yields were found with use of N doses in rates equal or over 120 kg ha<sup>-1</sup> and with the use of inoculation. Seed inoculation with *Bacillus subtilis*, associated with N fertilization, improved growth and increased maize yield.

**Key words:** Inoculation, grain production, rhizobacteria, *Zea mays*.

<sup>1</sup> Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural, Centro Administrativo, Rua João Cabral, 2319, Pirajá, CEP 64002-150, Teresina-PI, Brasil. Fone: (86) 3216-3858. E-mail: franmeu@globo.com. Fone. Fax. E-mail: franmeu@globo.com

<sup>2</sup> Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro Reis Velloso, Centro de Ciências Agrárias, Socoço, CEP 64048-000, Teresina-PI, Brasil. Fone: (86) 3215-5740. Fax: (86) 3215-5740. E-mail: lalnunes@yahoo.com.br; lmoura@yahoo.com.br; asfaraaj@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Instituto Agronômico de Pernambuco, Sede, Laboratório de Biologia de Solo, Avenida General San Martin, 1371, Bongi, CEP 50761-000, Recife-PE, Brasil. Fone: (81) 3184-7343. Fax: (81) 2122-7211. E-mail: mbarreto@elogica.com.br

<sup>4</sup> Universidade do Oeste Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias, Agronomia, Rodovia Raposo Tavares, km 572, Limoeiro, CEP 19067-175, Presidente Prudente-SP, Brasil. Fone: (18) 3229-2024 Fax: (18) 3229-3274. E-mail: fabio@unoeste.br

<sup>5</sup> Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq

## INTRODUÇÃO

As rizobactérias promotoras do crescimento de plantas (RPCPs) são bactérias que habitam o solo e que são com frequência isoladas da rizosfera de diversas plantas cultivadas. A possibilidade da sua aplicação nos solos traz benefícios diretos para a produção agrícola e, ao mesmo tempo, uma alternativa de cultivo com menor uso de insumos agrícolas (Lavie & Stotzky, 1986; Figueiredo et al., 2009). Os efeitos destes microrganismos sobre o desenvolvimento das plantas são amplos, incluindo os efeitos benéficos desde a germinação de sementes até a produção de grãos (Lazaretti & Bettioli, 1997).

A promoção de crescimento das plantas pode ser o resultado de diversos mecanismos como, por exemplo, a produção de reguladores de crescimento, tais como auxinas (Asghar et al., 2002), citocininas (Arkhipova et al., 2005) e giberelinas (Joo et al., 2004); solubilização de fosfatos minerais (Freitas & Pizzinatto, 1997) e controle biológico na rizosfera (Araújo, 2008). Entre as RPCPs mais estudadas destacam-se: *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Azospirillum* e rizóbios (Araújo, 2008).

O *Bacillus subtilis* é uma das principais RPCPs de importância para a promoção do crescimento vegetal. A promoção de crescimento das plantas mediada por *Bacillus subtilis* é realizada por meio de vários mecanismos, como a produção de fitohormônios estimuladores do crescimento (Datta et al., 1982), produção de sideróforos e antibióticos (Harman et al., 2004) e indução de resistência das plantas contra fitopatógenos (Ramamoorthy et al., 2001).

O milho (*Zea mays* L.) é um vegetal importante para a humanidade, devido ao seu elevado valor nutritivo e pelas diversas formas de utilização na alimentação humana e animal. Entretanto, baixos níveis de produtividade têm sido observados em diversas áreas de produção e uma das principais causas é a pouca disponibilidade de nutrientes no solo, principalmente nitrogênio (N) (Oliveira et al., 2009).

Apesar de o N desempenhar um papel fundamental no aumento da produtividade do milho, este elemento causa um aumento no custo de produção (Silva et al., 2005). Segundo Machado et al. (1998), os fertilizantes nitrogenados representam 75% dos custos da adubação do milho, o que corresponde a cerca de 40% dos custos totais de produção da cultura.

