



CRESCIMENTO INICIAL DO FEIJOEIRO EM FUNÇÃO DO VIGOR DE SEMENTES E INOCULAÇÃO COM *Bacillus subtilis*

G. R. F. Oliveira*, M. S. Silva, T. Y. F. Marciano, S. L. Proença, M. E. Sá

UNESP – Univ Estadual Paulista, Campus de Ilha Solteira, SP, Brasil

Article history: Received 19 November 2016; Received in revised form 19 December 2016; Accepted 21 December 2016; Available online 27 December 2016.

RESUMO

As rizobactérias são microrganismos naturais do solo capazes de colonizar o sistema radicular das culturas e beneficia-las por meio de diferentes mecanismos, que podem resultar na promoção do crescimento vegetal. A inoculação com gênero *Bacillus*, em especial *B. subtilis* vem sendo estudada em muitas culturas. No Brasil, o feijoeiro apresenta grande importância sociocultural e econômica para o país. Tecnologias de cultivo como o uso de sementes de alto vigor geram plantas de alto desempenho e quando associadas a inoculação com rizobactérias, pode beneficiar a fase inicial de crescimento dos cultivos, além de aliar produtividade com sustentabilidade agrícola. O trabalho teve por objetivo verificar os efeitos da inoculação de 2 lotes de sementes, avaliados como de alto e baixo vigor, mediante aplicação de 5 doses de um produto a base de *B. subtilis*, visando obter informações sobre os efeitos no crescimento inicial do feijoeiro, cv. BRS Estilo. O experimento foi conduzido em casa de vegetação por 12 dias e foram avaliados os seguintes parâmetros agrônômicos: comprimento total de plântula, comprimento de raiz primária, massa seca de plântula e massa seca de raiz primária. O alto vigor fisiológico das sementes associado com *B. subtilis* promoveram incrementos na matéria seca de plântula e matéria seca de raiz primária.

Palavras-chave: *B. subtilis*; feijoeiro; crescimento inicial

EARLY GROWTH OF COMMON BEAN PLANTS IN RESPONSE TO VIGOUR SEEDS AND INOCULATION WITH *Bacillus subtilis*

ABSTRACT

The rhizobacteria are natural soil microorganisms showing the capability to colonize the root system of crops and benefits them through different mechanisms, which can result in promoting plant growth. Inoculation with genus *Bacillus*, particularly *B. subtilis* has been studied in many crops. In Brazil, common bean shows high socio-cultural and economic importance to the country. Growing technologies such as the use of high vigour seeds generate high-performance plants and when associated with inoculation with rhizobacteria, can benefit early crop growth, and combine productivity with agricultural sustainability. The study aimed to assess the effects of inoculation two seed lots evaluated with high and low vigour, by applying 5 doses of a product containing *B. subtilis* to obtain information about the

* gustavo-rfonseca@hotmail.com

effects on early growth of bean seedlings cv. BRS Estilo. The experiment was conducted in a greenhouse for 12 days and the follow agronomic parameters were evaluated: total length of seedling; primary root length; dry mass of seedlings; dry mass of the primary root. High vigour seeds associated with *B. subtilis* seeds promoted increments in dry matter of seedlings and dry matter of primary root.

Keywords: *Bacillus subtilis*; beans; early growth

INTRODUÇÃO

Na rizosfera, região do solo influenciada pelo sistema radicular, habitam uma infinidade de microrganismos, dentre estes encontram-se os bacterianos de vida livre, que associados aos tecidos vegetais, podem desempenhar efeitos benéficos sobre as culturas atuando como promotores do crescimento de plantas (BPCP) (LUZ, 1996; HARTHMANN et al., 2009). Muitos gêneros bacterianos são conhecidos com tal capacidade, dentre estes, *Azospirillum*, *Pseudomonas* e *Bacillus* são os mais estudados e de importância comercial (KLOEPPER, 2004; BASHAN & BASHAN, 2005; ARAÚJO, 2008).

