

Coinoculação de bactérias promotoras de crescimento vegetal na cultura da soja

Edivam de Bonfim¹; Ana Paula Moraes Mourão Simonetti¹; André Silas Lima Silva¹;

¹Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

ebonfim1@minha.fag.edu.br

Resumo: Com a finalidade de obter maior desempenho no desenvolvimento das culturas, as bactérias promotoras de crescimento vegetal são uma alternativa viável à agricultura. A pesquisa foi realizada em Braganey PR entre outubro de 2020 e junho de 2021. Neste contexto, o trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos da coinoculação com *Azospirillum brasilense*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis* e *Pseudomonas fluorescens*, via tratamento de sementes, sobre características morfológicas e produtivas da soja. O estudo foi conduzido a campo sob delineamento de blocos casualizados com quatro repetições totalizando 48 parcelas com medidas de 4,5x6 m e os seguintes tratamentos: T1: controle; T2: *A. brasilense*; T3: *B. megaterium* e *B. subtilis*; T4 - *P. fluorescens*; T5 - *B. liquefaces*; T6: *A. brasilense* + *B. megaterium* e *B. subtilis*; T7- *A. brasilense* + *B. liquefaces*; T8: *A. brasilense* + *P. fluorescens*; T9 - *A. brasilense* + *B. megaterium* e *B. subtilis* + *B. liquefaces*; T10: *A. brasilense* + *B. megaterium* e *B. subtilis* + *P. fluorescens*; T11- *A. brasilense* + *B. liquefaces* + *P. fluorescens* T12: *A. brasilense* + *B. megaterium* e *B. subtilis* + *B. liquefaces* + *P. fluorescens*. Nos estádios V5, VN e R3 foram avaliados: altura de plantas, diâmetro basal, e área foliar. E no estágio R8, massa de mil grãos e a produtividade em kg ha⁻¹. Os dados foram submetidos a análise de variância e, quando significativos, comparados pelo teste de Tukey 5% de probabilidade, auxiliado pelo programa SISVAR (FERREIRA, 2010). A coinoculação com *Pseudomonas fluorescens* promoveu maior crescimento de planta em relação a coinoculação com *Bacillus megaterium* e *Bacillus subtilis*. Para as variáveis diâmetro basal, área foliar, produtividade e massa de 1000 grãos não foram observadas diferenças entre os tratamentos com coinoculação, em comparação a testemunha inoculada com *Azospirillum brasilense*. Embora, o conhecimento e aplicação de *A. brasilense* em culturas de leguminosas favorecendo o seu crescimento, esteja já consolidado, a associação de outras bactérias pode assegurar um maior rendimento para estas culturas, abrindo caminho para desenvolvimento de novos inoculantes. Cabem estudos em diferentes locais e situações, para melhor conclusão e entendimento do tema.

Palavras-chave: *Glycine max*; *Azospirillum brasilense*; *Pseudomonas fluorescens* *Bacillus megaterium*; *Bacillus subtilis*; Fixação biológica.