Em virtude da capacidade das RPCPs de liberar substâncias promotoras de crescimento e auxiliar as plantas pelo fornecimento de nutrientes, podem haver efeitos positivos no desenvolvimento do milho e uma economia na adubação nitrogenada. Um estudo recente mostrou que a inoculação das sementes com *Pseudomonas* aumentou significativamente a produtividade média de grãos e o comprimento das espigas de milho (Cavallet et al., 2000).

Neste sentido, a inoculação das sementes com produto à base de *Bacillus subtilis* pode favorecer o desenvolvimento e a produtividade do milho. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da inoculação com *Bacillus subtilis* associada à adubação nitrogenada no desenvolvimento e produtividade do milho.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Centro de Treinamento do EMATER, localizado no município de Teresina, estado do Piauí (03°05' S; 41°47' W; 46 m). O solo da região é classificado como ARGISSOLO. O clima é do tipo Aw', tropical chuvoso, de acordo com a classificação de Koppen, com precipitação média anual de aproximadamente 1000 mm e umidade relativa do ar em torno de 75 %.

As características químicas do solo antes da instalação do experimento foram pH 6,4; Matéria orgânica 8,5 g kg<sup>-1</sup>; P, 35 mg dm<sup>-3</sup>; K, 0,15; Ca, 1,1; Mg, 0,5 e CTC 1,85 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, determinadas no Laboratório de Solo e Água da Embrapa Meio Norte. O solo foi preparado por meio de aração e gradagem leve e recebeu adubação mineral com P e K utilizando-se 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na forma de superfosfato simples, e 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, na forma de cloreto de potássio. Os tratamentos foram dispostos em um delineamento em blocos ao acaso sob arranjo fatorial de 5 x 2, sendo cinco doses de N, na forma de uréia, (0, 40, 80, 120 e 160 kg N ha<sup>-1</sup>) e dois tratamentos microbiológicos (com e sem inoculação de *Bacillus subtilis*). As doses foram parceladas em três (no plantio e em duas coberturas aos 25 e 40 dias após a emergência). No tratamento com inoculação foi utilizado um produto formulado em pó contendo o isolado PRBS-1 (Araújo, 2008) na concentração de 10<sup>9</sup> esporos g<sup>-1</sup>. A inoculação foi feita utilizando-se uma solução açucarada a 1% para servir como aderente para o inoculante que foi aplicado na dose de 500 g de inoculante para 50 kg de sementes.

A parcela experimental teve dimensões de 3,2 m x 5,0 m e constou de quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, tendo como área útil as duas fileiras centrais. O espaçamento entre fileiras foi de 0,8 m. Dentro da fileira, o espaçamento foi de 0,2 m entre covas, o que resultou em 25 covas por fileira, onde foram colocadas duas sementes de milho híbrido precoce AG6040. O desbaste foi feito aos dez dias após o plantio, deixando-se uma planta por cova. A irrigação por aspersão, via sistema convencional, com turno de rega diário, foi realizada utilizando uma lâmina d'água crescente com o desenvolvimento das plantas, atingindo-se lâminas d'água da ordem de 8 mm diários nos estádios V18 a R3.

As avaliações foram realizadas aos 50 (período de florescimento) e 76 (colheita) dias após o plantio. Aos 50 dias avaliou-se a altura das plantas (tomando-se como base a distância da superfície do solo até a extremidade do pendão), o teor de clorofila nas folhas (utilizando-se medidor portátil de clorofila (ClorofiLOG)) e o acúmulo de N na parte aérea. A leitura de clorofila foi realizada na 9ª folha totalmente expandida (Silva et al., 2003). As leituras no medidor de clorofila foram feitas em pontos situados na metade a dois terços do comprimento da folha amostrada, a partir da base, e a 2 cm de uma das margens da folha.