São diversos os mecanismos de ação das rizobactérias sobre as plantas, tais como: a indução de resistência, a antibiose, o parasitismo, a produção de sideróforos e fitohormônios (RAMAMOORTHY, 2001; TARNAWSKI, 2006). Neste contexto, as rizobactérias são capazes de colonizar rapidamente o sistema radicular das plantas, além de prevenir a invasão de patógenos mediante a produção de metabólitos secundários, uma importante estratégia de defesa vegetal para inibição de outros microrganismos deletérios (KLOEPPER, 2004).

As bactérias do gênero *Bacillus*, estão entre as mais abundantes na rizosfera e sua atividade como promotora de crescimento vegetal vem sendo muito estudada, tendo-se em vista que a prática da inoculação com BPCP pode estimular mecanismos desejáveis aos cultivos como a nodulação de leguminosas, fixação biológica de N e absorção de nutrientes (SAHARAN, 2011).

Em especial a rizobactéria *B. subtilis*, em trabalhos realizados com inoculação em culturas como o milho (LIMA et al., 2011), a soja (ARAÚJO & HUNGRIA, 1999), o arroz (LUDWIG et al., 2009) e tomate (ARAÚJO & MARCHESI, 2009), apresentaram bons resultados. Além disso, segundo a literatura, a espécie *B. subtilis* tem potencial de ação na germinação e emergência de plântulas, crescimento aéreo e radicular, na produtividade, no auxílio a superação das plantas frente as adversidade abióticas (LAZZARETI & BETTIOL, 1997; LIMA, 2010 citado por CERQUEIRA et al., 2015) e controle biológico de nematoides (ARAÚJO et al., 2012; FERNANDES et al., 2013).

Uma vez que a redução no uso de produtos químicos constitui uma diretriz a ser seguida frente ao modelo de agricultura atual, o uso de recursos biológicos para produção de alimentos como a inoculação com rizobactérias, torna-se uma alternativa interessante, e que pode gerar benefícios de ordem econômica e ambiental (FREITAS & AGUILAR VILDOSO, 2004; SHAHARONA, 2008), estimulando o emprego de novas estratégias agrícolas em favor do cultivo sustentável (ICHIWAKI, 2012).

Para o cultivo do feijoeiro, cultura relevância cultural e socioeconômica no país (MESQUITA et al., 2007), o emprego de tecnologias é primordial para se atingir altas produtividades, dentre estas, o uso de sementes vigorosas formadoras de plantas de alto desempenho (PANOZZO et al., 2009) associadas a inoculação com rizobactérias promotoras do crescimento vegetal, caracterizam-se como alternativas

importantes para produção e sustentabilidade dos cultivos (LANNA FILHO et al., 2010; KARLIDAG et al., 2007).

O trabalho teve por objetivo verificar os efeitos de doses de um produto

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Ilha Solteira, localizado a 20° 25' 28'' de latitude sul e 51° 21' 15'' de longitude oeste, com altitude em torno de 354 m, em casa de vegetação tipo Pad & Fan (sistema de resfriamento e umidificação), com temperatura média de 25° C e umidade relativa de 60%.

Utilizou-se sementes de feijoeiro cv. BRS Estilo oriundas de 2 lotes distintos, previamente analisados para determinação do vigor e germinação. O teste de germinação consistiu no uso de 4 sub-amostras de 50 sementes, distribuídas de forma equidistante em papel germitest umedecido com água deionizada, na proporção de 3,0 vezes a massa do substrato seco. Foram feitos rolos, mantidos posteriormente a 25 °C constante em germinador. As contagens foram realizadas conforme as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009) computando-se as porcentagens médias de plântulas normais para cada lote analisado.