Co-inoculation of plant growth promoting bacteria in soybean crop

Abstract: In order to obtain greater performance in crop development, plant growth-promoting bacteria are a viable alternative to agriculture. The research was carried out in Braganey PR between October 2020 and June 2021. In this context, the work aims to evaluate the effects of coinoculation with *Azospirillum brasilense*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas fluorescens*, via seed treatment, on morphological characteristics and soy production. The study was conducted in the field under a randomized block design with four replications, totaling 48 plots measuring 4.5x6 m and the following treatments: T1: control; T2: *A. brasilense*; T3: *B. megaterium* and *B. subtilis*; T5 - *B. liquefaces*; T4 - *P. fluorescens*; T6: *A. brasilense* + *B. megaterium* and *B. subtilis*; T7- *A. brasilense* + *B. liquefaces*; T8: *A. brasilense* + *P. fluorescens*; T9 - *A. brasilense* + *B. megaterium* and *B. subtilis* + *B. liquefaces*; T10: *A. brasilense* + *B. megaterium* and *B. subtilis* + *P. fluorescens*; T11- *A. brasilense* + *B. liquefaces* + *P. fluorescens* T12: *A. brasilense* + *B. megaterium* and *B. subtilis* + *B. liquefaces* + *P. fluorescens*. In stages V5, VN and R3 the following were evaluated: plant height, basal diameter, and leaf area. And at stage R8, mass of a thousand grains and productivity in kg ha⁻¹. Data were subjected to analysis of variance and, when significant, compared using the Tukey test at 5% probability, aided by the SISVAR program (FERREIRA, 2010). Co-oculation with *Pseudomonas fluorescens* promoted greater plant growth compared to co-oculation with *Bacillus megaterium* and *Bacillus subtilis*. For the variables basal diameter, leaf area, yield and 1000 grain mass, no differences were observed between treatments with coinoculation, in comparison with the control inoculated with *Azospirillum brasilense*. Although the knowledge and application of *A. brasilense* in legume cultures, favoring their growth, is already consolidated, the association of other bacteria can ensure a higher yield for these cultures, opening the way for the development of new inoculants. There are studies in different places and situations, for a better conclusion and understanding of the subject.

Keywords: *Glycine max*; *Azospirillum brasilense*; *Pseudomonas fluorescens*; *Bacillus megaterium*; *Bacillus subtilis*; Biological fixation.

Introdução

A soja (*Glycine max*) é o grão produzido em maior quantidade pela agricultura brasileira. É considerada a maior fonte de proteína utilizada na formulação de ração animal, e importante componente de produtos destinados à alimentação humana (PASTORE, 2016).

O cultivo de soja apresenta grande importância para o agronegócio e economia mundial, sendo uma das culturas mais produzidas e consumidas, apenas ficando atrás das culturas do milho, trigo e arroz (HIRAKURI e LAZZAROTO, 2011). A produção global da oleaginosa atinge aproximadamente 364 milhões de toneladas, sendo que os Estados Unidos ocupam a segunda posição entre os países produtores, com produção de 112,55 milhões de toneladas, em 35,657 milhões de hectares (USDA, 2021). A primeira posição no ranking mundial dos países produtores de soja pertence ao Brasil, com produção de 135,86 milhões de toneladas em 38,502 milhões de hectares cultivados (CONAB, 2021).

No Brasil, aproximadamente 60% da soja é produzida pelos Estados do Mato Grosso, Rio Grande do Sul e Paraná. O maior produtor nacional da oleaginosa é o Estado do Mato Grosso que produziu 32,455 milhões de toneladas em 9,7 milhões de hectares cultivados na última safra. O segundo maior produtor nacional é o Estado do Rio Grande do Sul, com uma produção de 19,187 milhões de toneladas em uma área de 5,8 milhões de hectares. A terceira posição do ranking nacional pertence ao Estado do Paraná com produção de 16,253 milhões de toneladas em uma área de 5,4 milhões de hectares (CONAB, 2021).

Devido a programas de melhoramento, a oleaginosa pode ser cultivada em praticamente todo Brasil, com médias de produtividade superiores a outros países. Esses patamares de produtividade são obtidos com o uso de cultivares adaptadas ao clima tropical com bons volumes de chuva, disponibilidade de luz, solos com boa fertilidade além do manejo adotado pelos produtores, como por exemplo a utilização de bactérias fixadoras de nitrogênio (CÂMARA, 2014).

Estudos têm destacado o potencial das bactérias promotoras de crescimento nos solos agrícolas por atuarem como biofertilizantes, biocontroladores e fitoestimulantes, contribuindo para um melhor desempenho da cultura (BERG e SMALLA, 2009; BENEDUZI *et al.*, 2012).

Várias linhagens bacterianas estão disponíveis comercialmente em forma de produtos que são usados como biofertilizantes e agentes de controle biológico. Bactérias promotoras de crescimento vegetal (BPCV) são microrganismos de vida livre, que formam relações simbióticas específicas com plantas, endófitos bacterianos que podem colonizar alguns ou uma grande parte dos tecidos de uma planta, e cianobactérias (GLICK, 2012).