Aos 76 dias foi realizada a colheita, tomando-se como área útil as duas linhas centrais, eliminando 0,5 m nas extremidades. As variáveis avaliadas foram o comprimento das espigas despalhadas (determinado em dez espigas tomadas ao acaso na parcela), massa das espigas despalhadas (kg por espiga)

e produtividade de grãos secos (resultado em t ha<sup>-1</sup> de grãos a 13% de umidade). Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste Tukey (P<0,05).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância mostrou que houve diferenças significativas (P<0,05) para inoculação (I) e doses de N (N) sobre todas as variáveis avaliadas. A exceção deveu-se à altura das plantas em que não houve efeito significativo para a inoculação (I). Estes resultados indicam que houve comportamento diferenciado do milho para o ANPA, leitura de clorofila e os componentes de produtividade pelo uso da inoculação e dos diferentes níveis de N.

Os valores para altura de plantas foram mais superiores nos tratamentos com fertilização nitrogenada do que no controle sem N com e sem inoculação (Tabela 1). Não houve diferenças significativas entre os tratamentos com e sem inoculação, independente da dose de N utilizada.

Os resultados indicam respostas positivas no crescimento do milho pela adubação nitrogenada, conforme observado em outros trabalhos (Mendonça et al., 1999; Araújo et al., 2004; Oliveira et al., 2009). Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Oliveira et al. (2009), que encontraram altura máxima do milho na dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Em um trabalho com inoculação de RPCP em milho, Cavallet et al. (2000) encontraram plantas com altura média de 2,21 m. Segundo os autores, por um lado, plantas muito altas podem apresentar efeitos negativos ligados ao tombamento e, por outro lado, a altura das plantas não tem correlação significativa com a produtividade de grãos.

A leitura de clorofila apresentou maiores valores com a adubação nitrogenada, em doses iguais ou superiores a 80 kg ha<sup>-1</sup> de N, nos tratamentos com e sem inoculação (Tabela 1). Entretanto, observou-se que nos tratamentos inoculados, os valores de leitura de clorofila foram superiores aos sem inoculação.

Os resultados da leitura de clorofila reforçam que a adubação nitrogenada melhorou o nível nutricional de

nitrogênio (N) no milho, devido ao fato de a quantidade desse pigmento correlacionar-se positivamente com teor de N na planta (Silva et al., 2003). Entretanto, observa-se um efeito positivo da inoculação para incrementar o conteúdo deste pigmento na folha. Esta tendência de maior conteúdo de clorofila está relacionada ao aumento da absorção de N observada anteriormente. Os resultados reforçam o efeito do *Bacillus subtilis* no desenvolvimento do milho e na promoção de maior capacidade fotossintética da planta.

Comportamento semelhante à clorofila foi observado em relação ao acúmulo de N na parte aérea, em que os valores foram superiores em doses iguais ou acima de 80 kg ha<sup>-1</sup> de N (Tabela 1). Além disso, houve efeito positivo da inoculação no acúmulo de N na parte aérea.

Por um lado, os resultados mostram respostas do milho ao acúmulo de N pela adubação nitrogenada. Por outro lado, houve um efeito positivo do *Bacillus subtilis* no acúmulo deste elemento na planta. Estes resultados sugerem efeitos benéficos da bactéria na assimilação de nitrogênio (Didonet et al., 1996) e no aumento da superfície de absorção das raízes (Salomone & Döbereiner, 1996).

Resultados semelhantes no aumento do teor de N nas folhas de plantas inoculadas com *Bacillus subtilis* foram observados por Araújo (2008). Este autor observou que a inoculação da rizobactéria em milho aumentou o teor de N nas folhas em aproximadamente 150% quando comparado com a testemunha. Ainda segundo o mesmo autor, o incremento no acúmulo de N no tecido foliar demonstra que existe alguma influência microbiana na disponibilização deste nutriente para a planta. Dourado Neto et al. (2004) relatou que na rizosfera um dos fatores que aumentam a mobilização de nutrientes vegetais está relacionado com a presença do hormônio vegetal citocinina. Estudos realizados já comprovaram que rizobactérias produzem este hormônio na rizosfera (Cacciari et al., 1989).