Para avaliação do vigor, realizou-se o teste de envelhecimento acelerado (MARCOS FILHO, 1999) que consistiu no uso de 4 sub-amostras de 50 sementes pelo método do gerbox, onde 200 sementes foram colocadas sobre tela de inox de uma (caixa plástica gerbox) contendo 40 mL de água deionizada. As caixas devidamente tampadas foram acondicionadas em germinador regulado a 41 °C por 72 h. Após o envelhecimento, realizou-se o teste de germinação conforme os procedimentos

comercial (p.c) a base de *B. subtilis* inoculado em sementes de feijoeiro de alto e baixo vigor, cv. BRS Estilo, com intuito de obter informações sobre os efeitos no crescimento inicial da cultura.

preconizados para instalação do teste de germinação (BRASIL, 2009).

As sementes apresentaram germinação 69% e de 52% após o envelhecimento (Lote 1), germinação 91% e de 85% após o envelhecimento (Lote 2). Dessa forma, utilizou-se no presente trabalho sementes de baixo e alto vigor.

Utilizou-se para as análises estatísticas o delineamento inteiramente casualizado de modelo experimental $y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$. Foram estabelecidos 10 tratamentos em esquema fatorial 5x2, sendo 5 doses (0, 40, 80, 120 e 160 μL) produto a base de *Bacillus subtilis* (1×10^9 ufc de *Bacillus subtilis*/mL) e 2 lotes de sementes (alto e baixo vigor), com 4 repetições.

O inoculante foi dispensado nas sementes contidas em sacos plásticos com auxílio de uma pipeta de alta precisão. Em cada dose foi acrescido 2 mL de água deionizada. Posteriormente o material foi semeado em vasos contendo substrato inerte, na densidade de 10 sementes/vaso.

As avaliações foram realizadas 12 dias após a semeadura em vaso, sendo: comprimento de plântula; comprimento de raiz primária; massa seca de plântula e massa seca de raiz primária. Os dados obtidos foram analisados com auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2011), sendo que as médias dos lotes de sementes foram comparadas pelo teste de Tukey (5%) e para as doses de *B. subtilis*, foram feitas análises de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados referentes ao comprimento total de plântula, comprimento de raiz primária, massa seca de plântula e massa seca de raiz do feijoeiro cultivado em casa de vegetação em função do vigor de sementes e diferentes doses de inoculante a base de *B. subtilis*. Verificou-se para os lotes, que sementes de maior vigor influenciaram o comprimento total de plântula e comprimento de raiz primária de forma significativa ($p < 0,05$) pelo Teste de Tukey, por outro lado, não houve significância estatística para doses de *B. subtilis* e interação entre as fontes de variação. Em um trabalho realizado por Henning et al.

(2010) com a cultura da soja, foi verificado que sementes mais vigorosas produziram maior comprimento da raiz primária, comprimento total das plântulas e maior quantidade de massa seca, dados que concordam com o presente trabalho, podendo ser explicado pelo fato de sementes com maior potencial fisiológico disporem de maior conteúdo de reserva, havendo possivelmente uma maior translocação de compostos energéticos dos cotilédones (fonte) para outros órgãos (dreno) refletindo assim, no aumento do sistema radicular e biomassa aérea da plântula originada (CORTE et al., 2006).

Tabela 1. Dados oriundos da análise de variância para valores médios de comprimento total de plântula (CTP), comprimento de raiz primária (CRP), massa seca de plântula (MSP) e massa seca de raiz primária (MSRP) de feijoeiro, cv. BRS Estilo, em função do vigor de sementes e inoculação com doses de *B. subtilis*, Ilha Solteira, São Paulo, 2016.