As BPCV, destacando-se o *Azospirillum brasilense*, tem atividade biorreguladora em função da produção e excreção hormonal, destacando-se auxinas, giberelinas e citocininas (BASHAN, HOLGUIN e LUZ, 2004; MASCIARELLI *et al.*, 2013; TIEN, GASKINS e HUBBELL, 1979), redução dos níveis de etileno no vegetal devido à ação da enzima ACCdeaminase, desviando compostos de rotas metabólicas que dariam origem ao hormônio gasoso no vegetal para a bactéria (BLAHA *et al.*, 2006) e produção de outros compostos, como poliaminas (CASSÁN *et al.*, 2009; PERRIG *et al.*, 2007) e a capacidade de disponibilização de ferro (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006) e a fixação biológica de nitrogênio (HUNGRIA, 2011).

Bactérias dos gêneros *Bacillus* produzem fitohormônios e antibióticos, durante seu desenvolvimento, desta forma crescimento de plantas promovido por BPCV tem sido relacionado à produção de hormônios com giberilinas, auxinas (ARAUJO *et al.*, 2005) e ácidos láctico e succínico (YOSHIKAWA, 1993). Entre outras funções os *Bacillus* e *Pseudomonas* podem realizar a solubilização do fosfato, tornando-o disponível para a planta, isso pode ocorrer por conta da produção de enzimas produzidas pelos organismos em formas assimiláveis por meio das hidrólises a estes organismos dá-se o nome de microrganismos solubilizadores de fosfato (MSF) (POSTMA *et al.*, 2010; MOREIRA e ARAÚJO, 2013; JHA e SARAF, 2015).

O objetivo da realização deste trabalho é verificar os efeitos da co inoculação de *Azospirillum brasilense*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis* e *Pseudomonas fluorescens* sobre características morfológicas, fisiológicas e produtivas da cultura da soja.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no município de Braganey - PR, em propriedade particular pertencente a Benjamin Oehninger, latitude 24° 44' 12" S, longitude 54° 00' 44" O e altitude de 550 metros. O solo é classificado como latossolo vermelho Eutroférico (SANTOS *et al.*, 2018).

Previamente à instalação do experimento, foi realizada a análise química do solo, para as verificações das necessidades de adubação das áreas experimentais. Para isso, foram coletadas amostras simples de solo na profundidade de 0,00 a 0,20 m, para a formação de uma amostra composta por área e assim enviadas ao laboratório de química agrícola e experimental da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon.

Após análise do laudo, e de acordo com o Manual de Adubação e Calagem para o Estado do Paraná (Pauletti e Vargas 2017), foi realizada uma adubação de cobertura para a correção nutricional visando o bom desenvolvimento da cultura. A formulação utilizada foi de 02-20-18 em dose de 300 Kg ha⁻¹

Tabela 1 - Análise química de solo 0-20cm, Braganey– PR, 2020

pH CaCl ₂	P	MO	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al SB	CTC	V%	
0,01 mol L ⁻¹	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	-----			cmol ^c dm ⁻³	-----		%	
4,60	13,0	5,50	0,55	3,90	1,10	0,2	6,40	5,55	11,95	46,86

P, K = Extrator Mehlich; Ca, Mg e Al = KCl 1 mol.L⁻¹ ; H + Al = pH SMP (7,5).

A cultivar de soja utilizada foi a 95R90 YPRO que apresenta elevado potencial produtivo com ciclo Precoces. Utilizou-se três inoculantes comerciais sendo eles, BiomaPhos® composto por *Bacillus subtilis* (CNPMS B2084 (BRM034840)) e *Bacillus megaterium* (CNPMS B119 (BRM033112)) com garantia de 4x10⁹ células viáveis/mL; FertiBio® composto de *Pseudomonas fluorescens* e o Nitro1000® Gramíneas composto por *Azospirillum brasilense*, estirpes AbV5 e AbV6, com Concentração de 2,0 x 10⁸ células viáveis por mL¹. O estudo foi conduzido a campo sob delineamento de blocos casualizados sendo 12 tratamentos com quatro repetições, sendo eles:

T1 - controle;

T2 - inoculação de sementes com *A. brasilense* (100 mL por 60.000 sementes);

T3 - inoculação de sementes com *B. megaterium* e *B. subtilis* (100 mL por 60.000 sementes);

T4 - inoculação de sementes com *P. fluorescens* (100 mL por 60.000 sementes);

T5 - inoculação de sementes com *A. brasilense* (100 mL por 60.000 sementes) + *B. megaterium* e *B. subtilis* (100 mL por 60.000 sementes);

T6 - inoculação de sementes com *A. brasilense* (100 mL por 60.000 sementes) + *P. fluorescens* (100 mL por 60.000 sementes);

T7 - inoculação de sementes com *B. megaterium* e *B. subtilis* (100 mL por 60.000 sementes) + *P. fluorescens* (100 mL por 60.000 sementes); e

T8 - inoculação de sementes com *A. brasilense* (100 mL por 60.000 sementes) + *P. fluorescens* (100 mL por 60.000 sementes) + *B. megaterium* e *B. subtilis* (100 mL por 60.000 sementes).

T9 - *A. brasilense* + *B. megaterium* and *B. subtilis* + *B. liquefaces*; (100 mL por 60.000 sementes).

T10 - *A. brasilense* + *B. megaterium* and *B. subtilis* + *P. fluorescens*; (100 mL por 60.000 sementes).

T11- *A. brasilense* + *B. liquefaces* + *P. fluorescens* (100 mL por 60.000 sementes).

T12 - *A. brasilense* + *B. megaterium* and *B. subtilis* + *B. liquefaces* + *P. fluorescens*

A inoculação das sementes foi efetuada em sacos plásticos, na dose conforme a definição do tratamento. Após a inoculação realizou-se a homogeneização das sementes junto ao inoculante, manualmente durante três minutos, 30 minutos antes da semeadura.

As unidades experimentais foram constituídas de 6 m de comprimento com 10 linhas de semeadura, espaçadas a 0,45 m de entrelinha, sendo a parcela 14 m², descartando-se duas linhas laterais e um metro em cada extremidade da parcela. A área foi riscada com semeadora de semeadura direta com liberação do fertilizante no sulco de semeadura.

No estádio R1 coletou-se dez plantas por parcela, aleatoriamente, sendo determinada a altura de planta (AP), que é compreendida entre a base da planta ao ápice da mais longa folha. Com o auxílio de paquímetro digital foi determinado o diâmetro basal do ponto médio do segundo internódio acima do solo. Determinou-se também o número de folhas (NF), a partir da base da planta. Após, as plantas foram seccionadas em folhas e demais estruturas, e em seguida acondicionadas em sacos de papel Kraft para a secagem em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C ± 2 °C por 72 horas. Em seguida estas amostras foram pesadas em balança analítica para obtenção da massa seca de folhas.

A área foliar (AF), foi determinada pela técnica da área foliar conhecida por meio da determinação da massa seca de quatro anéis de 4,1457 cm² provenientes de folhas distintas, e relacionadas matematicamente com a massa total de folhas.

No momento da colheita, as plantas da área útil que é de 1,80 x 4 m totalizando 7,2 m² foram colhidas manualmente, sendo separadas dez plantas aleatórias de cada parcela para a avaliação dos componentes de produção. Foram avaliados o comprimento da planta, com o auxílio de régua graduada, o diâmetro basal, com o auxílio de paquímetro digital, o número de vagens, e número de grãos por vagens, realizados manualmente. As plantas colhidas foram trilhadas manualmente e com o auxílio de uma balança, determinada a massa de grãos e a partir desta retirada duas amostras por parcela para a determinação da umidade e determinação da massa de mil grãos (BRASIL, 2009)

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e comparados pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, com o auxílio do programa SISVAR.