Em relação à massa e comprimento da espiga, houve aumento significativo com a aplicação de N em doses iguais ou superiores a 120 e 80 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente, para os tratamentos com e sem inoculação (Tabela 2). Por outro lado, houve efeito positivo da inoculação no incremento do tamanho da espiga.

**Tabela 1.** Altura da planta, leitura da clorofila e acúmulo de N do milho com (+) e sem (-) inoculação de *Bacillus subtilis*, cultivado em solo sob diferentes níveis de N, aos 50 dias após a emergência

**Table 1.** Plant height, chlorophyll reading and N accumulation of maize with (+) and without (-) *Bacillus subtilis* inoculation, sowed in soil under different N levels, 50 days after plant emergence

Tratamentos	Altura da planta (m)		Leitura da clorofila (unidades)		Acúmulo de N (%)	
	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)
0 kg ha <sup>-1</sup> N	1,86 bA	1,91 bA	39,2 cA	39,8 bA	1,80 cA	1,72 bA
40 kg ha <sup>-1</sup> N	2,22 aA	2,29 aA	45,6 bA	41,2 bA	2,03 bA	1,86 bA
80 kg ha <sup>-1</sup> N	2,32 aA	2,35 aA	50,7 aA	50,6 aA	2,51 aA	2,46 aA
120 kg ha <sup>-1</sup> N	2,35 aA	2,34 aA	54,1 aA	51,1 aB	2,80 aA	2,53 aB
160 kg ha <sup>-1</sup> N	2,36 aA	2,36 aA	53,4 aA	50,2 aB	2,78 aA	2,45 aB
CV (%)	4,7	5,9	10,2	12,5	9,3	10,9

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem (P<0,05) entre si pelo teste Tukey

**Tabela 2.** Massa e comprimento das espigas e produtividade do milho com (+) e sem (-) inoculação de *Bacillus subtilis*, cultivado em solo sob diferentes níveis de N, aos 76 dias após a emergência

**Table 2.** Stalk mass and height and maize yield with (+) and without (-) *Bacillus subtilis* inoculation, sowed in soil under different N levels, 76 days after plant emergence

Tratamentos	Massa (m)		Comprimento (cm)		Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	
	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)
0 kg ha <sup>-1</sup> N	64,7 cA	65,9 cA	11,3 cA	11,1 bA	2567,1 cA	2137,2 cA
40 kg ha <sup>-1</sup> N	103,4 bA	97,9 bA	14,4 bA	12,3 bA	3911,7 bA	3602,1 bA
80 kg ha <sup>-1</sup> N	116,8 bA	122,8 aA	15,1 abA	14,6 aA	4417,6 bA	4626,7 aA
120 kg ha <sup>-1</sup> N	149,9 aA	131,6 aB	16,1 aA	14,4 aB	5453,6 aA	4825,9 aB
160 kg ha <sup>-1</sup> N	147,8 aA	149,6 aA	16,6 aA	14,2 aB	5432,5 aA	5183,3 aA
CV (%)	5,7	10,1	8,5	12,4	15,1	14,2

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem (P<0,05) entre si pelo teste Tukey

Os resultados para o tamanho da espiga, medidos pelo seu comprimento e sua massa, indicam efeito positivo da inoculação e adubação nitrogenada na cultura. Em outros trabalhos, também foi observado aumento na massa das espigas, em função de doses de N (Medeiros & Silva, 1983; Sangoi & Almeida, 1994). Para o comprimento da espiga, estes resultados concordam com os observado por Cavallet et al. (2000) que obtiveram crescimento significativo no comprimento de espigas em 6% nos tratamentos onde foi inoculado um produto à base de RPCPs. Este mesmo autor encontrou correlação positiva entre o comprimento da espiga e a produtividade de grãos.

Os maiores valores de produtividade de grãos secos foram observados com a aplicação de dose iguais ou acima de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, nos tratamentos com e sem inoculação (Tabela 2). Entretanto, as maiores produtividades, nestas doses, foram encontradas com o uso da inoculação com *Bacillus subtilis*.