Tratamentos	CTP	CRP	MSP	MSRP
	-----cm-----		-----mg/planta-----	
LOTES (vigor de sementes)				
Alto	42,75a	28,15a	243,23a	90,54a
Baixo	40,93b	25,15b	226,24b	75,17b
DOSES ($\mu\text{L p.c } B.\textit{subtilis}$)				
0	41,12	26,12	253,56	87,15
40	41,87	26,50	248,14	87,45
80	42,37	26,87	212,35	77,89
120	42,25	26,31	209,97	73,65
160	41,87	27,43	250,15	88,11
F CALC				
LOTES (L)	5,85*	7,82*	4,12*	15,64**
DOSES (D)	0,31 ^{NS}	0,14 ^{NS}	5,51 ^{NS}	2,34 ^{NS}
L*D	1,53 ^{NS}	1,01 ^{NS}	2,46*	2,29*
Média	41,84	26,39	234,83	82,85
C.V. (%)	5,66	10,64	11,14	14,83
DMS (5%)	1,53	1,82	16,97	7,97

NS – não significativo; * significativo a 5% - ** significativo a 1% pelo Teste F. As médias seguidas por letras diferentes (a e b) diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5%.

Os dados são similares com os obtidos por Kolchinski et al. (2006), que constataram um aumento de massa de matéria seca em plantas de soja

provenientes de sementes de alto vigor, o que segundo Melo et al. (2006), trata-se de um aspecto intrínseco de sementes vigorosas, em virtude de serem mais

eficientes quanto a produção de biomassa seca.

Como consta na Tabela 2 e Tabela 3, as plântulas de feijoeiro tiveram o mesmo desempenho quanto a produção de matéria seca de raiz primária e de plântula nos dois lotes estudados; no entanto, quando as sementes de alto vigor foram submetidas à inoculação com *B. subtilis*, em todas as dosagens dispensadas, obteve-se melhores incrementos de matéria seca de plântula (Figura 1) e massa seca de raiz primária (Figura 2), comparada às sementes de baixo vigor fisiológico. Esta íntima resposta positiva da inoculação associada às sementes de alto vigor, indica que os

efeitos benéficos de *B. subtilis* ocorrem em níveis diferentes em função da qualidade fisiológica das sementes utilizadas, visto o padrão de acúmulo de matéria seca distinto em sementes de menor vigor fisiológico.

Efeitos similares aos observados foram obtidos por Cerqueira et al. (2015), estudando os efeitos da microbiolização utilizando essa mesma rizobactéria em feijoeiro, onde esses pesquisadores verificaram incrementos significativos na massa seca e massa fresca de parte aérea, massa fresca de raiz e número de sementes.

Tabela 2. Desdobramento da interação entre lotes de sementes (vigor alto e baixo) e doses de *B. subtilis* para valores médios de massa seca de planta de feijoeiro, cv. BRS. Estilo, Ilha Solteira, São Paulo, 2016.

Tratamentos	DOSES de <i>B. subtilis</i> (µL)				
LOTES (vigor)	0	40	80	120	160
Alto	247,7a	274,8a	253,5a	268,7a	271,4a
Baixo	259,4a	221,5b	211,5b	211,6b	228,9b
DMS	37,9*				

* significativo a 5% - pelo Teste F. As médias seguidas por letras diferentes (a e b) diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5%.

Tabela 3. Desdobramento da interação entre lotes de sementes (vigor alto e baixo) e doses de *B. subtilis* para valores médios de massa seca de raiz de feijoeiro, cv. BRS. Estilo, Ilha Solteira, São Paulo, 2016.

Tratamentos	DOSES <i>B. subtilis</i> (µL)				
LOTES (vigor)	0	40	80	120	160
Alto	83,9a	96,6a	86,8a	82,7a	102,7a
Baixo	90,4a	78,2b	69,0b	64,5b	73,4b
DMS	17,82*				

* significativo a 5% - ** significativo a 1% pelo Teste F. As médias seguidas por letras diferentes (a e b) diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5%.