Resultados e Discussões

Considerando os parâmetros avaliados na Tabela 2 são observados alguns pontos, onde no parâmetro altura de plantas, o tratamento 4 (*P. fluorescens*) obteve diferença em relação ao tratamento T3 (*Bacillus megaterium* e *Bacillus subtilis*). De acordo com YADAV *et al.*, (2016) as rizobactérias (*P. fluorescens*) apresentam efeito de promoção de crescimento em plantas

graças aos seus mecanismos de solubilização de fosfato disponível, capacidade de produção de hormônios vegetais e até mesmo Fixação biológica de nitrogênio FBN. Entre os outros tratamentos não pode ser observada diferença entre os tratamentos. Considerando os outros tratamentos, não foi observada diferença.

Ainda na Tabela 2, nas comparações dos parâmetros diâmetro basal e área foliar não pode ser observada diferença entre os tratamentos, sendo esses 3 parâmetros analisados na Tabela 2 dependentes um do outro, podendo justificar a igualdade nos tratamentos com a situação em que todos foram inoculados com *Azospirillum brasilense*. De acordo com BELLONE, BELLONE e CORDILEONE (2011) alguns dos benefícios da coinoculação com *A. brasilense* estão acondicionados ao aumento de velocidade de emergência, número e massa de nódulos, parte aérea da planta e rendimento na soja.

Tabela 2 – Avaliação de altura de planta, diâmetro basal e área foliar em R1 de plantas de soja submetidas a diferentes tratamentos com coinoculação, em condições de campo, Braganey – PR.

Tratamentos	Altura de planta (cm)	Diâmetro basal (mm)	Área foliar (cm ²)
T1	74,75ab	8,85	311,25
T2	72ab	7,29	207,67
T3	64,25b	7,31	194,32
T4	81,25a	8,1	236,47
T5	73,25ab	7,35	230,10
T6	71,25ab	7,1	221,00
T7	77,57ab	8,59	264,00
T8	76,75ab	8,3	196,47
T9	70ab	7,86	257,30
T10	73,5ab	8,00	274,25
T11	77,75ab	7,99	306,21
T12	68,25ab	7,84	266,52
F trat.	2,18*	1,13 n.s.	1,67 n.s.
CV (%)	8,57%	13,11%	24,7%

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5 % de significância pelo teste de Tukey. CV= Coeficiente de variação

Considerando o parâmetro índice de área foliar (IAF) em trabalhos mais antigos são encontrados valores na casa de 3,5 a 4,5 cm² ZHOU, CHEN e OUYANG, (2011) enquanto no experimento foram obtidos dados entre 2,0 a 3,1 cm² podendo ser justificado principalmente pela condição climática e ao baixo índice pluviométrico da região na época em que o experimento foi conduzido.

Considerando os parâmetros apresentados na Tabela 3, que fazem parte da avaliação das características de produtividade, podemos perceber que não apresentaram diferença entre os tratamentos. Segundo Hungria *et al.* (2010) significativos resultados para rendimento de grãos quando inoculados com *A. brasilense* têm sido verificados em diversos trabalhos, assim sendo pode se considerar que por todos os tratamentos conterem inoculação com *A. brasilense*, tornasse aceitável a proximidade nos resultados.

Tabela 3 – Avaliação de massa de mil grãos e produtividade de plantas de soja submetidas a diferentes tratamentos com coinoculação, em condições de campo, Braganey – PR.

Tratamentos	Massa mil grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
T1	140,5	2479,75
T2	141,7	2771,00
T3	138,9	2941,00
T4	145,5	2564,00
T5	144,4	2604,00
T6	146,7	2796,00
T7	144,5	2440,25
T8	146,7	2692,75
T9	143,2	2870,00
T10	140,1	2770,00
T11	150,0	2744,00
T12	141,6	2457,50
F trat.	0,67 n.s	1,12 n.s
CV (%)	5,54%	11,70%

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5 % de significância pelo teste de Tukey. CV= Coeficiente de variação

Segundo Graças *et al.*, (2015) o efeito que um microrganismo pode produzir em uma planta, pode não apresentar o mesmo efeito em outras plantas. Tipo de solo e características da região também podem alterar seus efeitos, sendo assim a coinoculação pode sim apresentar resultados. As condições climáticas podem explicar os resultados relativamente baixos em

níveis de produtividade, porém Benintende *et al.* (2010) realizaram experimento com condições de déficit hídrico, e obteve resultados positivos na inoculação de soja com *A. brasilense*. Apresentando aumento de 118 kg ha⁻¹ em comparação a inoculação com *B. japonicum*. HUNGRIA *et al.* (2015), também apresentaram resultados favoráveis e de aumento de produtividade em quatro áreas experimentais ao adicionar *A. brasilense* a sementes de soja.