Estes dados evidenciam que a inoculação com *Bacillus subtilis* pode auxiliar a planta na obtenção de melhor resposta à adubação nitrogenada. Neste caso, a inoculação favorece o incremento na produtividade de grãos de milho que, no na região situa-se em torno de 1.250 kg ha<sup>-1</sup> (Cardoso et al., 2003).

## CONCLUSÕES

O milho apresentou respostas positivas às doses de N aplicadas, para o desenvolvimento e produtividade de grãos.

A inoculação das sementes com *Bacillus subtilis* melhorou o desenvolvimento e aumentou a produtividade de grãos do milho.

## AGRADECIMENTOS

A EMATER pela liberação de Área Experimental para a realização deste trabalho e ao CNPq pela concessão das bolsas de Produtividade de Pesquisas a Ademir S. F. Araújo e Márcia B. V. Figueiredo.

## LITERATURA CITADA

- Araújo, F.F. Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostra e desenvolvimento de milho, soja e algodão. *Ciência e Agrotecnologia*, v.2, n.2, p.456-462, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542008000200017>
- Araújo, L.A.N., Ferreira, M.E., Cruz, M.C.P. Adubação nitrogenada na cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, n.8, p.771-777, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2004000800007>
- Arkipova, T.N., Veselov, S.U., Melentiev, A.I., Martynenko, E.V., Kudoyarova, G.R. Ability of bacterium *Bacillus subtilis* to produce cytokinins and to influence the growth and endogenous hormone content of lettuce plants. *Plant and Soil*, v. 272, n.1-2, p. 201-209, 2005. <http://dx.doi.org/10.1007/s11104-004-5047-x>
- Asghar, H.N., Zahir, Z.A., Arshad, M., Khaliq, A. Relationship between in vitro production of auxins by rhizobacteria and their growth-promoting activities in *Brassica juncea* L. *Biology and Fertility of Soils*, v. 35, n.4, p. 231-237, 2002. <http://dx.doi.org/10.1007/s00374-002-0462-8>
- Cacciari, I., Lippi, D., Pietrosanti, T., Pietrosanti, W. Phytohormone-like substances produced by single and mixed diazotrophic cultures of *Azospirillum* and *Arthrobacter*. *Plant and Soil*, v.115, n.1, p.151-153, 1989. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02220706>
- Cardoso, M.J., Carvalho, H.W.L., Santos, M.X., Leal, M.L.S., Oliveira, A.C. Desempenho de híbridos de milho na região meio-norte do Brasil. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.2, n.1, p.43-52, 2003.
- Cavallet, L.E., Pessoa, A.C.S., Helmich, J.J., Helmich, P.R., Ost, C.F. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum* spp. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.4, n.1, p.129-132, 2000. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662000000100024>
- Datta, M., Banik, S., Gupta, K. Studies on the efficacy of a phytohormone producing phosphate solubilizing *Bacillus firmus* in augmenting paddy yield in acid soils of Nagaland.