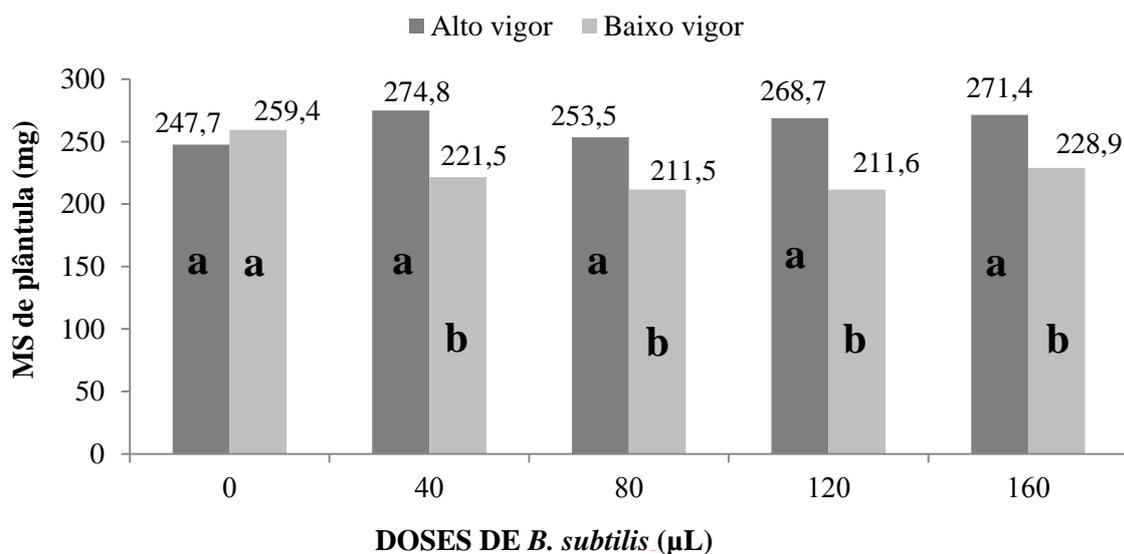


Figura 1. Desdobramento da interação lotes de sementes (alto e baixo vigor) x doses de *B. subtilis* para valores médios de massa seca de plântula de feijoeiro cv. BRS Estilo, que seguidos pelas letras a e b na coluna diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% (DMS= 37,9*), Ilha Solteira, São Paulo, 2016.

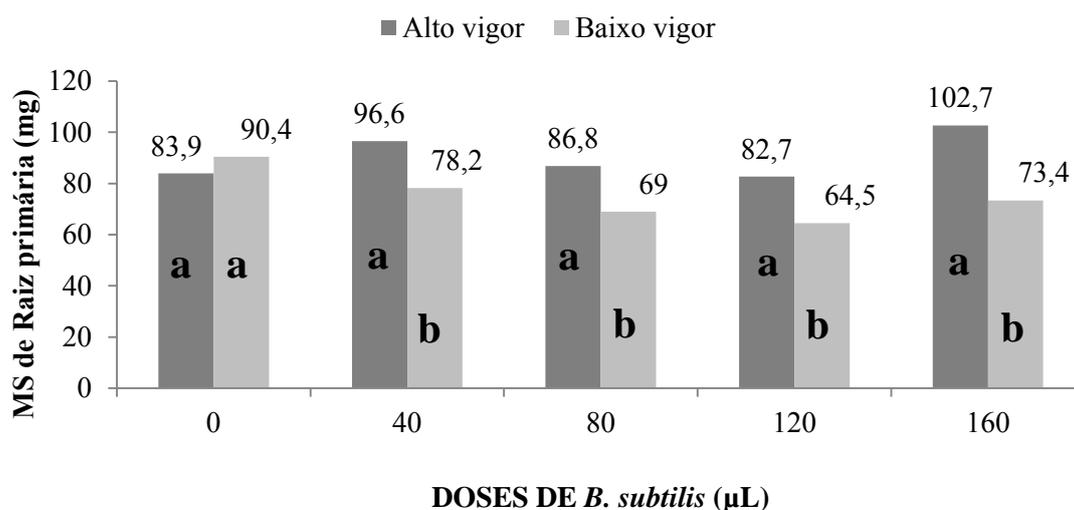


Figura 2. Desdobramento da interação da interação lotes de sementes (alto e baixo vigor) x doses de *Bacillus subtilis* para valores médios de massa seca de raiz primária de feijoeiro cv. BRS Estilo, que seguidos pelas letras a e b na coluna diferem entre si, pelo Teste de Tukey a5% (DMS= 17,82*), Ilha Solteira, São Paulo, 2016.