Conclusões

A coinoculação com *Pseudomonas fluorescens* promoveu maior crescimento de planta em relação a coinoculação com *Bacillus megaterium* e *Bacillus subtilis*. Para as variáveis diâmetro basal, área foliar, produtividade e massa de 1000 grãos não foram observadas diferenças entre os tratamentos com coinoculação, em comparação a testemunha inoculada com *Azospirillum brasilense*.

Embora, o conhecimento e aplicação de *A. brasilense* em culturas de leguminosas favorecendo o seu crescimento, esteja já consolidado, a associação de outras bactérias pode assegurar um maior rendimento para estas culturas, abrindo caminho para desenvolvimento de novos inoculantes. Cabem estudos em diferentes locais e situações, para melhor conclusão e entendimento do tema.

Referências

- ARAUJO, F. F. Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostras e desenvolvimento de milho, soja e algodão. **Ciência e agrotecnologia.**, v.32, n.2, pp.456-462, 2005.
- BASHAN, Y.; HOLGUIN, G.; DE-BASHAN, L.E. Azospirillum-plant relations physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003). **Canadian Journal of Microbiology**, v.50, p.521-577, 2004.
- BLAHA, D.; CAOMBARET, C.; MIRZA, M., Phylogeny of the 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid deaminase-encoding gene *acdS* in phytobeneficial and pathogenic Proteobacteria and relation with strain biogeography. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 56, n. 3, p. 455–470, 2006.
- BELLONE, C. H.; BELLONE, S. C.; CORDILEONE, V. Related growth parameters in soybean plants inoculated with *Azospirillum brasilense*. **Journal of Crop Improvement**, v. 25, p. 472–487, 2011.
- BENEDUZI, A.; AMBROSINI, A.; PASSAGLIA, L. M. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): their potential as antagonists and biocontrol agents. **Genetics and molecular biology**, v. 35, n. 4, p. 1044–1051, 2012.
- BENINTENDE, S.; UHRICH, M.; HERRERA, F.; GANGGE, M.; STERREN, Y.; BENINTENDE, M. Comparación entre coinoculación com *Bradyrhizobium japonicum* y

Azospirillum brasilense e inoculación simple com Bradyrhizobium japonicum em la nodulación de N em el cultivo de soja. **Agriscientia**, v. 27, n. 2, p. 71 - 77, 2010.

BERG, G.; SMALLA, K. Plant Species and Soil Type Cooperatively Shape the Structure and Function of Microbial Communities in the Rhizosphere: Plant Species, Soil Type and Rhizosphere Communities. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 68, n. 1, p. 1–13, abr. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009.

CAMARA, G. M. S. **Fixação Biológica de nitrogênio em soja**. Informações agronômicas, n. 7, 2014.

CASSÁN, F.; PERRIG, D.; SGROY, V.; MASCIARELLI, O.; PENNA, C., Azospirillum brasilense Az39 and Bradyrhizobium japonicum E109, inoculated singly or in combination, promote seed germination and early seedling growth in corn (Zea mays L.) and soybean (Glycine max L.). **European Journal of Soil Biology**, v. 45, n. 1, p. 28–35, 2009.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, safra 2020/21**, décimo segundo levantamento, v. 5, n. 11., p. 106, nov 2021.

GLICK, B.R. Plant Growth-Promoting Bacteria: Mechanisms and Applications. **Scientifica**, p.15-25, 2012.

GRAÇAS, J. P.; RIBEIRO, C.; COELHO, F. A. A.; CARVALHO, M. E. A.; CASTRO, P. R. DE C. e. **Microorganismos estimulantes na agricultura**. Piracicaba: ESALQ, 2015. 61p.