- Plant and Soil, v.69, n.3, p.365-373, 1982. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02372457>
- Didonet, A.D., Rodrigues, O., Kenner, M.H. Acúmulo de nitrogênio e de massa seca em plantas de trigo inoculadas com *Azospirillum brasiliense*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.16, n.9, p.645-651, 1996.
- Dourado Neto, D., Dario, G.J.A., Vieira Júnior, P.A., Manfron, P.A., Martin, T.N., Bonnacarrère, R.A.G., Crespo, P.E.N. Aplicação e influência do fitoregulador no crescimento das plantas de milho. Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia, v. 11, n.1, p. 93-102, 2004.
- Figueiredo, M.V.B., Lira Junior, M.A., Messias, A.S., Menezes, R.S.C. Potential impact of biological nitrogen fixation and organic fertilization on corn yield in low external input systems In: Danforth, A.T. (Ed.). Corn crops production: growth, fertilization and yield. New York: Nova Science Publishers, 2009. p.239-267.
- Freitas, S.S., Pizzinatto, M.A. Ação de rizobactérias sobre a incidência de *Colletotrichum gossypii* e promoção de crescimento em plântulas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*). Summa Phytopathologica, v. 23, n.1, p. 36-41, 1997.
- Harman, G.E.; Howell, C.R.; Viterbo, A.; Chet, I.; Lorito, M. Trichoderma species – opportunistic, avirulent plant symbionts. Nature Reviews Microbiology, v. 2, n.1, p. 43-55, 2004. <http://dx.doi.org/10.1038/nrmicro797>
- Joo, G.J., Kim, Y.M., Lee, I.J., Song, K.S., Rhee, I.K. Growth promotion of red pepper plug seedlings and the production of gibberellins by *Bacillus cereus*, *Bacillus macroides* and *Bacillus pumilus*. Biotechnology Letters, v.26, n.6, p.487-491, 2004. <http://dx.doi.org/10.1023/B:BILE.0000019555.87121.34>
- Lavie, S., Stotzky, G. Interactions between clay minerals and siderophores affect the respiration of *Histoplasma capsulatum*. Applied and Environmental Microbiology, v.51, n.1, p.74-79, 1986.
- Lazzareti E., Bettiol, W. Tratamento de sementes de arroz, trigo, feijão e soja com um produto formulado a base de células e de metabólitos de *Bacillus subtilis*. Scientia Agricola, v.54, n.1-2, p.89-96, 1997. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161997000100013>
- Machado, A.T., Sodek, L., Döbereiner, J., Reis, V.M. Efeito da adubação nitrogenada e da inoculação com bactérias diazotróficas no comportamento bioquímico da cultivar de milho Nitroflint. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.33, n.6, p.961-970, 1998.
- Medeiros, J.S., Silva, P.R.F. Efeitos de níveis de nitrogênio e densidade de plantas sobre o rendimento de grãos e outras características agrônomicas de duas cultivares de milho. Agronomia Sul Rio Grandense, v.11, n.2, p.227-249, 1983.
- Mendonça, F.C., Medeiros, R.D., Botrel, T.A., Frizzone, J.A. Adubação nitrogenada do milho em um sistema de irrigação por aspersão em linha. Scientia Agricola, v.56, n.4, suppl., p.1151-1155, 1999. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161999000500004>
- Oliveira, F.A., Cavalcante, L.F., Silva, I.F., Pereira, W.E., Oliveira, J.C., Filho, J.F.C. Crescimento do milho adubado com nitrogênio e fósforo em um Latossolo Amarelo. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.4, p.238-244, 2009. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v4i3a1>
- Ramamoorthy, V., Viswanathan, R., Raguchander, T., Prakasan, V., Samiyappan, R. Induction of systemic resistance by plant growth promoting rhizobacteria in crop plants against pests and diseases. Crop Protection, v.20, n.1, p.1-11, 2001. [http://dx.doi.org/10.1016/S0261-2194\(00\)00056-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0261-2194(00)00056-9)
- Salomone, G., Döbereiner, J. Maize genotypes effects on the response to *Azospirillum* inoculation. Biology Fertilizer Soils, v.21, n.3, p.193-196, 1996. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00335934>
- Sangoi, L., Almeida, M.L. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio para a cultura do milho num solo com alto teor de matéria orgânica. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.29, n.1, p.20-22, 1994.
- Silva, E.C., Ferreira, S.M., Silva, G.P., Assis, R.L., Guimarães G.L. Épocas e formas de aplicação de nitrogênio no milho sob plantio direto em solo de cerrado. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.29, n.5, p.725-733, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832005000500008>
- Silva, T.R.B., Arf, O., Soratto, R.P. Adubação nitrogenada e resíduos vegetais no desenvolvimento do feijoeiro em sistema de plantio direto. Acta Scientiarum.Agronomy, v.25, n.1, p.81-87, 2003. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v25i1.2447>