Em estudo com realizado com *Bacillus sp* (JAIZME-VEJA et al., 2004) foi observado que cultivares de banana inoculados apresentaram maior teor de biomassa e respostas significativas quanto a massa total de plantas, comprimento de

raízes dentre outras avaliações, o que segundo os autores, resultou em melhorias no estágio inicial da cultura, aumentando a saúde e taxa de sobrevivência das plantas, cujos os dados estão em consonância aos obtidos no presente trabalho. Resultados

semelhantes foram verificados por Castilho et al. (2013) na cultura do melão, onde foi verificado que estirpes de *B. subtilis* podem ser incorporadas na gestão integrada de produção, como agentes de biocontrole e biofertilizante, em razão de sua ação antipatogênica e estímulo ao crescimento vegetal.

Mena-Violante & Olalde-Portugal (2007), estudando o efeito da inoculação com *B. subtilis* em plantas de tomateiro, também verificaram que essas rizobactérias promoveram um aumento na massa seca, comprimento de raiz e melhor qualidade de frutos.

Quanto à ação da rizobactéria no presente trabalho, possivelmente, está relacionada com a capacidade do *B. subtilis* em auxiliar no desenvolvimento das plantas mediante a produção de

fitohormônios (RAMAMOORTHY, 2001) dentre outros mecanismos, resultando no maior acúmulo de massa seca de plântula (total) e massa seca de raiz, associado a capacidade intrínseca as sementes de alto vigor em originar plântulas bem formadas, vigorosas e melhor estabelecidas nas condições ambientais (PANOZZO et al., 2009).

Tendo-se em vista que o uso de inoculantes a base de *B. subtilis* promove uma gama de benefícios para diferentes culturas, dentre estas o feijoeiro, as bactérias promotoras de crescimento vegetal podem tornar-se um recurso tecnológico essencial para melhorar o rendimento agrícola e ainda contribuir para a manutenção da sustentabilidade dos sistemas de cultivo a longo prazo, aliando produtividade e proteção ambiental.

CONCLUSÃO

As sementes de alto vigor associadas com o produto a base de *Bacillus subtilis* apresentaram aumento no comprimento de plântula e comprimento de raiz primária de plântulas de feijoeiro. Houve contribuição dessa associação para o incremento de

massa seca de plântula e massa seca de raiz primária para todas as doses estudadas, beneficiando de forma significativa o feijoeiro em estágio inicial de desenvolvimento.

AGRADECIMENTOS

À Geoclean pelo fornecimento do inoculante comercial. Ao Prof. Dr. Marco Eustáquio de Sá pela amizade e incentivo a

pesquisa e aos colaboradores do trabalho por toda disposição e comprometimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. Disponível em: <dx.doi.org/ 10.1590/S141370542008000200017>.doi:10.1590/S1413-70542008000200017.

ARAÚJO, F.F.; HUNGRIA, M. Nodulação e rendimento de soja co-infectada com *Bacillus subtilis* e *Bradyrhizobium japonicum*/ *Bradyrhizobium elkanii*.

Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília-DF, v.34, n. 9, set, 1999. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X1999000900014>.doi:10.1590/ S0100-204X19990009 00014.

ARAÚJO, F. F.; MARCHESI, G. V. P.; Uso de *Bacillus subtilis* no controle da meloidoginose e na promoção do crescimento do tomateiro. 1558 Araújo & Marchesi. **Ciência Rural**, v.39, n.5, ago, 2009.