HUNGRIA, M. **Inoculação com Azospirillum brasilense: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina: Embrapa Soja-Documents 325, 2011.

HUNGRIA, M. CAMPO, R. J.; SOUZA, E. M.; PEDROSA, F. O.; Inoculation with selected strains of Azospirillum brasilense and A. lipoferum improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v. 331, n. 1-2, p. 413–425, 2010.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAÚJO, R. S. Soybean seed co-inoculation with Bradyrhizobium spp. and Azospirillum brasilense: a new biotechnological tool to improve yield and sustainability. **American Journal of Plant Sciences**, v. 6, p. 811-817, 2015.

JHA, D. C.; SARAF, M. **Plant growth promoting Rhizobacteria (PGPR): a review**. Journal of 1046 Agricultural Research and Development, 2015.

MASCIARELLI, O. et al. Alternative mechanism for the evaluation of indole-3-acetic acid (IAA) production by Azospirillum brasilense strains and its effects on the germination and growth of maize seedlings. **Journal of Microbiology**, v. 51, n. 5, p. 590–597, out. 2013.

MOREIRA, A. L. L.; ARAÚJO, F. F. Bioprospecção de isolados de *Bacillus* spp. Como potenciais promotores de crescimento de *Eucalyptus urograndis*. **Revista Árvore**, v. 37, n. 5, p. 933-943, 2013.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. Lavras: UFLA, 2006.

PASTORE, A. **Manejo de inoculação com bradyrhizobium em soja associado ao tratamento fitossanitário das sementes**. 2016. 42 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias de Bioprodutos Agroindustriais) - Universidade Federal do Paraná. 2016.

PERRIG, D. BOIERO, M. L.; MASCIARELLI, O.; Plant-growth-promoting compounds produced by two agronomically important strains of *Azospirillum brasilense*, and implications for inoculant formulation. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 75, n. 5, p. 1143–1150, 2007.

POSTMA, J.; NIJHUIS, E.H.; SOMEUS, E. Selection of phosphorus solubilizing bacteria with biocontrol potential for growth in phosphorus rich animal bone charcoal. **Apple Soil Ecologic**, v. 46, p. 464-469, 2010.

RONCATO-MACCARI, L. D. B. *et al.* Endophytic *Herbaspirillum seropedicae* expresses nif genes in gramineous plants. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 45, n. 1, p. 39–47, 2003.

SANTOS, H. G. JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, L. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: **Embrapa**, 2018.

TORTORA, M. L.; DÍAZ-RICCI, J. C.; PEDRAZA, R. O. Protection of strawberry plants (*Fragaria ananassa* Duch.) against anthracnose disease induced by *Azospirillum brasilense*. **Plant and Soil**, v. 356, n. 1-2, p. 279–290, 2012.

TIEN, T. M.; GASKINS, M. H.; HUBBELL, D. H. Plant growth substances produced by *Azospirillum brasilense* and their effect on the growth of pearl millet (*Pennisetum americanum* L.). **Applied and Environmental Microbiology**, v. 37, n. 5, p. 1016–1024, 1979.

USDA. **World agricultural supply and demand estimates**. United States Department of Agriculture

YOSHIKAWA, M. Succinic and lactic acids as plant growth promoting compounds produced by rhizosphere *Pseudomonas putida*. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 39, p. 1150-1154, 1993.

YADAV, V., KUMAR, M., DEEP, D.K., KUMAR, H., SHARMA, R., TRIPATHI, T., TUTEJA, N., SAXENA, A.K., JOHRI, A.K. A phosphate transporter from the root endophytic fungus *Piriformospora indica* plays a role in phosphate transport to the host plant. **Journal of Biological Chemistry**, 2016

ZHOU, X. B.; CHEN, Y. H.; OUYANG, Z. Row spacing effect on leaf area development, light interception, crop growth and grain yield of summer soybean crops in Northern China. **African Journal of Agricultural Research**, Lagos, v.6, n.6, p.1430-1437, 2011.