- ARAÚJO, F.F.; BRAGANTE, R. J.; BRAGANTE, C. E. Controle genético, químico e biológico de meloidoginose na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia-GO, vol.42 n.2 Apr./Jun, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1983-40632012000200013>>.doi: 10.1590/S1983-40632012000200013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília-DF: MAPA/ACS, p. 399, 2009.
- BASHAN, Y.; BASHAN, L.E. Bacteria – Plant growthpromoting. In: HILLEL, D. **Encyclopedia of soils in the environment**. Oxford: Elsevier, v.1, p.103-115, 2005.
- CASTILLO, H. F. D., REYES, C. F.; MORALES, G. G.; HERRERA, R. R.; AGUILAR, C. **Biological Control of Root Pathogens by Plant-Growth Promoting *Bacillus* spp. Weed and Pest Control - Conventional and New Challenges**, 2013.
- CERQUEIRA, W. F.; MORAIS, J. S.; MIRANDA, J. S.; MELLO, I. K. S.; SANTOS, A. F. J. Influência de bactérias do gênero *Bacillus* sobre o crescimento do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Enciclopédia Biosfera**, Centro científico conhecer. Goiânia – GO, v.11, n.20. p.82. 2015.
- CORTE, V. B.; BORGES, E. E. D. L.; PONTES, C. A.; LEITE, I. T. D. A.; VENTRELLA, M. C.; MATHIAS, A. D. A. Mobilização de reservas durante a germinação das sementes e crescimento das plântulas de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (Leguminosae-Caesalpinoideae). **Revista Árvore**, v.30, p.941-949, 2006.
- FREITAS, S.S.; AGUILAR VILDOSO, C.I. Rizobactérias e promoção do crescimento de plantas cítricas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.987-994, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832004000600007>>. doi: 10.1590/S0100-06832004000600007.
- FERNANDES, R. H.; VIEIRA, B. S.; FUGA, C. A. G.; LOPES, E. A. *Pochonia chlamydosporia* e *Bacillus subtilis* no controle de *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* em mudas de tomateiro, **Bioscience Journal**, v. 30, n. 1, 2013.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciênc. Agrotec**, Lavras-MG, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez., 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-7054201100060001>>.
- HENNING, F. A.; MERTZ, L. M.; JACOB JUNIOR, E. A.; MACHADO, R. D.; FISS, G.; ZIMMER, P. D. Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor. **Bragantia**, Campinas - SP, v. 69, n. 3, p.727-734, 2010.
- HARTHMANN, O. E. L.; MÓGOR, A. F.; WORDELL FILHO, J. A.; LUZ, W. C.; BIASI, L. A. Tratamento de sementes com rizobactérias na produção de cebola. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v.39, n.9, p.2533-2538, dez, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009000900023>>.
- ICHIWAKI, S. **Efeitos da inoculação de *Enterobacter* sp. ICB481 sobre o crescimento e acúmulo de proteico em plântulas de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) submetidas a fertilização orgânica e convencional**. Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- JAIZME-VEJA, M. D. C.; RODRÍGUEZ-ROMERO, A. S.; GUERRA, M. S. P. Potential use of rhizobacteria from the *Bacillus* genus to stimulate the plant growth of micropropagated bananas. **Fruits**, 59 (Suppl 2): 83-90, 2004.
- KARLIDAG, H.; ESITKEN, A.; TURAN, M.; SAHIN, F. Effects of root inoculation

of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient element contents of leaves of apple. **Scientia Horticulturae** v. 114, n. 1, p. 16-20, 2007.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Crescimento inicial de soja em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas-RS, v. 12, n. 2, p. 163-166, abr-jun, 2006.

KLOPPER, J.W. et al. Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* spp. **Phytopathology**, v.94, p.1259-1266, 2004.

LUZ, W.C. Rizobactérias promotoras de crescimento de plantas e de bioproteção. In: LUZ, W.C. et al. (Ed.). **Revisão anual de patologia de plantas**. Passo Fundo-RS: RAPP, p.1-49, 1996.

LIMA, F.F.; NUNES, L. A. P. L.; FIGUEIREDO, M. V. B.; ARAÚJO, F.F.; LIMA, L.M.; ARAÚJO, A. S. F. *Bacillus subtilis* e adubação nitrogenada na produtividade do milho. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife-PB, v.6, n.3, p. 544-550, jul-set, 2011.

LUDWIG, J.; MOURA, A. B.; SANTOS, A. S.; RIBEIRO, A. S. Microbiolização de sementes para o controle da mancha-parda e da escaudadura em arroz irrigado. **Tropical Plant Pathology**, Brasília-DF, v. 34, n.5, set/out, 2009. Disponível em: <dx.doi.org/10.1590/S198256762009000500005>.doi: 10.1590/S1982-56762009000500005.

LAZZARETI, E.; BETTIOL, W. Tratamento de sementes de arroz, trigo, feijão e soja com um produto formulado a RAMAMOORTHY, V.; VISWANATHAN, R.; RAGUCHANDER, T.; PRAKASAM, V.; SAMIYAPPAN, R. Induction of systemic resistance by plant growth promoting rhizobacteria in crop plants against pests and diseases. **Crop Protection**, v.20, p.1-20, 2001.

base de células e de metabólitos de *Bacillus subtilis*. **Scientia Agricola**, Piracicaba-SP, v. 54, p. 89-96, 1997. Disponível em: <dx.doi.org/10.1590/S0103-90161997000100013>.doi:10.1590/S0103-90161997000100013.

LANNA FILHO, R.; FERRO, H. M.; PINHO, R. S. C. Controle biológico mediano por *Bacillus subtilis*. **Revista Tropica – Ciências Agrárias e Biológicas** v. 4, n. 2, p. 12, 2010.

MENA-VIOLANTE, H. G.; OLALDE-PORTUGAL, V. Alteration of tomato fruit quality by root inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): *Bacillus subtilis* BEB-13bs. **Scientia Horticulturae**, v. 113, n. 1, p. 103-106, 2007.

MELO, P. T. B. S.; SCHUCH, L. O. B.; ASSIS, F. N.; CONCENÇO, G. Comportamento individual de plantas originadas de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica em populações de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 28, nº 2, p.84-94, 2006.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: Importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, cap. 1, p. 1-21, 1999.

PANOZZO, L. E.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T.; MIELEZRSKI, F.; PESKE, F. B. Comportamento de plantas de soja originadas de sementes de diferentes níveis de qualidade fisiológica. **Revista da FVZA**, Uruguaiana-RS, v. 16, n.1,p.32-41, 2009.

MESQUITA, F.R.; CORRÊA, A. D.; ABREU, C. D.; LIMA, R. A. Z.; ABREU, A. D. Linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): Composição química e digestibilidade protéica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 3, n. 4, p.1114-1121, 2007.

SHAHAROONA, B., NAVEED, M., ARSHAD, M., & ZAHIR, Z. A. Fertilizer-dependent efficiency of Pseudomonads for improving growth, yield, and nutrient use SAHARAN, B. S. Plant growth promoting rhizobacteria: a critical review. **Life Sciences and Medicine Research**, 2011.

TARNAWSKI, S., HAMELIN, J., JOSSI, M., ARAGNO, M., & FROMIN, N.

efficiency of wheat (*Triticum aestivum L.*). **Applied Microbiology and Biotechnology**, v.79, p.147-155, 2008.

Phenotypic structure of Pseudomonas populations is altered under elevated pCO₂ in the rhizosphere of perennial grasses. **Soil Biology & Biochemistry**, v.38, p.1193-1201, 2006.